

Vzorečky ke zkoušce z biofyziky

--MČ na LF1 2016--

Stavba hmoty

Orbitální moment hybnosti

$$\vec{L} = \vec{r} \cdot \vec{p}$$

\vec{L} – orbitální moment hybnosti elektronu
 \vec{r} – polohový vektor elektronu
 \vec{p} – hybnost elektronu

Heisenbergova relace neurčitosti

$$\Delta \vec{r} \cdot \Delta \vec{p} \geq \hbar$$
$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar$$

\hbar – Diracova konstanta
 $\Delta \vec{r}$ – neurčitost polohového vektoru elektronu
 $\Delta \vec{p}$ – neurčitost hybnosti elektronu
 ΔE – neurčitost energie elektronu
 Δt – neurčitost času měření

Vztah hlavního kvantového čísla n a celkové energie elektronu

$$E = - \frac{m_e e^4}{8 \epsilon_0 h^2} \cdot \left(\frac{1}{n^2} \right)$$

E – celková energie elektronu
 m_e – klidová hmotnost elektronu
e – náboj elektronu
 ϵ_0 – permitivita vakua
h – Planckova konstanta
n – hlavní kvantové číslo elektronu

Vztahy vedlejších kvantových čísel

$$\vec{L} = \hbar \sqrt{l(l+1)}$$

$$\vec{\mu} = - \left(\frac{e}{2m_e} \right) \vec{L}$$

$$\vec{S} = \hbar \sqrt{s(s+1)}$$

L – velikost orbitálního momentu hybnosti \vec{L}
 \hbar – Diracova konstanta
l – vedlejší kvantové číslo
 $\vec{\mu}$ – magnetický orbitální moment
 m_e – klidová hmotnost elektronu
e – náboj elektronu
 \vec{S} – spinový moment hybnosti
s – spinové kvantové číslo

Energie kvanta záření při deexcitaci

$$E = E_k - E_n = \frac{m_e e^4}{32 \pi^2 \epsilon_0^2 \hbar^2} \cdot \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2} \right)$$

E – energie vyzářeného kvanta
 E_k – energie stavu k
 E_n – energie stavu n
 m_e – klidová hmotnost elektronu
e – náboj elektronu
 ϵ_0 – permitivita vakua
 \hbar – Diracova konstanta

! Ionizace

$$hf = E_v + \frac{1}{2}mv^2$$

h – Planckova konstanta
 f – frekvence ionizujícího kvanta
 E_v – výstupní práce elektronu
 m – hmotnost elektronu
 v – rychlost udělená elektronu

de Broglieho vlnová délka

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mE}}$$

λ – de Broglieho vlnová délka
 h – Planckova konstanta
 p – hybnost pohybující se částice
 m – hmotnost pohybující se částice
 E – energie pohybující se částice

! Larmorova frekvence (MRI)

$$\omega_0 = \gamma \cdot B = \left(\frac{e}{2m_e} \right) B$$
$$\gamma = \frac{e}{2m_e}$$

ω_0 – Larmorova frekvence
 γ – gyromagnetický poměr
 B – velikost vektoru magnetické indukce
 m_e – klidová hmotnost elektronu
 e – náboj elektronu

Hmotová spektroskopie - urychlení

$$E = \frac{1}{2} mv^2 = qU$$

E – kinetická energie urychlených iontů
 m – hmotnost urychlených iontů
 v – rychlost urychlených iontů
 q – náboj urychlených iontů
 U – urychlující napětí

Hmotová spektroskopie – Lorentzova síla

$$F_{\text{mag}} = qvB$$

F_{mag} – magnetická síla působící na ionty
 v – rychlost urychlených iontů
 q – náboj urychlených iontů
 B – velikost vektoru magnetické indukce

Molekulární biofyzika

! Stavová rovnice plynu (ideálního a reálného)

$$pV = nRT$$

$$\left(p + \frac{a}{V^2} \right) (V - b) = nRT$$

p – tlak plynu
 V – objem plynu
 n – látkové množství plynu
 R – plynová konstanta
 T – termodynamická teplota
 a, b – korekční konstanty

