

Eingangsklausur zum Praktikum „Technische Methoden der Biologie“ SS 2006

am 02.05.2006, 13:30-15:00 Uhr

Prof. Dr. Stephan Nußberger

Name: Matrikel-Nr.: Semester:

Ich will am Praktikum teilnehmen:

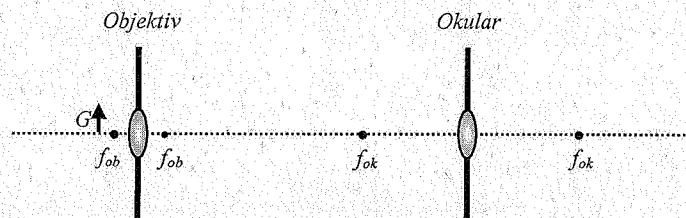
☐ Ja

☐ Nein

Außer einem Taschenrechner und einem DIN A4 Blatt mit Formeln sind keine sonstigen Hilfsmittel erlaubt! Bitte nicht mit Bleistift schreiben! Studierende der technischen Biologie, die die Klausur bestehen, müssen den Biophysik-Teil der Orientierungsprüfung nicht mehr mitschreiben!

1. Aufgabe

Betrachten wir ein einfaches Mikroskop mit einer Linsenordnung, wie in der unten stehenden Abbildung dargestellt. Die Brennweite des Objektivs beträgt $f_{ob} = 4$ cm, die des Okulars $f_{ok} = 8$ cm. Beide Linsen sind 25 cm voneinander entfernt.



a) Geben Sie die Tubuslänge t_0 des Mikroskops an.

b) Wie weit muss das Objekt G vor dem Objektiv entfernt sein, damit das Zwischenbild B gerade noch innerhalb der Brennweite f_{ok} des Okulars entsteht?

c) Berechnen Sie den Abbildungsmaßstab (Vergrößerung) des Objektivs.

d) Berechnen Sie die Winkelvergrößerung des Okulars. Die Bezugssehweite beträgt 25 cm.

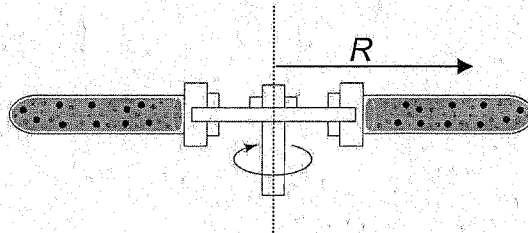
e) Geben Sie den Gesamtabbildungsmaßstab (Gesamtvergrößerung) des Mikroskops an.

2. Aufgabe

Sie betrachten in einiger Entfernung zwei rote Punkte. Aufgrund von Beugungseffekten an der Pupille Ihrer Augen können Sie die Punkte gerade noch als getrennt wahrnehmen.

Nun wird die Umgebungshelligkeit erhöht, so dass der Durchmesser der Pupille Ihrer Augen abnimmt. Können die beiden roten Punkte nun besser oder schlechter aufgelöst werden? Begründen Sie Ihre Antwort wellenoptisch mit Formeln und Skizze.

3. Aufgabe



Eine Pufferlösung enthält zwei Proteine mit den molaren Massen $M_1 = 20$ kDa und $M_2 = 200$ kDa. Die beiden Proteine sollen durch Sedimentation in einer Ultrazentrifuge getrennt werden. Die Dichten der Proteine sind gleich und betragen jeweils $\rho_{\text{Protein}} = 1.35 \text{ g cm}^{-3}$; die Dichte des Puffers beträgt $\rho_{\text{Medium}} = 1.05 \text{ g cm}^{-3}$.

a) Berechnen Sie das Verhältnis der Sedimentationskoeffizienten (Svedberg-Konstanten) der beiden Proteine in einem Medium gleicher Dichte. Gehen Sie davon aus, die Proteine seien kugelförmig.

- b) Wie weit sind die 20 kDa Proteine gekommen, wenn die 200 kDa Proteine eine Strecke von 3 cm im Zentrifugenröhrchen zurückgelegt haben?

