

**FORMELSAMMLUNG**  
zum Lehrfach „Medizinische Biophysik“ (Stand: 18. 05. 2021)

**I. Die wichtigsten Struktureigenschaften der lebenden Materie und ihre Rolle bei den biologischen Funktionen**

$$hf = E_m - E_i \quad (I.1) \quad \sigma = \text{konst.} \cdot e^{-\frac{\Delta \varepsilon}{2kT}}$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m \nu} \quad (I.3) \quad c = \frac{\Delta Q}{m \cdot \Delta T}$$

$$\Delta M = [Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n] - M(A, Z) \quad q_{\text{Schmelz}} = \frac{\Delta Q_{\text{Schmelz}}}{m}$$

$$E = m \cdot c^2 \quad (I.19)$$

$$n_i = n_0 e^{-\frac{\varepsilon_i - \varepsilon_0}{kT}} \quad R = N_A \cdot k \quad (I.25) \quad q_{\text{Verdampfung}} = \frac{\Delta Q_{\text{Verdampfung}}}{m}$$

$$\frac{n(h)}{n(0)} = e^{-\frac{m \cdot g \cdot h}{kT}} \quad \frac{\Delta l}{l} = \alpha \Delta T$$

$$\frac{1}{2} m \cdot \overline{v^2} = \frac{3}{2} k \cdot T \quad (I.34) \quad \frac{\Delta V}{V} = \beta \Delta T$$

$$p \cdot V = N \cdot k \cdot T \quad (I.35) \quad \sigma = \frac{F}{A_0}$$

$$p \cdot V = \nu \cdot R \cdot T \quad \varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

$$\sigma = \frac{\Delta E}{\Delta A} \quad \sigma = E \varepsilon$$

$$n_s = N \cdot e^{-\frac{\varepsilon_s}{kT}}$$

**II. Strahlungen und ihre Wechselwirkungen mit der lebenden Materie**

$$n = \frac{c}{c_M} \quad d \sin \alpha = k \lambda$$

$$\frac{1}{f} = D = \frac{1}{g} + \frac{1}{b} \quad M = \frac{\Delta P}{\Delta A} \quad (II.2)$$

$$V = \frac{B}{G} \quad M_\lambda = \frac{\Delta M}{\Delta \lambda}$$

$$V = -\frac{da}{f_{obj} \cdot f_{ok}} \quad E = \frac{\Delta P}{\Delta A} \quad \sim \frac{1}{r^2}, \sim \frac{1}{r} \quad (II.3)$$

$$f = \frac{1}{T} \quad J = \frac{\Delta E}{\Delta t \cdot \Delta A} \quad (II.5)$$

**FORMELSAMMLUNG**  
zum Lehrfach „Medizinische Biophysik“ (Stand: 18. 05. 2021)

$$\Delta J = -\mu \cdot \Delta x \cdot J \quad (\text{II.10})$$

$$J = J_0 \cdot e^{-\mu x} \quad \mu = \frac{1}{\delta} \quad (\text{II.11})$$

$$J = J_0 \cdot 2^{-\frac{x}{D}} \quad (\text{II.12})$$

$$\mu = \frac{\ln 2}{D} \quad (\text{II.13})$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2} = n_{21} \quad (\text{II.14})$$

$$D = \frac{n_2 - n_1}{r} \quad (\text{II.17})$$

$$D_{\text{Linse}} = D_1 + D_2 \quad (\text{II.21})$$

$$c = \frac{\lambda}{T}, \quad \text{bzw.} \quad c = \lambda \cdot f \quad (\text{II.26})$$

$$J \sim A^2 \quad (\text{II.27})$$

$$J_1 + J_2 \neq J_{\text{Resultierende}} \quad (\text{II.28})$$

$$E_{\text{kin}} = h \cdot f - A \quad (\text{II.37})$$

$$\frac{M_{\lambda i}}{\alpha_{\lambda i}} = \frac{M_{\lambda j}}{\alpha_{\lambda j}} \quad (\text{II.39})$$

$$M_{\text{Schwarz}}(T) = \sigma \cdot T^4 \quad (\text{II.41})$$

$$\Delta E = \sigma \cdot (T_{\text{Körper}}^4 - T_{\text{Umgebung}}^4) \cdot A \cdot t$$

$$\lambda_{\text{max}} \cdot T = \text{konstant} (= 2880 \mu\text{m} \cdot \text{K}) \quad (\text{II.42})$$

$$\mu = K \cdot (N_1 - N_2) \quad (\text{II.56})$$

$$J = J_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\rho = \frac{J_{\text{reflektiert}}}{J_{\text{ein}}}$$

$$\rho = \left( \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right)^2$$

$$\rho(\lambda) = \frac{J_{\text{reflektiert}}(\lambda)}{J_{\text{ein}}(\lambda)}$$

$$\sigma(\lambda) = \frac{J_{\text{gestreut}}(\lambda)}{J_{\text{ein}}(\lambda)}$$

$$\sigma(\lambda) \sim \frac{d^6}{\lambda^4}$$

$$\alpha(\lambda) = \frac{J_{\text{absorbiert}}(\lambda)}{J_{\text{ein}}(\lambda)}$$

$$J = J_0 \cdot e^{-ax}$$

$$a = \frac{1}{\delta}$$

$$a = \frac{\ln 2}{D}$$

$$A = \lg\left(\frac{J_0}{J}\right)$$

$$A = \varepsilon(\lambda) \cdot c \cdot x$$

$$\tau(\lambda) = \frac{J_{\text{durchgelassen}}(\lambda)}{J_{\text{ein}}(\lambda)}$$

$$\rho(\lambda) + \sigma(\lambda) + \alpha(\lambda) + \tau(\lambda) = 1$$

$$\alpha = [\alpha] \cdot c \cdot l$$

$$D = E \cdot t$$

$$H = E \cdot t \cdot S$$

$$2L = m \cdot \lambda$$

$$P_{\text{Streuung}} \sim \frac{p_0^2}{c^3} \omega^4 \sim \frac{1}{\lambda^4} \quad (\text{II.60})$$

