



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

F1190 Úvod do biofyziky
Masarykova Univerzita
Podzimní semestr 2022

Řešení k přednášce z 5.10.2023_radioaktivita

Vyučující:

Prof. Jiří Kozelka, Biofyzikální Laboratoř, Ústav fyziky kondenzovaných látek, PŘF MU, Kotlářská 2, kozelka.jiri@gmail.com

Počet atomů, který se rozpadne za infinitesimální časovou jednotku, je přímo úměrný stávajícímu počtu atomů N :

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N$$

λ je rychlostní konstanta pro tuto reakci, tzv. rozpadová konstanta. Řešení této diferenciální rovnice je exponenciální funkce:

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

Poločas rozpadu $t_{1/2}$ je čas, za který se rozpadne 50% materiálu. Je to parametr nepřímo úměrný rychlostní konstantě λ .

Cvičení 1: odvodte rovnici pro $t_{1/2}$

$$N(t=t_{1/2}) = 1/2 = \exp(-\lambda t_{1/2})$$

$$-\ln 2 = -\lambda t_{1/2}$$

$$t_{1/2} = \ln 2 / \lambda$$

Poločasu rozpadu 5730 ± 40 y tedy odpovídá rychlostní konstanta $\lambda = ?$

Cvičení 2: vypočítejte λ

$$\lambda (5690 \text{ y}) = 1.218 \cdot 10^{-4} \text{ y}^{-1}$$

$$\lambda (5770 \text{ y}) = 1.201 \cdot 10^{-4} \text{ y}^{-1}$$

$$\lambda = (1.21 \pm 0.01) \cdot 10^{-4} \text{ y}^{-1}$$

Cvičení 3

Analýzou kosti zvířete bylo zjištěno, že obsahuje 70% z původního množství izotopu ^{14}C . Určete stáří zvířete, když poločas rozpadu izotopu je 5730 ± 40 y. (Požadováno je řešení, výsledek a standardní odchylka.)

$$0.7 = \exp(-\lambda t)$$

$$\ln(0.7) = -\lambda t$$

$$t = [0.3567 / (1.21 \pm 0.01)] \cdot 10^4 \text{ y}^{-1}$$

$$t(\text{lower}) = (0.3567 / 1.22) \cdot 10^4 \text{ y} = 0.2924 \cdot 10^4 \text{ y}$$

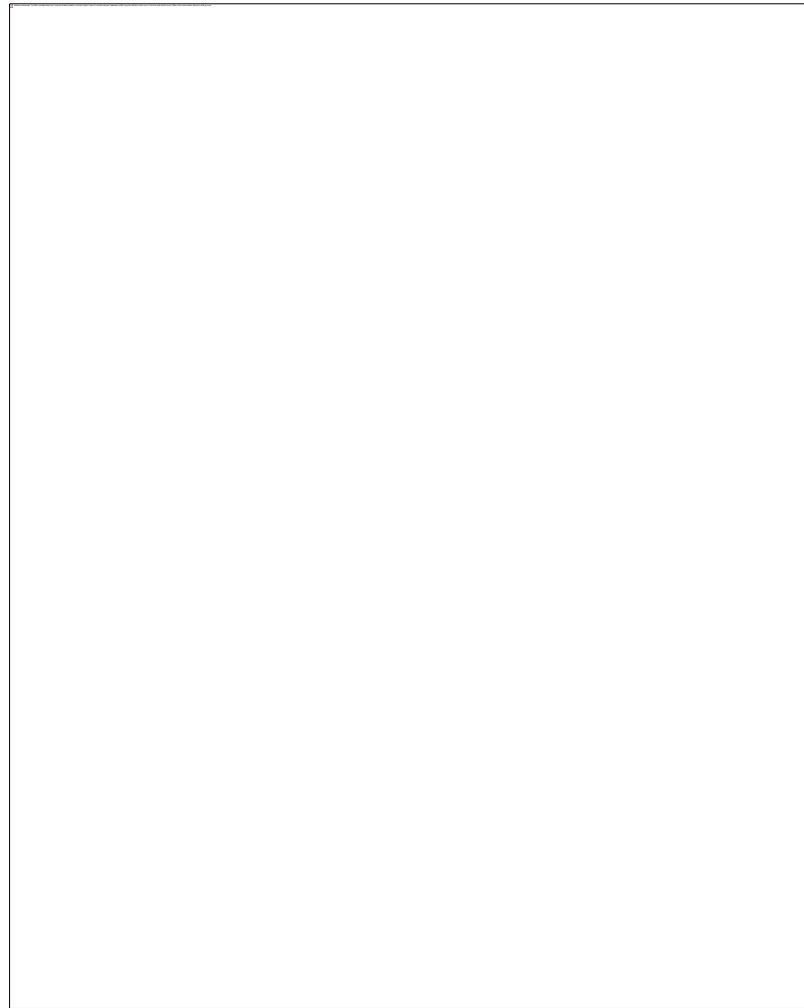
$$t(\text{upper}) = (0.3567 / 1.20) \cdot 10^4 \text{ y} = 0.2972 \cdot 10^4 \text{ y}$$

