

# Übung 5

Ausgabe 19.03.2018

Abgabe 26.03.2018

## 1 pH-Wert an der Zelloberfläche

Eine Zelle mit negativ geladener Oberfläche (die Ladung besteht aus fixierten Ionen in der Zellmembran) befindet sich in einem Kulturmedium mit einem pH-Wert von 7.0, einer Ionenstärke von  $I = 0.08 \text{ mol l}^{-1}$  und einer Temperatur von  $T = 330 \text{ K}$ . Die Ladungsdichte  $\sigma$  der Zelloberflächen beträgt eine Elementarladung pro  $50 \text{ nm}^2$ .

1. Berechnen Sie mittels der Gouy-Chapman Theorie unter der Annahme  $|\varphi_0| \ll RT/F$  die Debye-Länge, also die Distanz, über die das elektrische Potential  $\varphi$  auf den  $e$ -ten Teil des elektrischen Potentials der Zelloberfläche  $\varphi_0$  abgefallen ist.
2. Berechnen Sie aus dem Zusammenhang zwischen Flächenladungsdichte und Grenzflächenpotential das elektrische Potential an der Zelloberfläche.
3. Ist die Annahme in Teilaufgabe 1 in diesem Fall gerechtfertigt?
4. Nimmt der pH-Wert in unmittelbarer Nähe der Zelloberfläche zu oder ab? Warum?

## 2 Sedimentation in einem Schwerfeld

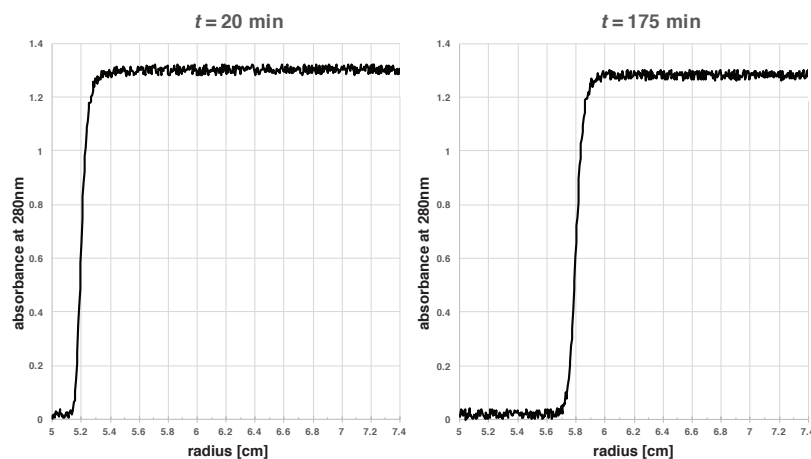
Das Enzym Fantase hat bei  $T = 25^\circ \text{C}$  einen Sedimentationskoeffizienten in Wasser von  $s = 22.7 \text{ S}$ , einen Diffusionskoeffizienten von  $D = 3.14 \times 10^{-11} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ , ein spezifisches Volumen von  $\tilde{V}_p = 7.34 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  und die Dichte von Wasser sei  $\rho_w = 998 \text{ kg m}^{-3}$ . Nehmen Sie an, dass sich die Enzymmoleküle in wässriger Lösung befinden und aus dieser durch Sedimentation abgetrennt werden sollen.

1. Welche Kräfte wirken auf ein sedimentierendes Teilchen in Lösung?
2. Stellen Sie die Gleichung für das Kräftegleichgewicht auf, um zu bestimmen, von welchen Grössen die Sedimentationsgeschwindigkeit im Gleichgewichtsfall abhängt.
3. Wie lange würde es theoretisch dauern, bis sich alle Enzymmoleküle durch Sedimentation in einem Glas mit einer Füllhöhe von  $1.50 \text{ cm}$  abgesetzt hätten, falls man das erste Fick'sche Gesetz ignoriert?
4. Wie gross müsste die Rotationsfrequenz  $\nu$  einer Zentrifuge in Umdrehungen pro Minute sein, um das Absetzen der Enzyme innerhalb von  $1.00 \text{ h}$  zu erreichen? Nehmen Sie dazu zu Beginn einen Abstand von der Rotorachse von  $r_1 = 6.00 \text{ cm}$  an, der sich bis zum Ende auf  $r_2 = 10.0 \text{ cm}$  vergrössern soll.
5. Warum wird die komplette Sedimentation des Enzyms in der Praxis länger dauern oder gar nie eintreffen?
6. Schätzen Sie den Reibungskoeffizienten  $f$  des Enzyms.
7. Wie gross ist die Masse des Enzyms?

### 3 Sedimentation in einer Zentrifuge

Bei der Zentrifugation einer verdünnten Proteinlösung wird zu zwei verschiedenen Zeiten die räumliche Verteilung der Proteine in der Messzelle mittels Absorption bei 280 nm (Siehe Abbildung 1) bestimmt. Die Messung erfolgt bei einer Temperatur von 298 K und einer Rotationsfrequenz von 50 000 Umdrehungen pro Minute in einer Lösung mit der Viskosität  $\eta = 3.39 \times 10^{-3} \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$  und der Dichte  $\rho = 1022 \text{ kg m}^{-3}$ . Das partielle spezifische Volumen des Proteins  $\tilde{V}_p = 7.43 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ .

Abbildung 1:



1. Berechnen Sie den Sedimentationskoeffizienten.
2. In einem separaten Diffusionsexperiment wurde der Diffusionskoeffizient zu  $D = 1.41 \times 10^{-11} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  gemessen. Schätzen Sie damit das Volumen des Proteins ab.
3. Berechnen Sie ausgehend vom Diffusionskoeffizienten die molare Masse des Proteins.
4. Berechnen Sie ausgehend vom Sedimentationskoeffizienten die molare Masse des Proteins. Vergleichen Sie den so erhalten Wert mit dem zuvor berechneten Wert.
5. Nehmen Sie an, dass das Protein dimerisieren kann. Machen Sie die Annahme, dass das partielle spezifische Volumen konstant bleibt. Wie ändern sich die Größen, von denen der Sedimentationskoeffizient abhängt? Wird die Zentrifugation des Dimers damit mehr oder weniger Zeit in Anspruch nehmen als die des Monomers?