Rychlost pohybu molekul plynu

$$v_{mp} = \sqrt{\frac{2kT}{m}}$$
$$\bar{v} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi \cdot m}}$$
$$! v_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = \sqrt{\overline{v^2}}$$

v_{mp} – nejpravděpodobnější rychlost
 \bar{v} – průměrná rychlost
 v_{rms} – střední kvadratická rychlost
 m – hmotnost molekuly
 k – Boltzmanova konstanta
 T – termodynamická teplota

! Střední kvadratická energie

$$E = \frac{3}{2} kT$$

E – střední kvadratická energie
 k – Boltzmanova konstanta
 T – termodynamická teplota

! Rovnice kontinuity (zákon zachování hmoty)

$$v \cdot S = \text{konst.}$$

v – rychlost průtoku
 S – plocha průřezu

! Bernoulliho rovnice (zákon zachování energie)

$$p + \frac{\rho v^2}{2} = \text{konst.}$$

v – rychlost průtoku
 p – tlak kapaliny
 ρ – hustota kapaliny

! Gibbsův zákon fází

$$p + v = s + 2$$

p – počet fází
 v – počet stupňů volnosti systému
 s – počet složek

! Daltonův zákon

$$p = \sum_{i=1}^n p_i = p_1 + p_2 + \dots + p_n$$
$$V = \sum_{i=1}^n V_i = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

p – tlak plynu (jako součet parciálních tlaků složek = tlaků, které by složky měly, pokud by zabíraly samy celý objem)
 V – objem plynu (jako součet parciálních objemů složek = objemů, které by složky měly samostatně při daném tlaku)

! Henryho zákon

$$\frac{m}{V_{kap}} = kP$$

$$c = \alpha^* P$$

P – tlak plynu nad kapalnou fází
 M – hmotnost plynu rozpuštěného v kapalně fázi
 V_{kap} – objem kapalně fáze
 C – koncentrace plynu v kapalně fázi
 α^* – Bunsenův absorpční koeficient

! Stokesův zákon

$$F = 6\pi\eta rv$$

$$v = \frac{2}{9} \cdot \frac{\Delta\rho gr^2}{\eta}$$

F – síla odporu proti klesavému pohybu

η – viskozita kapaliny

r – poloměr částice

v – rychlost klesavého pohybu

$\Delta\rho$ – rozdíl hustot kapaliny a klesající částice

g – gravitační zrychlení

Transportní jevy obecně

$$\frac{\phi_1}{A\tau} = -k \frac{\Delta\phi_2}{\Delta x}$$

levá strana – tok transportované veličiny ϕ_1 =

kolik veličiny přejde v čase τ skrz plochu A

pravá strana - míra gradientu veličiny ϕ_2 ve dvou místech

Δx – vzdálenost uvažovaných míst

Tok veličiny ϕ_1 probíhá proti gradientu veličiny ϕ_2 , proto má opačnou hodnotu (znaménko -)

! Viskozita

$$\frac{F}{S} = -\eta \frac{\Delta v}{\Delta x}$$

$$v = \frac{\eta}{\rho}$$

η – viskozita kapaliny

F/S – třecí síla mezi dvěma vrstvami kapaliny

vztahovaná na jednotku plochy

Δv – rozdíl rychlostí proudění dvou vrstev

Δx – vzdálenost uvažovaných vrstev

ρ – hustota kapaliny

v – kinematická viskozita

! Difuze

$$\frac{n}{A\tau} = -D \frac{\Delta c}{\Delta x}$$

$n/A\tau$ – difuzní tok = jaké látkové množství

difunduje v čase τ skrz plochu A

D – difuzní koeficient

Δc – rozdíl koncentrací ve dvou místech

Δx – vzdálenost uvažovaných míst

! Vedení tepla

$$\frac{Q}{A\tau} = -\lambda \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

