

Lösung Probeklausur Physikalische Chemie

Folgende Größen könnten bei der Lösung der Aufgaben hilfreich sein:

Avogadro-Konstante	N_A	$6.02214 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$
Boltzmannkonstante	k_B	$1.38066 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$
Gaskonstante	R	$8.31451 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$
Erdbeschleunigung	g	$9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
Elementarladung	e_0	$1.60218 \cdot 10^{-19} \text{C}$
Elektrische Feldkonstante	ϵ_0	$8.85419 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}}{\text{Vm}}$
Faraday-Konstante	F	$9.64853 \cdot 10^4 \frac{\text{C}}{\text{mol}}$
Viskosität von Wasser	η_{H_2O}	$0.9 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}$
durchschnittliche Proteindichte	$\bar{\rho}_{Prot}$	$1.4 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
durchsch. spezif. Volumen eines Proteins	\bar{V}_{Prot}	$0.7 \frac{\text{cm}^3}{\text{g}}$
durchschn. Gewicht einer Aminosäure	\bar{m}_{Prot}	115 Da
Masseneinheit Dalton	Da	1Da = $1.66 \cdot 10^{-27} \text{kg}$
Kreiszahl	π	3.14159...

1 NoGo signaling (6 Punkte)

Der monomere NoGo-Rezeptor liegt als Monomer vor. Bei der Zugabe des Liganden NoGo bildet sich ein Komplex, der aus einem NoGo-Rezeptor-Dimer und einem Molekül NoGo besteht. Sobald der NoGo-Rezeptor/NoGo Komplex vorliegt bindet er an den coRezeptor p75 der ebenfalls als Dimer vorliegt. Dieser letzte Komplex leitet dann das Signal durch die Membran.

1. Schreiben Sie den gesamten Reaktionsmechanismus des oben stehenden Vorganges auf. (1 Pkt.)
2. Welche Reaktionsordnung haben der erste und der zweite Teil der oben stehenden Reaktion? (1 Pkt.)
3. Schreiben Sie die fünf kinetischen Differentialgleichungen auf, die die Reaktion vollständig beschreiben. (1 Pkt.)

4. Wie kann man experimentell bestimmen - ohne die Diffusionskonstante des Komplexes zu kennen - dass der NoGo Rezeptor nach der Zugabe des Liganden ein Dimer bildet? (1 Pkt.)

5. NoGo ist ein kleiner, extrazellulärer Ligand mit 66 Aminosäuren. Berechnen Sie den Diffusionskoeffizienten bei einer Temperatur von 300K in einer extrazellulären Lösung mit einer Viskosität von $\eta = 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}\cdot\text{s}}$ unter der Annahme dass NoGo kugelförmig ist. (1 Pkt.)

6. Wie lange dauert es, bis NoGo im Mittel das Quadrat einer Strecke von $x = 10 \mu\text{m}$ zurückgelegt hat? (Verwenden Sie hierfür die oben berechnete Diffusionskonstante von $D = 1.70 \cdot 10^{-6} \frac{\text{cm}^2}{\text{s}}$) (1 Pkt.)

2 Membraneigenschaften (6 Punkte)

Kornberg und McConnel haben die transversale Diffusion (Flip-Flop) von Lipiden, von einer Schicht zur anderen, in einer Membrandoppelschicht mit Hilfe von ElektronenSpin-Resonanz (ESR) Spektroskopie gemessen. Sie haben auf der einen Seite der Membrandoppelschicht Ascorbat zugegeben, welche den gemessenen Elektronenspin des Lipids zerstört. Innerhalb weniger Minuten ist 50% des Signals verschwunden, weil 50% der Lipide zugänglich für das Ascorbat waren. Danach nimmt das Signal, mit einer Halbwertszeit von 6.5 h, sehr langsam ab.

1. Berechnen Sie aus der Halbwertszeit die Rate der transversalen Diffusion der Lipide. (0.5 Pkt.)

2. Nehmen Sie an, dass das Lipid eine negative Ladung an der Oberfläche hat, welche die Bindung von K^+ - Ionen an das Lipid ermöglicht. Durch diese Bindung und des Prozesses der transversalen Diffusion der Lipide können K^+ - Ionen durch die Membran diffundieren, falls innerhalb der Membran eine Kalium - Ionen Konzentration von 150 mM vorliegt und sie ausserhalb der Membran mit 1 mM vernachlässigbar klein ist.
- (a) Wie viel Strom fliesst innerhalb der Halbwertszeit und für $t \rightarrow \infty$ pro Lipid? (1 Pkt.)
- (b) Wie viel Strom fliesst durch die Membran einer Zelle mit einem Radius $r = 1 \mu\text{m}$? (Schätzen Sie dabei den Durchmesser eines Lipids auf der Basis seiner Geometrie ab.) (1 Pkt.)
- (c) Schreiben Sie den dazugehörigen Drei-Schritt Reaktionsmechanismus auf. (1 Pkt.)
- (d) Vereinfachen Sie den dazugehörigen Reaktionsmechanismus indem Sie annehmen, dass das Lipid wie ein Katalysator funktioniert und dass die Aussenkonzentration der K^+ - Ionen vernachlässigbar klein ist. Berechnen Sie zusätzlich die Reaktionsgeschwindigkeitskonstante. (2.5 Pkt.)