**FORMELSAMMLUNG**  
zum Lehrfach „Medizinische Biophysik“ (Stand: 18. 05. 2021)

$$\kappa = \frac{-\frac{\Delta V}{V}}{\Delta p} \quad (\text{II.63}) \quad \lambda \cdot T = \ln 2 \quad \frac{1}{T_{\text{eff}}} = \frac{1}{T_{\text{phys}}} + \frac{1}{T_{\text{biol}}} \quad (\text{II.98})$$

$$Z = c \cdot \rho \quad (\text{II.67}) \quad A = -\frac{\Delta N}{\Delta t} = \lambda \cdot N \quad (\text{II.99})$$

$$R = \frac{J_R}{J_0} \quad (\text{II.76}) \quad A = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \quad (\text{II.101})$$

$$R = \left( \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} \right)^2 \quad (\text{II.77}) \quad s = \frac{\Delta E}{\Delta x} \quad s = s_m \cdot \rho$$

$$\mu = \tau + \sigma + \kappa \quad (\text{II.102})$$

$$e \cdot U_{\text{Anode}} = \varepsilon_{\text{max}} = h \cdot f_{\text{max}} \quad (\text{II.79}) \quad h \cdot f = 2m_e \cdot c^2 + 2E_{\text{kin}} \quad (\text{II.103})$$

$$\lambda_{\text{min}} = \frac{h \cdot c}{e \cdot U} \quad (\text{II.80}) \quad D = \frac{\Delta E}{\Delta m} \quad D_{\text{Luff}} = K_{\gamma} \frac{A \cdot t}{r^2} \quad (\text{II.105})$$

$$P_{\text{gesamt}} = c_{\text{Rtg}} \cdot U_{\text{Anode}}^2 \cdot Z \cdot I_{\text{Anode}} = \eta \cdot U_{\text{Anode}} \cdot I_{\text{Anode}} \quad (\text{II.82}) \quad X = \frac{\Delta Q}{\Delta m} \quad (\text{II.106})$$

$$\mu = \mu_m \cdot \rho \quad x_m = \rho \cdot x \quad (\text{II.85}) \quad D_{\text{Luff}} = f_0 \cdot X \quad (\text{II.107})$$

$$\varepsilon = h \cdot f = A + E_{\text{kin}} \quad (\text{II.86}) \quad D \sim \mu_m J, \text{ bzw. } D \sim s_m$$

$$\tau_m = \frac{\tau}{\rho} = C \cdot \lambda^3 \cdot Z^3 \quad (\text{II.87}) \quad H_{\text{T}} = \sum_{\text{R}} w_{\text{R}} \cdot D_{\text{T,R}} \quad (\text{II.108})$$

$$h \cdot f = A + h \cdot f' + E_{\text{kin}} \quad (\text{II.89}) \quad E = \sum_{\text{T}} w_{\text{T}} \cdot H_{\text{T}} \quad (\text{II.110})$$

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = -\lambda \cdot N \quad (\text{II.95}) \quad S = \sum_{\text{i}} N_{\text{i}} \cdot E_{\text{i}} \quad (\text{II.111})$$

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \quad \lambda = \frac{1}{\tau} \quad (\text{II.96})$$

### III. Transporterscheinungen in lebenden Systemen

$$I_V = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (\text{III.1}) \quad F = \eta \cdot A \cdot \frac{\Delta v}{\Delta h} \quad (\text{III.6})$$

$$I_V = A \cdot \bar{v} = \text{konstant} \quad (\text{III.4}) \quad I_V = -\frac{\pi}{8\eta} R^4 \frac{\Delta p}{\Delta l} \quad (\text{III.12})$$

$$p + \frac{1}{2} \rho \cdot v^2 + \rho \cdot g \cdot h = \text{konstant} \quad (\text{III.5})$$

**FORMELSAMMLUNG**  
zum Lehrfach „Medizinische Biophysik“ (Stand: 18. 05. 2021)

$$R_{\text{Rohr}} = 8\pi \cdot \eta \frac{\Delta l}{(r^2 \pi)^2} \quad (\text{III.14}) \quad J_v = -L_T \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (\text{III.51})$$

$$F_{\text{R,Rohr}} = 8\pi \cdot \eta \cdot l \cdot v \quad J_E = -\lambda \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (\text{III.53})$$

$$v_{\text{krit}} = \text{Re} \cdot \frac{\eta}{\rho r} \quad (\text{III.17}) \quad J = L \cdot X \quad J = \frac{\Delta x_{\text{ext}}}{A \cdot \Delta t}$$

$$F = 6\pi \cdot \eta \cdot r \cdot v \quad (\text{III.18}) \quad X = -\frac{\Delta y_{\text{int}}}{\Delta x} \quad (\text{III.54})$$

$$u = \frac{v}{F} \quad (\text{III.19}) \quad \Delta E = Q_E + W \quad Q_E = c \cdot m \cdot \Delta T \quad (\text{III.56})$$

$$l = v \cdot \tau \quad (\text{III.25}) \quad W_v = -p \cdot \Delta V \quad W_Q = \varphi \cdot \Delta Q$$

$$v_{\text{Drift}} = \frac{F}{m} \cdot \tau \quad (\text{III.26}) \quad W_v = \mu \Delta v \quad (\text{III.58})$$

$$I_N = \frac{\Delta N}{\Delta t} \quad (\text{III.28}) \quad W^{(i)} = y_{\text{int}}^{(i)} \cdot \Delta x_{\text{ext}}^{(i)} \quad (\text{III.59})$$

$$I_v = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (\text{III.29}) \quad W_{vQ} = W_v + W_Q = (\mu + z \cdot F \cdot \varphi) \Delta v = \mu_e \cdot \Delta v \quad (\text{III.61})$$

$$J_v = \frac{\Delta I_v}{\Delta A} \quad (\text{III.30}) \quad Q_E = T \cdot \Delta S \quad (\text{III.63})$$

$$J_v = -D \cdot \frac{\Delta c}{\Delta x} \quad (\text{III.31}) \quad \Delta E = \sum_{(i)} y_{\text{int}}^{(i)} \Delta x_{\text{ext}}^{(i)} \quad (\text{III.64})$$

$$D = \frac{1}{3} v \cdot l = u \cdot k \cdot T \quad (\text{III.33}) \quad W_{\text{mech}} = -vRT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$D = \frac{k \cdot T}{6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r} \quad (\text{III.34}) \quad W_{\text{chem}} = -vRT \ln \frac{c_2}{c_1}$$

$$-\frac{\Delta J_v}{\Delta x} = \frac{\Delta c}{\Delta t} \quad (\text{III.38}) \quad \Delta S = cm \ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$D \frac{\Delta \left( \frac{\Delta c}{\Delta x} \right)}{\Delta x} = \frac{\Delta c}{\Delta t} \quad (\text{III.39}) \quad \Delta S = \frac{\Delta E_1}{T_1} + \frac{\Delta E_2}{T_2} = \Delta E_1 \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \quad (\text{III.67})$$

$$\sigma_x \sim \overline{R(t)} \sim \sqrt{Dt} \quad (\text{III.40}) \quad S = k \cdot \ln \Omega \quad (\text{III.72})$$

$$p_{\text{Osmose}} = c \cdot R \cdot T \quad (\text{III.50}) \quad E = T \cdot S - p \cdot V + \mu \cdot v \quad (\text{III.83})$$

$$H = E + p \cdot V \quad (\text{III.84})$$

$$\Delta H_p = Q_E + W_v \quad (\text{III.87})$$

**FORMELSAMMLUNG**  
zum Lehrfach „Medizinische Biophysik“ (Stand: 18. 05. 2021)

$$\Delta H_{p,v} = Q_E \quad (\text{III.88})$$

$$J_k = -L_k \cdot \frac{\Delta \mu_{e,k}}{\Delta x} \quad (\text{III.116})$$

$$F = E - T \cdot S \quad (\text{III.89})$$

$$\Delta F_T = W_V + W_\nu \quad (\text{III.91})$$

$$L_k = c_k \cdot \frac{D_k}{R \cdot T} = \frac{c_k \cdot u_k}{N_A} \quad (\text{III.118})$$