$$t = 2948 \pm 24 \text{ y}$$

Pokud bychom počítali s přesnými hranicemi pro λ , danými směrodatnou odchylkou pro $t_{1/2}$, tedy $1.201 \cdot 10^{-4} \text{ y}^{-1}$ a $1.218 \cdot 10^{-4} \text{ y}^{-1}$ (viz Cvičení 2), obdržíme $t = 2948 \pm 21 \text{ y}$

Oba výsledky lze považovat za správné.

Příklad: Protein LEF-1 je tzv. transkripční regulátor, který reguluje produkci (expresi) antigenových receptorů na povrchu lymfocytů T. Jeho funkcí je vázat DNA na specifické sekvenci 5'-CCTTTGAA a vytvořit v DNA ohyb, který je předpokladem k transkripci. **Je zajímavé zjistit, s jak velkou afinitou se váže doména HMG (zelená stuha) proteinu LEF-1 na DNA, která obsahuje sekvenci 5'-CCTTTGAA (modrá/zlatá).** Při vzniku komplexu mezi DNA a LEF-1 hraje důležitou úlohu aminokyselina methionin (hnědá), která se vklíní („interkaluje“) mezi dvě adeninové báze (tlusté modré čáry).



Značenou DNA necháme reagovat s proteinem, přičemž se vytvoří rovnováha:

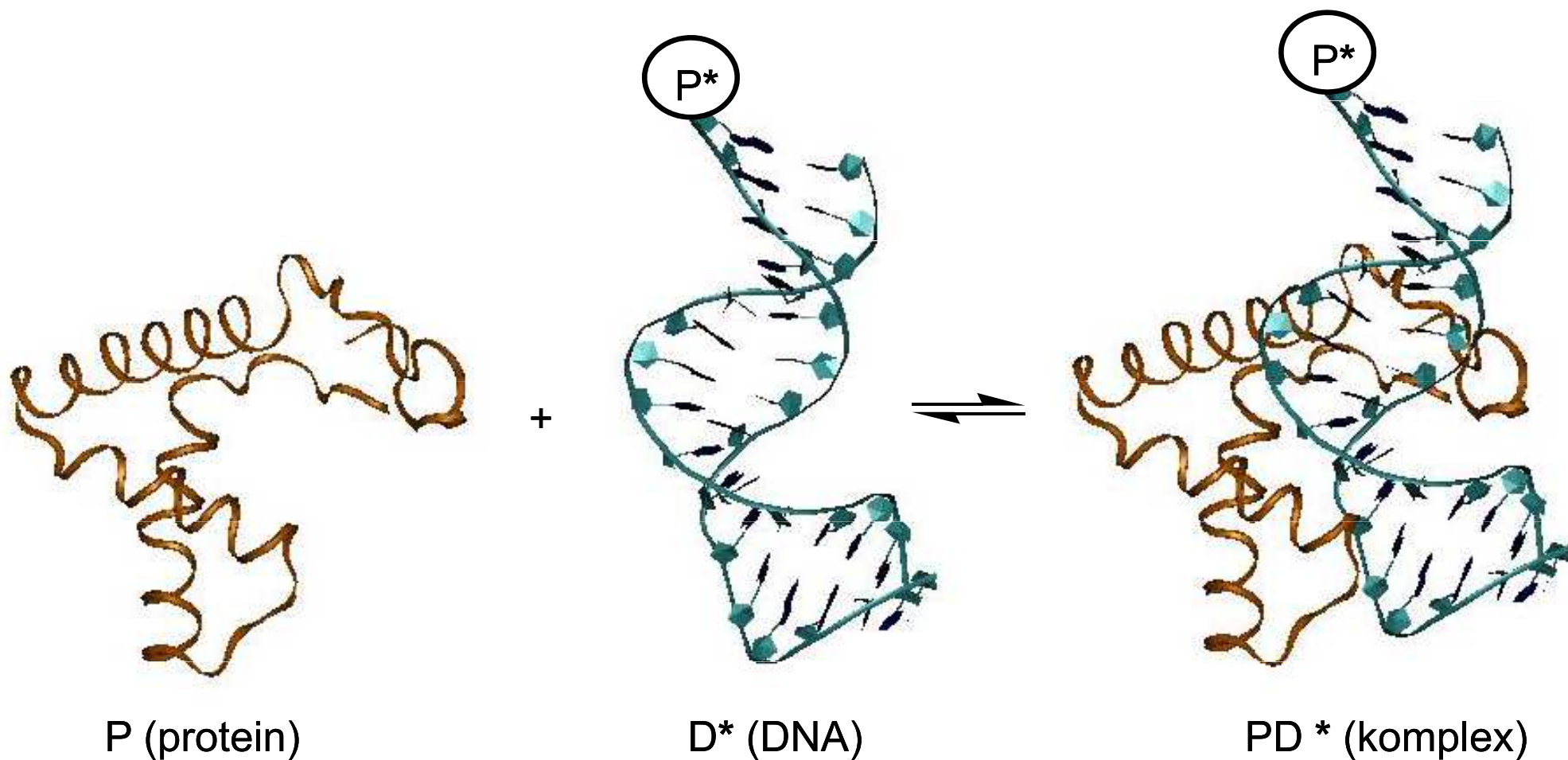
O koncentracích v rovnováze platí:

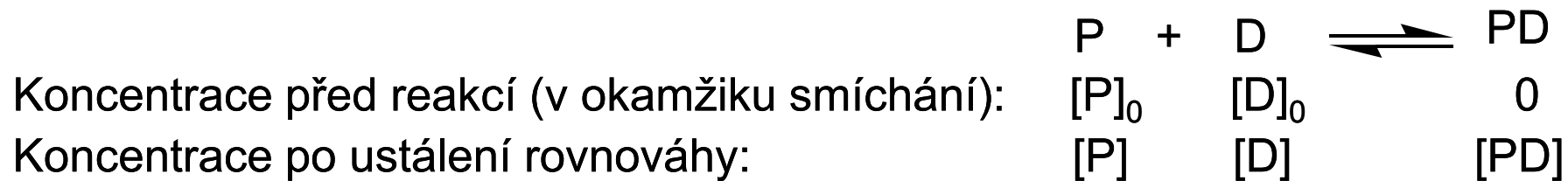
$$K_a = \frac{[PD]}{[P] \cdot [D]}$$

$$K_d = \frac{[P] \cdot [D]}{[PD]}$$

K_a : asociační konstanta

K_d : disociační konstanta





$$K_d = \frac{[P] \cdot [D]}{[PD]}$$

K_d : disociační konstanta

Cvičení 4: Dokažte, že pokud platí $[P]_0 \gg [D]_0$, je K_d rovna koncentraci $[P]_0$, při které je $[PD]/[D]_0 = 0.5$

$$[P] = [P]_0 - [PD] \quad [D] = [D]_0 - [PD]$$

$[PD]$ nemůže být větší než $[D]_0$, tedy pro $[P]_0 \gg [D]_0$ platí, že, $[P]_0 \gg [PD]$ a $[P] \approx [P]_0$

$$K_d \approx \frac{[P]_0 \cdot ([D]_0 - [PD])}{[PD]} \Rightarrow K_d \frac{[PD]}{[D]_0} \approx [P]_0 - [P]_0 \frac{[PD]}{[D]_0}$$

$$\frac{[PD]}{[D]_0} (K_d + [P]_0) \approx [P]_0 \Rightarrow \frac{[PD]}{[D]_0} \approx \frac{[P]_0}{K_d + [P]_0}$$

takže když $\frac{[PD]}{[D]_0} = 0.5 \Rightarrow K_d \approx [P]_0$