$Q/A\tau$ – tepelný tok = jaké teplo přejde v čase τ skrz plochu A

λ – koeficient tepelné vodivosti

ΔT – rozdíl teplot [K] ve dvou místech

Δx – vzdálenost uvažovaných míst

Koligativní vlastnosti roztoků (Raoultův zákon obecně)

$$\Delta\phi = k \cdot c_m = k \cdot \frac{c_g}{M}$$

$\Delta\phi$ – změna veličiny

k – koeficient

c_m – molární koncentrace

c_g – hmotnostní koncentrace

M – molární hmotnost

Snížení tenze par (1. Raoultekův zákon)

$$\frac{\Delta p}{p_0} = \frac{n_2}{n_2 + n_1}$$

Δp – snížení tenze par ($\Delta p = p_0 - p$)
 p_0 – původní hodnota tenze par
 n_2 – molární množství rozpuštěné látky
 n_1 – molární množství rozpouštědla

Zvýšení bodu varu (ebulioskopie – 2. Raoultekův zákon)

$$\Delta T_v = K_e \cdot c_m$$

ΔT_v – změna teploty varu
 K_e – ebulioskopická konstanta
 c_m – molární koncentrace

Snížení bodu tuhnutí (kryoskopie – 3. Raoultekův zákon)

$$\Delta T_t = -K_k \cdot c_m$$

ΔT_t – změna teploty tuhnutí
 K_k – kryoskopická konstanta
 c_m – molární koncentrace

! Velikost osmotického tlaku (1. van't Hoffův zákon)

$$\Pi = c_m RT$$

Π – velikost osmotického tlaku
 c_m – molární koncentrace rozpuštěných částic
 R – plynová konstanta
 T – termodynamická teplota

Změna osmotického tlaku s teplotou při konstantní koncentraci (2. van't Hoffův zákon)

$$\Pi = \Pi_0(1 + \gamma t)$$

Π – velikost osmotického tlaku
 Π_0 – velikost osmotického tlaku při 0°C
 γ – konstanta
 t – teplota v °C

Elasticita a poddajnost cév

$$E = \frac{\Delta p}{\frac{\Delta V}{\Delta V}}$$
$$C = \frac{\Delta V}{\Delta p}$$

E – elasticita = kolik tlaku je potřeba, aby donutil cévu zvětšit objem o ΔV
 C – poddajnost (compliance) = jakou změnu objemu vyvolá změna tlaku Δp

Reynoldsovo číslo

$$Re = \frac{\rho r v}{\eta}$$

Re – Reynoldsovo číslo
 ρ – hustota kapaliny
 r – poloměr trubice
 η – viskozita kapaliny

Bioenergetika a tepelná technika

! Ohřívání a změna skupenství

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t$$

$$Q = C \cdot m$$

Q – spotřebované teplo

c – měrná tepelná kapacita

C – měrné skupenské teplo (tání, tuhnutí ...)

m – hmotnost tělesa

! Změna vnitřní energie (1. Termodynamický zákon)

$$\Delta U = Q - W$$

ΔU – změna vnitřní energie systému

Q – dodané teplo do systému

W – práce konaná systémem

! Entalpie

$$H = U + p \cdot \Delta V$$

H – entalpie (tepelný obsah)

U – vnitřní energie

p - vnější tlak (konstantní)

ΔV – změna objemu systému

Účinnost tepelného stroje (2. Termodynamický zákon)

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

η – účinnost

Q_1 – teplo odebrané teplejšímu zásobníku

Q_2 – teplo odevzdané teplejšímu chladnějšímu

T_1 – teplota teplejšího zásobníku

T_2 – teplota chladnějšího zásobníku

Entropie – termodynamické vyjádření

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$$

ΔS – změna entropie

ΔQ – přírůstek tepla do systému

T – termodynamická teplota systému

Entropie – statistické vyjádření

$$S = k \ln P$$

$$P = \frac{1}{2^N}$$

S – entropie

k – Boltzmannova konstanta

P – termodynamická pravděpodobnost

N – počet možných stavů systému

Volná energie

$$F = U - TS$$

F – volná energie (Helmoltzova funkce)