$$\Delta F_{T,v} = W_V \quad (\text{III.92})$$

$$J_k = -D_k \left( \frac{\Delta c_k}{\Delta x} + c_k \frac{z_k \cdot F}{R \cdot T} \cdot \frac{\Delta \varphi}{\Delta x} \right) \quad (\text{III.119})$$

$$\Delta F_{T,v} = W_\nu \quad (\text{III.93})$$

$$G = H - T \cdot S \quad (\text{III.94})$$

$$U = \frac{R \cdot T}{F} \ln \frac{\sum_{k=1}^m p_k^+ \cdot c_{k,\text{II}}^+ + \sum_{k=1}^n p_k^- \cdot c_{k,\text{I}}^-}{\sum_{k=1}^m p_k^+ \cdot c_{k,\text{I}}^+ + \sum_{k=1}^n p_k^- \cdot c_{k,\text{II}}^-} \quad (\text{III.121})$$

$$\Delta G_{T,p} = W_\nu \quad (\text{III.96})$$

$$\Delta G_{T,p} \leq 0 \quad (\text{III.99})$$

$$\Delta F_{T,v} \leq 0 \quad (\text{III.100})$$

$$U = \varphi^{\text{II}} - \varphi^{\text{I}} = \frac{R \cdot T}{z_i \cdot F} \cdot \ln \frac{c_i^{\text{I}}}{c_i^{\text{II}}} \quad (\text{III.123})$$

$$\Delta H_{S,p} \leq 0 \quad (\text{III.101})$$

$$G = \mu_A \cdot \nu_A + \mu_B \cdot \nu_B \quad (\text{III.105})$$

$$U_m(t) = U_t \left( 1 - e^{-\frac{t}{R_m C_m}} \right) \quad (\text{III.130})$$

$$\mu_A = \mu_A^0 + R \cdot T \cdot \ln(c_A) \quad (\text{III.109})$$

$$U_m(t) = U_t \cdot e^{-\frac{t}{R_m C_m}} \quad (\text{III.132})$$

$$J_m = -p \cdot (c_{w_2} - c_{w_1}) \quad (\text{III.113})$$

$$U_m(x) - U_m(0) = U_t \cdot e^{-\frac{x}{\lambda}} \quad (\text{III.133})$$

#### IV. Die Biophysik der Sinnesorgane

$$\Delta \Psi \sim \frac{\Delta \Phi}{\Phi} \quad (\text{IV.5})$$

$$n = 10 \cdot \lg \left( \frac{J_1}{J_2} \right) \quad (\text{IV.25})$$

$$\Psi \sim \log \frac{\Phi}{\Phi_0} \quad (\text{IV.6})$$

$$n = 10 \cdot \lg \left( \frac{P_{\text{aus}}}{P_{\text{ein}}} \right) = 10 \cdot \lg \left( \frac{J_{\text{aus}}}{J_{\text{ein}}} \right) \quad (\text{IV.26})$$

$$\frac{\Delta \Psi}{\Psi} \sim \frac{\Delta \Phi}{\Phi} \quad (\text{IV.7})$$

$$n = n_{\text{Dämpfen}} + n_{\text{Verstärken}} \quad (\text{IV.27})$$

$$\Psi \sim \left( \frac{\Phi}{\Phi_0} \right)^n \quad (\text{IV.8})$$

$$H_{\text{phon}} = 10 \cdot \lg \left( \frac{J}{J_0} \right)_{1000 \text{ Hz}} \quad (\text{IV.29})$$

$$n_{\text{Oktave}} = \log_2 \frac{f_2}{f_1} \quad (\text{IV.22})$$

$$H_{\text{sone}} = \frac{1}{16} \left( \frac{J}{J_0} \right)^{0.3} \quad (\text{IV.31})$$

## VI. Physikalische Methoden der Molekular- und Zelldiagnostik

$$V_{\text{Winkel}} = \frac{\text{tg } \beta}{\text{tg } \alpha} = a \cdot \left( \frac{1}{f} - \frac{1}{b} \right) \quad (\text{VI.18})$$

$$V_{\text{Winkel}} = -\frac{d \cdot a}{f_1 \cdot f_2} \quad (\text{VI.23})$$

$$\Delta s = d \cdot \sin \alpha_k = k \cdot \lambda \quad (\text{VI.24})$$

$$\delta = 0,61 \cdot \frac{\lambda}{n \cdot \sin \omega} \quad f = \frac{1}{\delta} \quad (\text{VI.28})$$

$$A = \lg \left( \frac{J_0}{J} \right) = \varepsilon(\lambda) \cdot c \cdot x \quad (\text{VI.34})$$

$$N = N_0 \cdot e^{-(k_f + k_{nr})t} \quad (\text{VI.39})$$

$$\tau = \frac{1}{k_f + k_{nr}} \quad (\text{VI.40})$$

$$Q_f = k_f \cdot \tau \quad (\text{VI.41})$$

$$p = \frac{J_{\text{VV}} - J_{\text{VH}}}{J_{\text{VV}} + J_{\text{VH}}} \quad (\text{VI.43})$$

## VII. Elektrische Signale und Methoden

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \quad k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$$

$$E = \frac{F}{q}$$

$$U_{21} = \frac{W_{1 \rightarrow 2}}{q} \quad \varphi_i = \frac{W_{0 \rightarrow i}}{q}$$

$$U_{21} = E \cdot s$$

$$C = \frac{Q}{U}$$

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{A}{d} \quad \varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{Nm}^2}$$

$$W = \frac{1}{2} U Q = \frac{1}{2} C U^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

$$C_{\text{ges}} = C_1 + C_2 \quad \frac{1}{C_{\text{ges}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad J = \frac{\Delta Q}{A \cdot \Delta t}$$

$$R = \frac{U}{I} \quad G = \frac{I}{U}$$

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad \sigma = \frac{1}{\rho}$$

$$\frac{1}{R_{\text{ges}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad R_{\text{ges}} = R_1 + R_2$$

$$W = U \cdot I \cdot t \quad P = U \cdot I$$

$$U_C = U_B \left( 1 - e^{-\frac{t}{R \cdot C}} \right) \quad (\text{VII.2})$$

$$U_C = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}}$$

$$I = I_{\text{max}} \sin(2\pi f \cdot t)$$

$$U = U_{\text{max}} \sin(2\pi f \cdot t)$$

$$U_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{max}}}{\sqrt{2}} \quad I_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$$

$$P = U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}}$$

**FORMELSAMMLUNG**  
zum Lehrfach „Medizinische Biophysik“ (Stand: 18. 05. 2021)

$$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} \quad (\text{VII.4})$$

$$V_U = \frac{U_{\text{aus}}}{U_{\text{ein}}} \quad V_P = \frac{P_{\text{aus}}}{P_{\text{ein}}} \quad (\text{VII.6})$$