Gehen Sie bei Ihrer Berechnung davon aus, dass die Zentrifugalbeschleunigung, die auf die Proteine im Zentrifugenröhrchen wirkt, weitgehend konstant ist und nicht von der Lage der Proteine im Zentrifugenröhrchen abhängt!

Diskutieren Sie, ob die beiden Proteine in der Zentrifuge getrennt werden können.

4. Aufgabe

Betrachten wir ein kleines kugelförmiges Molekül mit einem Radius von 0.2 nm.

- a) Wie lange dauert es im Mittel bis ein solches Molekül bei einer Temperatur von 298 K über eine Phospholipidmembran mit einer Dicken von 4 nm diffundiert? Die Viskosität der Lipidmembran beträgt 0.19 Poise ($1 \text{ Poise} = \text{g cm}^{-1} \text{ s}^{-1}$, $k_B = 1.3807 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$, $k_B T = 4.116 \cdot 10^{-21} \text{ J}$).

- b) Bei konstanter Temperatur hängt die mittlere Zeit zur Diffusion über eine Lipidmembran im Wesentlichen nur vom Radius der diffundierenden Moleküle ab. Alle Moleküle gleicher Größe überqueren die Membran daher im Mittel in der gleichen Zeit. Auf der anderen Seite ist allgemein bekannt, dass die *Permeabilität* von unpolaren Molekülen durch eine Lipidmembran wesentlich größer ist als die für polare Moleküle gleicher Größe. Widersprechen sich diese Aussagen? Begründen Sie Ihre Antwort.

5. Aufgabe

Das Ruhemembranpotential einer tierischen Zelle wird in erster Näherung nur durch Kaliumionen bestimmt (Kaliumhypothese).

- a) Geben Sie eine einfache Formel an, mit der Sie auf Grundlage der oben stehenden Näherung das Ruhemembranpotential der tierischen Zelle *abschätzen* können.

- b) Um die oben stehende Kaliumhypothese zu testen, wird in einem Experiment die extrazelluläre Kaliumkonzentration variiert und das Membranpotential gemessen. Dazu werden zunächst verschiedene Puffer angesetzt, bei denen Natrium- durch Kaliumionen ersetzt werden. Hierfür liegen zwei *Stammlösungen* mit jeweils 150 mM NaCl bzw. 150 mM KCl vor.

In welchem Verhältnis müssen diese Stammlösungen gemischt werden, um die unten stehenden Kaliumkonzentration zu erzeugen?

[K ⁺]	1 mM	10 mM	30 mM	100 mM	150 mM
Mischungsverhältnis K ⁺ -Puffer/Na ⁺ -Puffer					

Welche Volumina müssen von jedem Puffer eingesetzt werden, um jeweils 100 ml der Testlösungen zu erhalten?

[K ⁺]	1 mM	10 mM	30 mM	100 mM	150 mM
K ⁺ -Puffer					
Na ⁺ -Puffer					

- c) Was für ein Membranpotential erwartet man für die oben genannten Puffermischungen unter der Annahme, die Kaliumhypothese sei richtig?

Gehen Sie davon aus, dass die cytoplasmatische Kaliumkonzentration 145 mM beträgt?
($k_B T/e = 59 \text{ mV}$)

[K ⁺]	1 mM	10 mM	30 mM	100 mM	150 mM
Membranpotential (mV)					

6. Aufgabe

Der nikotinische Acetylcholinrezeptor der neuromuskulären Endplatte ist ein so genannter unspezifischer Kationenkanal, der durch Binden des Neurotransmitters Acetylcholin geöffnet wird. Die Permeabilitäten des offenen Kanals für Na⁺- und K⁺-Ionen sind nahezu *gleich groß*.

- a) Warum führt das Binden von Acetylcholin an den nikotinischen Acetylcholinrezeptor bei Muskelzellen zu einer Depolarisation des Membranpotentials? Erläutern Sie dies anhand der entsprechenden Gleichung sowie einer kleinen Rechnung!

- b) Kann durch Öffnen der Kationenkanäle der Acetylcholinrezeptoren das Membranpotential der Muskelzellen dem Gleichgewichtspotential von Natrium angeglichen werden? Begründen Sie Ihre Antwort biophysikalisch anhand der entsprechenden Gleichung.