U – vnitřní energie

T – termodynamická teplota

S - Entropie

Volná entalpie

$$G = H - TS$$

G – volná entalpie (Gibbsova funkce)
H – entalpie
T – termodynamická teplota
S – Entropie

Chemický potenciál

$$\mu_i = \frac{\Delta G}{\Delta n_i}$$

μ_i – chemický potenciál – derivace G podle n_i
 ΔG – změna volné entalpie
 Δn_i – změna látkového množství složky i

Práce vykonaná při aktivním transportu

$$W = nRT \ln \frac{c_2}{c_1} \pm nFz(\Delta E)$$

W – práce vykonaná při aktivním transportu
N – látkové množství transportované látky
R – plynová konstanta
T – termodynamická teplota
 c_2 – koncentrace látky v původním místě
 c_1 – koncentrace látky v cílovém místě
F – Faradayova konstanta
Z – valence (mocenství) transportovaných iontů
 ΔE – rozdíl potenciálů na obou stranách

Transport probíhá po směru elektrického gradientu → znaménko (-)

Pokud neexistuje elektrický gradient, druhý člen zanedbáme

Fahrenheitova stupnice

$$T_F = \frac{9}{5} t_C + 32$$

T_F – teplota ve °F
 t_C – teplota ve °C

Elektrika

Membránový potenciál

$$U_{mem} \cong U_{K^+} = \frac{RT}{F} \cdot \ln \frac{c_{K^+}^{ex}}{c_{K^+}^{in}}$$

$$U_{mem} = \frac{RT}{F} \cdot \ln \frac{c_{K^+}^{ex} \cdot P_{K^+} + c_{Na^+}^{ex} \cdot P_{Na^+} + c_{Cl^-}^{ex} \cdot P_{Cl^-}}{c_{K^+}^{in} \cdot P_{K^+} + c_{Na^+}^{in} \cdot P_{Na^+} + c_{Cl^-}^{in} \cdot P_{Cl^-}}$$

U_{mem} – membránový potenciál, zjednoduš. U_{K^+}
 U_{K^+} – potenciál K^+ iontů
R – plynová konstanta
T – termodynamická teplota
F – Faradayova konstanta
 $c_i^{ex/in}$ – koncentrace iontu i intra-/extracelulárně
 P_i – aktivita iontu i

! Impedance

$$Z = \frac{U}{I} = \sqrt{R^2 + (R_L - R_C)^2} \cong \sqrt{R^2 + R_C^2}$$

Z – impedance
U – procházející napětí
I – procházející proud
R – rezistance
 R_L – indukance (v lidském těle zanedbatelná)
 R_C – kapacitance

Kapacitance

$$R_C = \frac{1}{\omega C}$$

R_C – kapacitance
 ω – frekvence střídavého proudu
C - kapacita

Induktance

$$R_L = \omega L$$

R_L – induktance
 ω – frekvence střídavého proudu
L - indukčnost

1. Faradayův zákon elektrolýzy

$$m = A \cdot Q = A \cdot I \cdot t$$

m - hmotnost vyloučené látky
A – elektrochemický ekvivalent
Q – celkový náboj prošlý elektrolytem
I – proud prošlý elektrolytem
t – doba průchodu proudu elektrolytem

2. Faradayův zákon elektrolýzy

$$A = \frac{M}{Fz}$$

A – elektrochemický ekvivalent
M – molární hmotnost vyloučené látky
F – Faradayova konstanta
Z – mocenství (valence) iontů = kolik elektronů je potřeba dodat, aby se stal iont neutrálním

Fyzikální a fyziologická akustika

! Délka zvukové vlny

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

λ – délka zvukové vlny
c – rychlost šíření zvuku
f – frekvence zvuku

! Efektivní tlak a rychlost zvuku

$$p_{ef} = \sqrt{2} \cdot p_{max}$$
$$v_{ef} = \sqrt{2} \cdot v_{max}$$

p_{ef} – efektivní tlak zvuku
 p_{max} – tlak zvuku v amplitudě
 v_{ef} – efektivní rychlost zvuku
 v_{max} – rychlost zvuku v amplitudě