$$Z = \frac{U_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}}}$$

$$V_P = V_U^2 \quad \text{wenn } R_{\text{aus}} = R_{\text{ein}} \quad (\text{VII.8})$$

$$U_{\text{aus}} = U_{\text{ein}} \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$$

$$n = 10 \cdot \lg V_P = 20 \cdot \lg V_U \quad (\text{VII.10})$$

$$U_{\text{aus}} = (U_{\text{ein},1} - U_{\text{ein},2}) \cdot V_U \quad (\text{VII.11})$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC} \quad (\text{VII.5})$$

$$V_R = \frac{V_U}{1 - \beta \cdot V_U} \quad \beta = \frac{U_{\text{zurück}}}{U_{\text{aus}}} \quad (\text{VII.14})$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L \cdot C}}$$

$$H = \sum_i p_i \cdot \log_2 \frac{1}{p_i}$$

### VIII. Bildgebende Verfahren

$$\lg \frac{J_0}{J} = (\mu_1 x_1 + \mu_2 x_2 + \dots) \cdot \lg e \quad (\text{VIII.2})$$

$$f_D = f' - f = \frac{\pm 2v}{c} \cdot f \quad (\text{VIII.5})$$

$$h \cdot f_0 = g_N \cdot \mu_N \cdot H_0 \quad (\text{VIII.3})$$

$$HU = \frac{\mu - \mu_{\text{Wasser}}}{\mu_{\text{Wasser}}} \cdot 1000 \quad (\text{VIII.10})$$

$$f' = f \cdot \left( 1 \pm \frac{v}{c} \right) \quad (\text{VIII.4})$$

### IX. Therapiemethoden auf physikalischer Grundlage

$$a_{\text{Schwelle}} = \frac{q}{\tau} + r$$

$$2r = \frac{q}{C} + r$$

### X. Physikalische Methoden der biologischen Forschungsarbeit

$$2d \sin \theta = n \cdot \lambda$$

**FORMELSAMMLUNG**  
zum Lehrfach „Medizinische Biophysik“ (Stand: 18. 05. 2021)

**XI. Praktika (zusätzliche Formeln)**

**MIKROSKOPIE I.**

$$D = \frac{1}{f} = (n_{21} - 1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$$

$$V = V_{\text{obj}} \cdot V_{\text{ok}}$$

**MIKROSKOPIE II.**

$$\Delta = d \sin \alpha_k = k \cdot \lambda$$

$$\delta = 0,61 \cdot \frac{\lambda}{n \sin \omega}$$

$$f = \frac{1}{\delta}$$

**REFRAKTOMETRIE**

$$\frac{1}{\sin \beta_G} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$n = n_0 + k \cdot c$$

**LICHTABSORPTION**

$$hf = E_m - E_i$$

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

$$T = \frac{J}{J_0} (100\%)$$

$$A = \lg \left( \frac{J_0}{J} \right) = \varepsilon(\lambda) \cdot c \cdot x$$

**POLARIMETRIE**

$$\alpha = [\alpha]_D^{20} \cdot c \cdot l$$

**DIE OPTIK DES AUGES**

$$D = \frac{n}{g} + \frac{n'}{b}$$

$$\Delta D = D_p - D_r = \frac{1}{g_p} - \frac{1}{g_r}$$

$$\text{Sehschärfe} = \frac{1(')}{\alpha(')} 100\%$$

$$\alpha(') \approx \frac{a}{x} (\text{rad}) \frac{360(^{\circ})}{2\pi(\text{rad})} 60 \left( \frac{'}{^{\circ}} \right)$$

$$a' = \frac{17a}{x}$$

$$\text{Rezeptordichte} \approx \frac{1}{(a')^2} \left( \frac{1}{\text{mm}^2} \right)$$

$$d'_1 = 17 \frac{d}{x_1} \quad d'_2 = 17 \frac{d}{x_2}$$

**NUKLEARE GRUNDMESSUNG**

$$N_S = N_{S+R} - N_R$$

**GAMMA-ABSORPTION**

$$\frac{J}{J_0} = \frac{1}{2} = e^{-\mu D}$$

$$x_{1/10} \cong 3,33 \cdot D$$

$$\mu = \frac{\ln 2}{D}$$

$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho} \quad D_m = \rho \cdot D$$

$$\mu_m = \tau_m + \sigma_m + \kappa_m$$



**FORMELSAMMLUNG**  
zum Lehrfach „Medizinische Biophysik“ (Stand: 18. 05. 2021)

**GAMMA-ENERGIE**

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{U_{\text{Photo},1}}{U_{\text{Photo},2}}$$

**ISOTOPENDIAGNOSTIK**

$$\frac{1}{T_{\text{eff}}} = \frac{1}{T_{\text{phys}}} + \frac{1}{T_{\text{biol}}}$$

**RÖNTGEN — CT**

$$D = \lg \frac{J_0}{J} = \sum_{i=1}^n D_i$$

**DOSIMETRIE**

$$D_{\text{Luff}} = K_{\gamma} \frac{A \cdot t}{r^2}$$

$$U = \frac{Q}{C} \sim X$$

$$U = I \cdot R = \frac{Q}{t} R \sim \frac{X}{t}$$

**UV-DOSIMETRIE**

$$E = \frac{\Delta P}{\Delta A}$$

$$H = S \cdot E \cdot t$$

$$A(t) = A_{\infty} + (A_0 - A_{\infty})e^{-H_U}$$

$$H_U = \ln \frac{A_0 - A_{\infty}}{A(t) - A_{\infty}}$$

**VERSTÄRKER**

$$V_U = \frac{U_{\text{aus}}}{U_{\text{ein}}} \quad V_P = \frac{P_{\text{aus}}}{P_{\text{ein}}}$$

$$n = 20 \cdot \lg V_U + 10 \cdot \lg \frac{R_{\text{ein}}}{R_{\text{aus}}} \quad (\text{dB})$$

**SINUSOSZILLATOR**

$$V_R = \frac{V_U}{1 - \beta V_U}$$

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

$$Q = \sigma \cdot E^2 \cdot V \cdot t$$

$$R = \left( \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} \right)^2 \quad Z = c \cdot \rho$$

**RESONANZMESSUNG**

$$F = -Dx$$

$$D = D_1 + D_2 \quad \frac{1}{D} = \frac{1}{D_1} + \frac{1}{D_2}$$

$$x = A \sin \omega t$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{D}{m}}$$