! Akustická impedance

$$z = \frac{p_{ef}}{v_{ef}} = \rho c$$

z – akustická impedance
 p_{ef} – efektivní tlak zvuku
 p_{max} – tlak zvuku v amplitudě
 ρ – hustota prostředí šíření
c – rychlost šíření zvuku

! Intenzita zvuku

$$I = p_{ef} v_{ef} = \frac{p_{ef}^2}{\rho c}$$

I – intenzita zvuku

p_{ef} – efektivní tlak zvuku

p_{max} – tlak zvuku v amplitudě

ρ – hustota prostředí šíření

c – rychlost šíření zvuku

! Hladina intenzity zvuku

$$L = \log \frac{I}{I_0} [B] = 10 \log \frac{I}{I_0} [dB]$$

L – hladina intenzity zvuku

I – intenzita zvuku

I_0 – prahová hodnota intenzity zvuku

Odrzivost zvuku na akustickém rozhraní

$$R = \left(\frac{z_1 - z_2}{z_1 + z_2} \right)^2$$

R – odrazivost zvuku na akustickém rozhraní

z_1 – akustická impedance prvního prostředí

z_2 – akustická impedance druhého prostředí

Weber-Fechnerův zákon

$$S = \ln \frac{I}{I_0}$$

S – intenzita subjektivního vjemu

k – konstanta

I – fyzikální intenzita vjemu

I_0 – prahová hodnota intenzity vjemu

! Doplerův jev

$$\lambda = \lambda_0 \pm \frac{v_{zdroj}}{f_0}$$
$$f = f_0 \pm \frac{c}{c \pm v_{zdroj}}$$

λ – vlnová délka zvuku přijímaná pozorovatelem

λ_0 – vlnová délka zvuku emitovaná zdrojem

f – frekvence zvuku přijímaná pozorovatelem

f_0 – frekvence zvuku emitovaná zdrojem

C – rychlost šíření zvuku v daném prostředí

v_{zdroj} – rychlost přibližování zdroje

Pokud se zdroj a pozorovatel pohybují k sobě, dosazujeme do první rovnice (+), do druhé (-)

Fyzikální základy použití optiky v lékařství

! Energie fotonu

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

E – energie fotonu

h – Planckova konstanta

f – frekvence elektromagnetického vlnění

c – rychlost šíření světla

λ – vlnová délka elektromagnetického vlnění

Kirchhoffův zákon

$$\frac{H_\lambda}{A_\lambda} = f(\lambda, T)$$

Poměr intenzity vyzařování a pohltivosti pro danou vlnovou délku je funkcí vlnové délky a termodynamické teploty

H_λ – intenzita vyzařování **pro danou λ**

A_λ – pohltivost **pro danou λ**

λ – vlnová délka záření

T – termodynamická teplota

! Stefan – Boltzmanův zákon

$$H = \sigma T^4$$

H – **celková** intenzita vyzařování (**pro všechny λ**)

σ – Stefan-Boltzmanova konstanta

T – termodynamická teplota

Wienův zákon

$$\lambda_{max} = \frac{b}{T}$$

λ_{max} – vlnová délka nejvíce zastoupená ve spojitém spektru vyzařování

b – Wienova konstanta

T – termodynamická teplota

Intenzita světla po průchodu prostředím

$$I = I_0 e^{-\alpha d}$$

I – Intenzita světla po průchodu prostředím

I_0 – původní intenzita světla

e – základ přirozených logaritmů (Eulerovo číslo)

α – koeficient absorpce

d – tloušťka prostředí

! Lambert-Beerův zákon

$$E = \varepsilon c_m d = \log \frac{I_0}{I}$$

E – extinkce, dříve A – absorbance

ε – molární extinkční koeficient

c_m – molární koncentrace látky

d – tloušťka prostředí

I – Intenzita světla po průchodu prostředím

I_0 – původní intenzita světla

Transmittance

$$T = \frac{I}{I_0}$$
$$E = -\log T$$

T – transmittance

I – Intenzita světla po průchodu prostředím

I_0 – původní intenzita světla

T – extinkce

Absorbce

$$A = \frac{I_0 - I}{I_0}$$

A – absorbce (neplést s absorbcí)

I – Intenzita světla po průchodu prostředím

I_0 – původní intenzita světla

Intenzita rozptýleného světla

$$\frac{I_r}{I_0} = k \frac{M^2}{\lambda^4}$$

I_r – intenzita rozptýleného světla
 I_0 – původní intenzita světla
 k – konstanta
 M – molární hmotnost rozpuštěné látky
 λ – vlnová délka světla

! Optická mohutnost

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

D – optická mohutnost (počet dioptrií)
 f – ohnisková vzdálenost

! Čočková rovnice

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{x'} = \pm \frac{1}{f}$$

x – vzdálenost předmětu od středu čočky
 x' – vzdálenost obrazu od středu čočky
 f – ohnisková vzdálenost

Korekce krátkozrakosti: $a = \infty$ (tj. člen aproximuje k 0 a tak ho zanedbáme), a' = vzdálený bod toho nemocného oka (ten je posunut k němu třeba na dva metry)

Korekce dalekozrakosti: $a = 0,25$; a' = blízký bod toho nemocného oka (ten je posunut dál od oka)

Příčné zvětšení objektivu

$$Z_{obj} = \frac{f_{obj} + \Delta}{f_{obj}} \cong \frac{\Delta}{f_{obj}}$$

Z_{obj} – zvětšení objektivu
 f_{obj} – ohnisková vzdálenost objektivu
 Δ – optický interval mikroskopu

Numerická apertura

$$A = n \cdot \sin u$$

A – numerická apertura
 n – index lomu prostředí mezi objektem a objektivem
 u – polovina úhlu, pod kterým paprsky z objektu vstupují do objektivu

Rozlišovací schopnost mikroskopu

$$d = 0,61 \frac{\lambda}{A}$$

d – rozlišovací schopnost = nejmenší vzdálenost dvou rozlišitelných bodů
 λ – vlnová délka daného světla
 A – numerická apertura

Rovnice pro tlustou čočku

$$\varphi = \frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \cdot \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

φ – optická mohutnost
 f – ohnisková vzdálenost
 n_2 – index lomu materiálu čočky
 n_1 – index lomu prostředí
 r_1, r_2 – poloměry křivosti

Rychlost světla

$$v = \frac{c}{n}$$
$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon_0}}$$

v – rychlost šíření světla v prostředí
 c – rychlost šíření světla ve vakuu
 n – index lomu prostředí
 μ – magnetická permeabilita vakua
 ε_0 – permitivita vakua

Rentgenové záření

! Nejkratší vlnová délka ve spektru primárního rentgenového záření

$$\lambda_{min} = \frac{hc}{eU} = \frac{1234,6}{U}$$

λ_{min} – krátkovlnná hranice spojitého spektra
 h – Planckova konstanta
 c – rychlost světla
 e – náboj elektronu
 U – žhavicí napětí

Nejvíce zastoupená vlnová délka ve spektru primárního rentgenového záření

$$\lambda' = \sqrt{2} \lambda_{min}$$

λ' – nejvíce zastoupená vlnová délka
 λ_{min} – krátkovlnná hranice spojitého spektra

! Absorbce rentgenového záření

$$I = I_0 e^{-\mu d}$$

$$\mu = \tau + \sigma$$

I – zbývající intenzita po průchodu prostředím
 I_0 – původní intenzita
 e – základ přirozených logaritmů (Eulerovo číslo)
 d – tloušťka prostředí
 μ – celkový lineární absorpční koeficient
 τ – lineární absorpční koeficient pro fotoefekt
 σ – lin. abs. koeficient Comptonova rozptylu