**IMPULSGENERATOREN**

$$\tau = R \cdot C$$

$$T_{\text{AMV}} = \tau_1 + \tau_2$$

$$\text{Tastverhältnis} = \frac{\tau_1}{\tau_1 + \tau_2} 100\%$$

**COULTER-ZÄHLER**

$$h = \frac{c_{\text{reell}}}{c_{\text{gemessen}}}$$

**HAUTIMPEDANZ**

$$Z = \frac{U_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}}}$$

$$\rho^* = R \cdot A$$

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot Z}$$

$$\gamma^* = \frac{C}{A}$$

*FORMELSAMMLUNG*  
*zum Lehrfach „Medizinische Biophysik“ (Stand: 18. 05. 2021)*

*AUDIOMETRIE*

$$J_{\text{eigen}} = A \cdot U^2$$

$$J_{\text{dB}} = 10 \cdot \lg \left( \frac{J}{J_0} \right)$$

*SENSOR*

$$L_{\text{sone}} = \text{konst.} \cdot \left( \frac{J}{J_{00}} \right)^n$$

$$L_{\text{phon}} = 10 \lg \frac{J}{J_0}$$

*STRÖMUNG*

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = I_V = - \frac{\pi}{8\eta} R^4 \frac{\Delta p}{\Delta l}$$

$$\eta = \frac{\pi}{8} \frac{R^4}{\Delta V} \frac{\overline{\Delta h} \cdot \rho \cdot g}{l} \cdot \Delta t$$

$$\Delta p = R_{\text{Strömung}} \cdot I_V$$

$$R_{\text{Strömung}} = 8 \cdot \pi \cdot \eta \cdot \frac{l}{A^2}$$

$$R = \frac{U}{I}$$

$$R_{\text{Gesamt, parallel}} = \frac{R}{n}$$

$$I_B = \frac{I_A}{n}$$

$$I_C = \frac{I_A}{m}$$

*DIFFUSION*

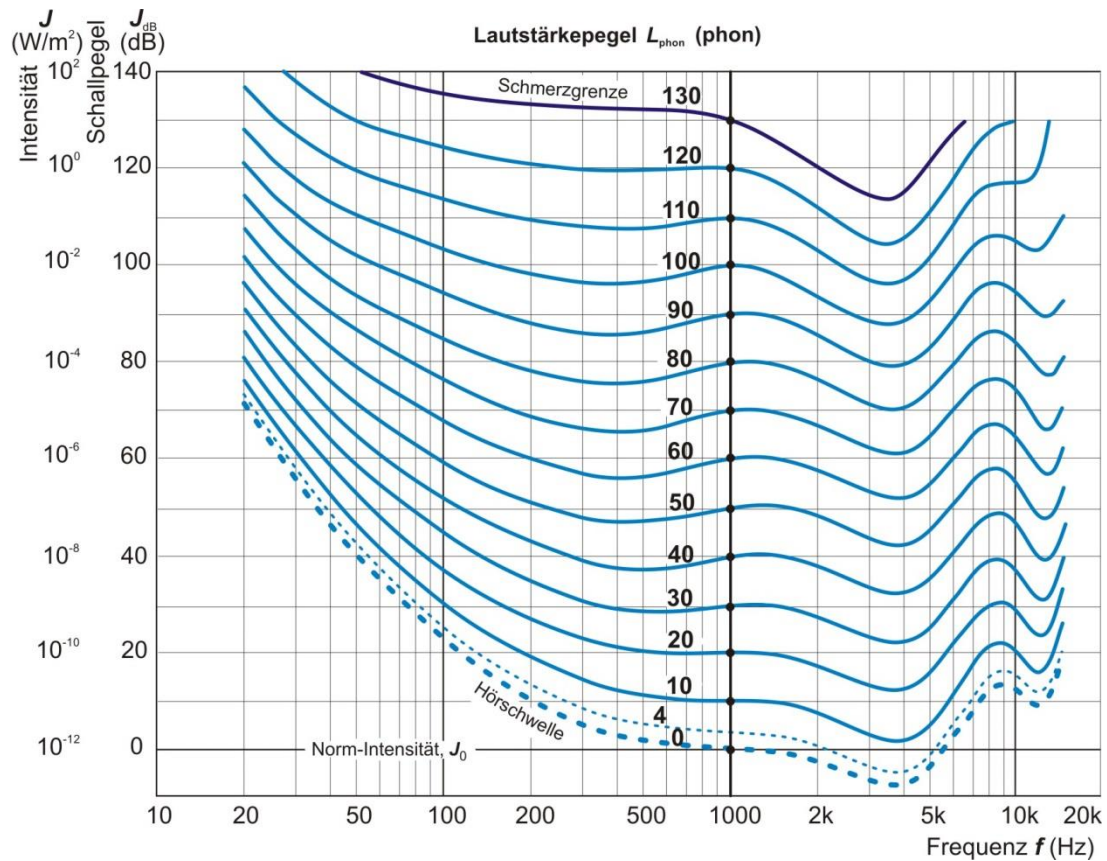
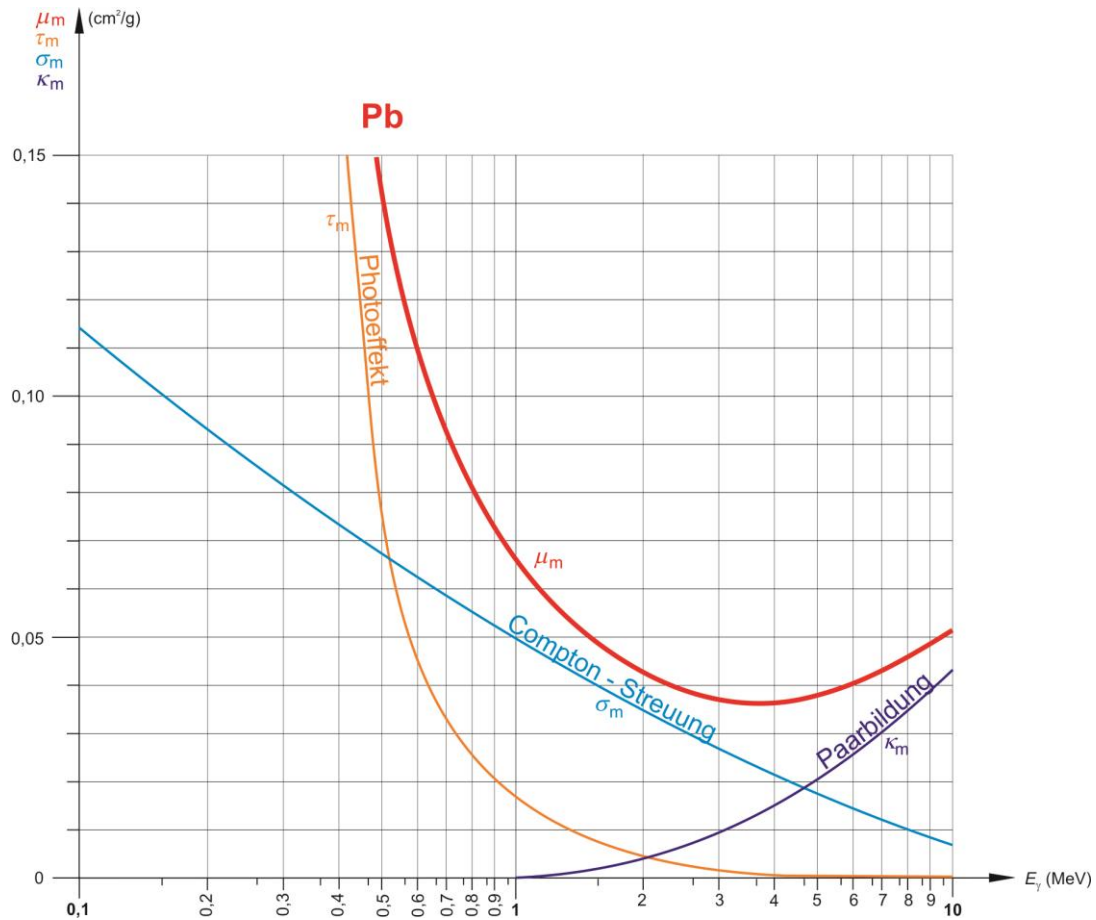
$$D \cdot \frac{\Delta \left( \frac{\Delta c}{\Delta x} \right)}{\Delta x} = \frac{\Delta c}{\Delta t}$$