! Lineární absorpční koeficient pro fotoefekt

$$\tau = k\rho\lambda^3 Z^4$$

τ – lineární absorpční koeficient pro fotoefekt
 k – konstanta
 ρ – hustota absorbátoru
 Z – atomové číslo absorbátoru

Výkon rentgenového záření

$$P = kU^2 IZ$$

P – výkon rentgenového záření
 k – konstanta
 U – urychlující napětí
 I – anodový proud
 Z – atomové číslo absorbátoru

Rentgenový kontrast

$$C_r = \ln \frac{I_1}{I_2}$$

C_r – kontrast mezi dvěma sousedními body
 I_1, I_2 – intenzity dvou sousedních bodů

Radioaktivita a ionizující záření

! Radioaktivní rozpad

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = -\lambda N$$

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$A = \lambda N$$

ΔN – počet jader přeměněných za Δt
 λ – přeměnová (rozpadová) konstanta
 N – celkový počet jader v čase t
 A – aktivita
 e – základ přirozených logaritmů (Eulerovo číslo)
 N_0 – původní počet jader v čase t_0

! Poločas rozpadu

$$T_f = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}$$

T_f – poločas rozpadu (fyzikální poločas)
 λ – přeměnová (rozpadová) konstanta

! Efektivní poločas rozpadu

$$\frac{1}{T_{ef}} = \frac{1}{T_f} + \frac{1}{T_b}$$

T_{ef} – efektivní poločas
 T_f – poločas rozpadu (fyzikální poločas)
 T_b – biologický poločas

Efektivní rychlost úbytku radioaktivního prvku z organismu

$$\lambda_{ef} = \lambda_f + \lambda_b$$

λ_{ef} – poměrná rychlost úbytku z organismu
 λ_f – přeměnová (rozpadová) konstanta
 λ_b – rychlost biologického vylučování prvku

! Absorbce záření gama

$$I = I_0 e^{-\mu d}$$

$$\mu = \tau + \sigma + \kappa$$

I – zbývající intenzita po průchodu prostředím
 I_0 – původní intenzita
 e – základ přirozených logaritmů (Eulerovo číslo)
 d – tloušťka prostředí
 μ – celkový lineární absorpční koeficient
 τ – lineární absorpční koeficient pro fotoefekt
 σ – lin. abs. koeficient Comptonova rozptylu
 κ – lin. abs. koeficient tvorby e^-/e^+ párů

! Polotloušťka

$$D_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu}$$

$D_{1/2}$ – polotloušťka absorbátoru
 μ – celkový lineární absorpční koeficient

Energetická bilance fotoelektrického jevu

$$hf = W + E_k$$

h – Planckova konstanta
 f – frekvence primárního záření
 W – výstupní práce sekundárního e^-
 E_k – kinetická energie udělená sekundárnímu e^-

Energetická bilance tvorby e^-/e^+ párů

$$hf = E_{ke} + E_{kp} + 2m_e c^2$$

h – Planckova konstanta
 f – frekvence primárního záření
 E_{ke} – kinetická energie vzniklého e^-
 E_{kp} – kinetická energie vzniklého e^+
 m_e – klidová hmotnost e^-
 c – rychlost světla

Objemová aktivita

$$a_v = A/V$$

a_v – objemová aktivita
 A – aktivita látky
 V – objem látky

! Expozice

$$X = \frac{\Delta Q}{\Delta m}$$

X – expozice
 $\Delta Q/\Delta m$ – náboj Q vytvořených iontů vzniklých
zabřžděním záření ve vzduchu o hmotnosti m

! Absorbovaná dávka

$$D = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

D – absorbovaná dávka
 $\Delta E/\Delta m$ – střední energie E ionizujícího záření
absorbovaná ve vzduchu o hmotnosti m

Dávkový ekvivalent

$$H = D \cdot Q \cdot N$$

H – dávkový ekvivalent
 D – absorbovaná dávka
 Q – jakostní faktor záření
 N – součin dalších faktorů charakterizujících
podmínky záření