$$R_{\text{Mittel}} = \sqrt{6Dt}$$

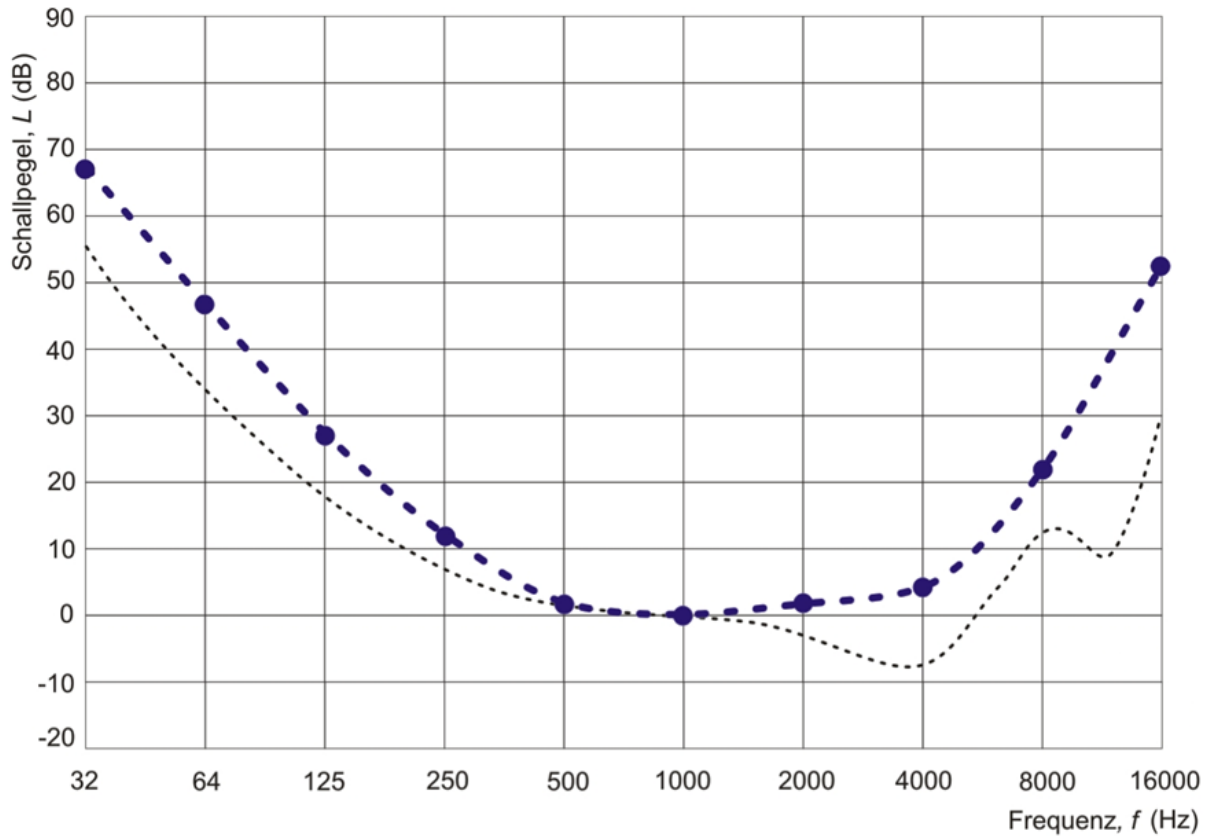
$$w = 6\sqrt{2Dt}$$

**FORMELSAMMLUNG**  
zum Lehrfach „Medizinische Biophysik“ (Stand: 18. 05. 2021)

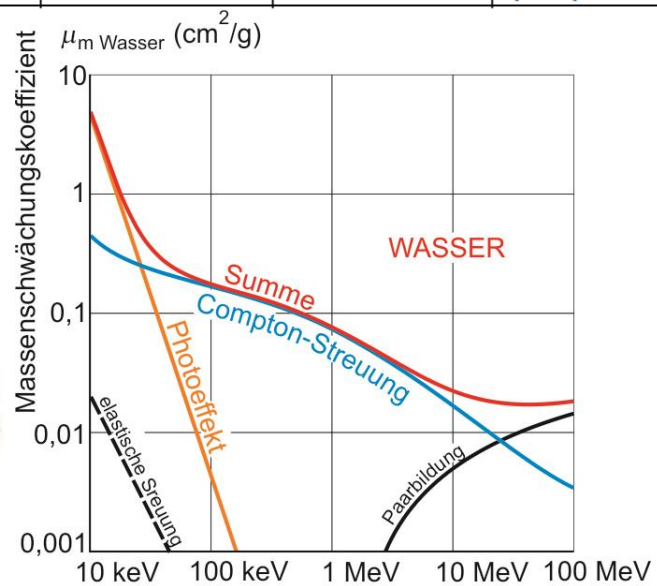
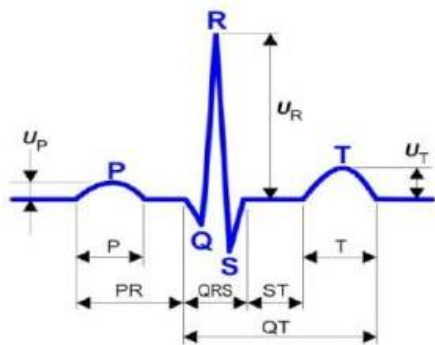
**ABBILDUNGEN**



**FORMELSAMMLUNG**  
zum Lehrfach „Medizinische Biophysik“ (Stand: 18. 05. 2021)



I.	II.	III.	IV.	V.
Stimulationsort	Ort der Signalwahrnehmung	Reaktion	Frequenz-adaptierung	Multifokale Stimulation
0 = Keine	0 = Keine	0 = Keine	0 = Keine	0 = Keine
A = Atrium	A = Atrium	I = Inhibierung	R = Frequenz-adaptierung vorhanden	A = Atrium
V = Ventrikel	V = Ventrikel	T = Triggerung		V = Ventrikel
D = Dual (A+V)	D = Dual (A+V)	D = Dual (I+T)		D = Dual (A+V)



*FORMELSAMMLUNG*  
*zum Lehrfach „Medizinische Biophysik“ (Stand: 18. 05. 2021)*

**PHYSIKALISCHE KONSTANTEN UND DATEN**

*Konstanten*

Universelle Gaskonstante	$R = 8,31 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$
Avogadro-Konstante	$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} / \text{mol}$
Boltzmann-Konstante	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
Faraday-Konstante	$F = 96500 \text{ C}/(\text{mol} \cdot \text{Wertigkeit})$
Planck-Konstante (Plancksches Wirkungsquantum)	$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
Lichtgeschwindigkeit (im Vakuum)	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
Elementarladung	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Ruhemasse des Elektrons	$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Ruhemasse des Protons	$m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Ruhemasse des Neutrons	$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Stefan-Boltzmann-Konstante	$\sigma = 5,7 \cdot 10^{-8} \text{ J}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4 \cdot \text{s})$
Wiensche Verschiebungskonstante	$2880 \mu\text{m} \cdot \text{K}$
Beschleunigung des freien Falles (Normwert)	$g = 9,81 \text{ m/s}^2$
Reynolds-Zahl (für Röhren mit einer glatten Wand)	$Re = 1160$
Röntgenröhrenkonstante	$c_{\text{Rtg}} = 1,1 \cdot 10^{-9} \text{ 1/V}$
Lande-Faktor des Protons	$g_p = 5,59$
Kernmagneton	$\mu_N = 5,05 \cdot 10^{-27} \text{ J/T}$
Grundzahl des natürlichen Logarithmus	$e = 2,718...$

**FORMELSAMMLUNG**  
zum Lehrfach „Medizinische Biophysik“ (Stand: 18. 05. 2021)

*Das Periodensystem der Elemente*

	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII		IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	0	
1	1 <b>H</b> 1.008																2 <b>He</b> 4.003	
2	3 <b>Li</b> 6.939	4 <b>Be</b> 9.012											5 <b>B</b> 10.811	6 <b>C</b> 12.011	7 <b>N</b> 14.007	8 <b>O</b> 15.999	9 <b>F</b> 18.998	10 <b>Ne</b> 20.183
3	11 <b>Na</b> 22.990	12 <b>Mg</b> 24.312											13 <b>Al</b> 26.982	14 <b>Si</b> 28.086	15 <b>P</b> 30.974	16 <b>S</b> 32.064	17 <b>Cl</b> 35.453	18 <b>Ar</b> 39.948
4	19 <b>K</b> 39.102	20 <b>Ca</b> 40.08	21 <b>Sc</b> 44.956	22 <b>Ti</b> 47.88	23 <b>V</b> 50.942	24 <b>Cr</b> 51.996	25 <b>Mn</b> 54.938	26 <b>Fe</b> 55.847	27 <b>Co</b> 58.933	28 <b>Ni</b> 58.69	29 <b>Cu</b> 63.54	30 <b>Zn</b> 65.37	31 <b>Ga</b> 69.72	32 <b>Ge</b> 72.59	33 <b>As</b> 74.922	34 <b>Se</b> 78.96	35 <b>Br</b> 79.909	36 <b>Kr</b> 83.80
5	37 <b>Rb</b> 85.47	38 <b>Sr</b> 87.62	39 <b>Y</b> 88.905	40 <b>Zr</b> 91.22	41 <b>Nb</b> 92.906	42 <b>Mo</b> 95.94	43 <b>Tc</b> (99)	44 <b>Ru</b> 101.07	45 <b>Rh</b> 102.91	46 <b>Pd</b> 106.42	47 <b>Ag</b> 107.87	48 <b>Cd</b> 112.40	49 <b>In</b> 114.82	50 <b>Sn</b> 118.69	51 <b>Sb</b> 121.75	52 <b>Te</b> 127.60	53 <b>I</b> 126.90	54 <b>Xe</b> 131.30
6	55 <b>Cs</b> 132.91	56 <b>Ba</b> 137.34		72 <b>Hf</b> 178.49	73 <b>Ta</b> 180.95	74 <b>W</b> 183.85	75 <b>Re</b> 186.2	76 <b>Os</b> 190.2	77 <b>Ir</b> 192.2	78 <b>Pt</b> 195.09	79 <b>Au</b> 196.97	80 <b>Hg</b> 200.59	81 <b>Tl</b> 204.38	82 <b>Pb</b> 209.17	83 <b>Bi</b> 208.98	84 <b>Po</b> (210)	85 <b>At</b> (210)	86 <b>Rn</b> (222)
7	87 <b>Fr</b> (223)	88 <b>Ra</b> (226)																
„6“			57 <b>La</b> 138.91	58 <b>Ce</b> 140.12	59 <b>Pr</b> 140.91	60 <b>Nd</b> 144.24	61 <b>Pm</b> (145)	62 <b>Sm</b> 150.36	63 <b>Eu</b> 151.96	64 <b>Gd</b> 157.25	65 <b>Tb</b> 158.92	66 <b>Dy</b> 162.50	67 <b>Ho</b> 164.93	68 <b>Er</b> 167.26	69 <b>Tm</b> 168.93	70 <b>Yb</b> 173.04	71 <b>Lu</b> 174.97	
„7“			89 <b>Ac</b> (227)	90 <b>Th</b> 232.04	91 <b>Pa</b> (231)	92 <b>U</b> 238.03	93 <b>Np</b> (237)	94 <b>Pu</b> (242)	95 <b>Am</b> (243)	96 <b>Cm</b> (247)	97 <b>Bk</b> (249)	98 <b>Cf</b> (251)	99 <b>Es</b> (254)	100 <b>Fm</b> (253)	101 <b>Md</b> (256)	102 <b>No</b> (253)	103 <b>Lr</b> (257)	

*Dichte*

Elemente	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	zusammengesetzte Stoffe	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )
Aluminium (Al):	2,7	Zirkon (ZrO <sub>2</sub> )	6,0
Kupfer (Cu)	8,96	Amalgam (im Durchschnitt)	12
Zinn (Sn)	5,75	Quarz (SiO <sub>2</sub> )	2,65
Eisen (Fe)	7,9	PMMA (Polymethylmethacrylate)	1,2
Silber(Ag)	10,5	Luft (0°C, 100 kPa)	0,00129
Quecksilber (Hg)	13,6	Wasser (bei 4°C)	1,000
Gold (Au)	19,3	Eis (bei 0°C)	0,92
Blei (Pb):	11,3	Ethanol	0,8
Kohlenstoff (C, Graphit)	2,23	Körpergewebe (im Durchschnitt)	1,04
Kohlenstoff (C, Diamant)	3,51	Muskel (im Durchschnitt)	1,06
Kohlenstoff (C <sup>60</sup> , Fullerene)	1,65	Blut (im Durchschnitt)	1,05
Titan (Ti)	4,51	Knochen (im Durchschnitt)	1,7
		Fettgewebe (im Durchschnitt)	0,92-0,94

**FORMELSAMMLUNG**  
zum Lehrfach „Medizinische Biophysik“ (Stand: 18. 05. 2021)

*Oberflächenspannung*

Stoff	$\sigma$ (mJ/m <sup>2</sup> )
Wasser	73
Quecksilber (Hg)	486
Ethylalkohol	22

*Spezifische Wärmekapazität*

Stoff	$c$ (kJ/(kg·K))
Wolfram (W)	0,132
Wasser	4,18
Eis	2,094
Ethanol	2,4
Muskel	3,76
Blut	3,9
Kompakter Knochen	1,3-1,7
Fettgewebe	3
Körpergewebe (im Durchschnitt)	3,5

*Spezifische Phasenumwandlungswärme*

Stoff	$q$ (kJ/kg)
Eis (Schmelzwärme)	334,4
Wasser (Verdampfungswärme bei 100°C und 101 kPa)	2257
Wasser (Verdampfungswärme bei 30°C und 101 kPa)	2400

*Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient*

Stoff	$\alpha$ (10 <sup>-6</sup> 1/K)
Aluminium	24
Stahl	12
Amalgam	25
Eis	51
Teflon	200

*Absolute Brechzahl*

Stoff	$n$ (bei 589 nm und 20°C)
Luft	1
Wasser	1,333
Zedernöl	1,505
Diamant	2,417
Glas	1,5
Flintglas	1,6

*Spezifisches Drehvermögen*

Stoff	$[\alpha]_D^{20} \left( \frac{^\circ \cdot \text{cm}^3}{\text{g} \cdot \text{dm}} \right)$
D-Glukose	+52,7
D-Saccharose	+66,5
D-Galaktose	+80,2
D-Laktose	+55,3
D-Fruktose (Lävulose)	-93,8
D-Maltose	+137,5

*Schallgeschwindigkeit*

Stoff	$c$ (m/s)
Luft	330
Helium	970
Wasser	1500

*Viskosität*

Stoff	$\eta$ (mPa·s)
Wasser (bei 20°C)	1
Wasser (bei 25°C)	0,85
Blut (bei 37°C in der Aorta)	4,5

*Massenschwächungskoeffizient*

Stoff	$\mu_m$ (cm <sup>2</sup> /g)
Blei für die $\gamma$ -Strahlung von <sup>24</sup> Na	0,05

**FORMELSAMMLUNG**  
zum Lehrfach „Medizinische Biophysik“ (Stand: 18. 05. 2021)

**CHARAKTERISTISCHE DATEN EINIGER WICHTIGER RADIONUKLIDE:**

Chemisches Element und seine Ordnungszahl		Symbol des Isotops	Physikalische Halbwertszeit	Zerfallstyp	Maximale Teilchenenergie (MeV)	$\gamma$ -Energie (MeV)	$K_\gamma$ Dosis-konstante $\left( \frac{\mu\text{Gy}_{\text{Luft}} \cdot \text{m}^2}{\text{GBq} \cdot \text{h}} \right)$
Wasserstoff	1	$^3\text{H}$	12,33 Jahre	$\beta^-$	0,0186	–	
Kohlenstoff	6	$^{11}\text{C}$	20,4 Minuten	$\beta^+$	0,96	–	
		$^{14}\text{C}$	5760 Jahre	$\beta^-$	0,155	–	
Stickstoff	7	$^{13}\text{N}$	10 Minuten	$\beta^+$	1,19	–	
Sauerstoff	8	$^{15}\text{O}$	2 Minuten	$\beta^+$	1,73	–	
Fluor	9	$^{18}\text{F}$	109,8 Minuten	$\beta^+$	0,633	–	
Natrium	11	$^{24}\text{Na}$	15,02 Stunden	$\beta^-, \gamma$	1,392	2,754 1,369	444
Phosphor	15	$^{32}\text{P}$	14,28 Tage	$\beta^-$	1,710	–	
Schwefel	16	$^{35}\text{S}$	87,2 Tage	$\beta^-$	0,167	–	
Kalium	19	$^{40}\text{K}$	$1,28 \cdot 10^9$ Jahre	$\beta^-, \text{K} (10\%)$	1,31	1,46 nach K	
		$^{42}\text{K}$	12,36 Stunden	$\beta^-, \gamma$	3,52 (75%) 1,99 (25%)	1,525	
Calcium	20	$^{45}\text{Ca}$	163 Tage	$\beta^-$	0,257	–	
Chrom	24	$^{51}\text{Cr}$	27,7 Tage	$\text{K}, \text{e}^-, \gamma$	0,315 ( $\text{e}^-$ )	0,320	
Eisen	26	$^{52}\text{Fe}$	8,2 Stunden	$\beta^+, \gamma$	0,8	0,5	160
		$^{59}\text{Fe}$	44,6 Tage	$\beta^-, \gamma$	1,566	1,30 1,10	
Kobalt	27	$^{60}\text{Co}$	5,272 Jahre	$\beta^-, \gamma$	0,318	1,33 1,17	305
Kupfer	29	$^{64}\text{Cu}$	12,74 Stunden	$\beta^- (39\%)$	0,575		
				$\beta^+ (19\%)$ $\text{K} (42\%)$ $\gamma (1\%)$	0,656	1,34	
Krypton	36	$^{85}\text{Kr}$	10,73 Jahre	$\beta^-, \gamma$	0,687	0,514	
Rubidium	37	$^{81}\text{Rb}$	4,7 Stunden	$\beta^+, \gamma$	0,99	1,93 0,95	
		$^{86}\text{Rb}$	18,65 Tage	$\beta^-, \gamma$	1,78	1,078	
Strontium	38	$^{90}\text{Sr}$	29 Jahre	$\beta^-$	0,546	–	
Yttrium	39	$^{90}\text{Y}$	64 Stunden	$\beta^-, \gamma (0,4\%)$	2,29	1,761	
Technetium	43	$^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$	6,02 Stunden	$\gamma$	–	0,140	
Indium	49	$^{113}\text{In}^{\text{m}}$	1,658 Stunden	$\gamma$	–	0,391	
Jod	53	$^{123}\text{I}$	13,3 Stunden	$\text{K}, \gamma$	–	0,16	54
		$^{125}\text{I}$	59,7 Tage	$\text{K}, \gamma$	–	0,0355	
		$^{131}\text{I}$	8,04 Tage	$\beta^-, \gamma$	0,606	0,364	
					0,25 0,81	0,080 0,723	
Xenon	54	$^{133}\text{Xe}$	5,29 Tage	$\beta^-, \gamma$	0,346	0,081	
Cäsium	55	$^{137}\text{Cs}$	30,1 Jahre	$\beta^-, \gamma$	0,512 (92,6%) 1,173 (7,4%)	0,661	80
Gold	79	$^{198}\text{Au}$	2,695 Tage	$\beta^-, \gamma$	0,961	0,411	
Quecksilber	80	$^{203}\text{Hg}$	46,6 Tage	$\beta^-, \gamma$	0,212	0,279	
Radon	86	$^{222}\text{Rn}$	3,824 Tage	$\alpha$	5,489	–	
Radium	88	$^{226}\text{Ra}$	1600 Jahre	$\alpha, \gamma (6\%)$	4,784	0,186 0,260	
					4,598	0,609	
Uran	92	$^{238}\text{U}$	$4,47 \cdot 10^9$ Jahre	$\alpha, \gamma$	4,2	0,048	