Modul Biophysik
Biophysikalische Grundlagen der Zellphysiologie

Probeklausur

Name:……..... Matrikel-Nr.: ..... Semester: ….....

Außer einem Taschenrechner und einem DIN A4 Blatt mit Formeln sind keine sonstigen Hilfsmittel erlaubt!

1. Größenordnungen (2.5 Punkte)

Wie groß ist

a) ein typisches Bakterium (z.B. E. coli)?
b) ein Mitochondrium?
c) eine eukaryontische Zelle?
d) die Dicke einer biologischen Membran?
e) der spektrale Wellenlängenbereich von sichtbarem Licht?

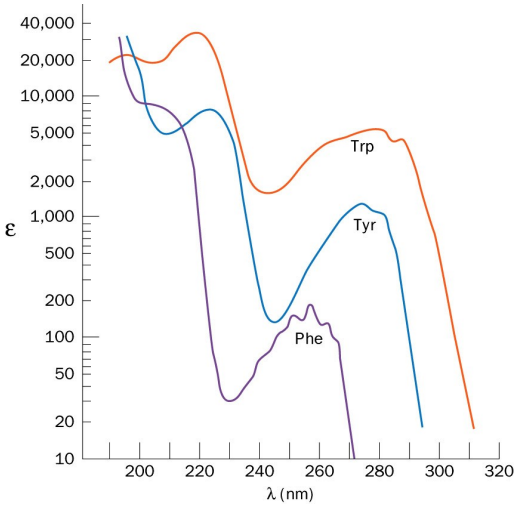
2. Lambert-Beer'sches Gesetz

a) Skizzieren Sie einen experimentellen Aufbau, mit dem die Konzentration einer Proteins in wässriger Lösung *photometrisch* bestimmt werden kann. (1.5 Punkte)

b) Beschreiben Sie unter Verwendung der unten stehenden Absorptionsspektren ε(λ) für Tryptophan (Trp), Tyrosin (Tyr) und Phenylalanin (Phe), wie die Konzentration eines Peptids mit der Aminosäuresequenz

Met-Ala-Gly-Gly-Trp-Asp-Pro-Leu-Ala-Glu-Trp-Gln-Trp-Tyr-Val-Phe-Phe-Cys-Asn-Ile-Glu-Ser

durch photometrische Messung der Absorptionen A_{260} bei der Wellenlänge λ = 260 nm photometrisch bestimmt kann. Stellen Sie hierzu eine Gleichung auf, mit der die Konzentration des Peptids durch Messung der Absorption A_{260} berechnet werden kann. Die Extinktionskoeffizienten $\varepsilon_{260nm}^{Trp}$, $\varepsilon_{260nm}^{Tyr}$ und $\varepsilon_{260nm}^{Phe}$ (siehe Abbildung) seien bekannt. (3 Punkte)



3. Lichtmikroskopie

a) Skizzieren Sie den Beleuchtungsstrahlengang für „Köhlersche Beleuchtung“! (2 Punkte)

b) Was ist unter dem Begriff „Chromatische Aberration“ zu verstehen? (2 Punkte)

c) Was ist unter dem Begriff „Sphärische Aberration“ zu verstehen? (2 Punkte)

4. Zentrifugalbeschleunigung

Sie zentrifugieren isolierte Ribosomen in einer Ultrazentrifuge mit 60000 Upm (Umdrehungen pro Minute) in einer wässrigen Pufferlösung. Berechnen Sie die *Zentrifugalbeschleunigung*, die auf die Ribosomen in einem Abstand von 6.5 cm von der Rotorachse wirkt. Geben Sie das Ergebnis in Vielfachen der Erdbeschleunigung $g = 9.81\ ms^{-2}$ an. (2 Punkte)

5. Dichtegradientenzentrifugation

In der Biochemie wird die Dichtegradientenzentrifugation für die Trennung von DNA und Organellen einer Zelle im Zuge der Zellfraktionierung eingesetzt. Bei der Trennung von DNA arbeitet man mit so genannten Cäsiumchlorid Gradienten.

a) Welche Kraft F wirkt auf die Cäsiumatome bzw. die DNA?

ω bezeichnet die Winkelgeschwindigkeit und r den Abstand der Atome bzw. Nukleinsäuren von der Drehachse; m_{Cs}' sei m_{DNA}' beschreiben die korrigierten Massen der Cäsiumatome bzw. der DNA unter Berücksichtigung des Auftriebs. (1 Punkt)

b) Berechnen Sie die potentielle Energie der Cäsiumatome im Abstand r von der Drehachse.
(2 Punkte)

c) Berechnen Sie, die Konzentrationsverteilung $c(r)_{Cs}$ der Cäsiumatome im Zentrifugalfeld.
(2 Punkte)

d) Erläutern Sie, warum sich bei der Zentrifugation ein Cäsiumchloridgradient ausbildet, jedoch so gut wie *kein* Nukleinsäuregradient. (2 Punkte)

6. Brown'sche Molekularbewegung

Die Einstein-Smoluchowski-Gleichung zur Beschreibung Brown'scher Molekularbewegung besagt, dass der „mittlere quadratische Abstand" $\langle r^2 \rangle$ eines Partikels vom Ursprungsort linear mit der Zeit Δt zunimmt. Beschreiben Sie, wie dieser Zusammenhang für ein sich in einer Lipidmembran bewegendes Membranprotein *experimentell* bestätigt werden könnte. (3 Punkte)

7. Membranpotential

In Innern eines künstlichen Lipidvesikels befinden sich 100 mM KCl. Außerhalb des Vesikels liege die KCl Konzentration bei 10 mM sowie zur osmotischen Balance 180 mM Saccharose.

Hinweis: $k_B T = 25$ meV

a) Was für ein Membranpotential würde man messen, wenn die Lipidmembran des Vesikels keinen Ionenkanal enthielte, also weder für Kalium- noch für Chlorid-Ionen permeable ist? Begründen Sie Ihre Antwort (1 Punkt)

b) Was für ein Membranpotential würde sich einstellen, wenn in die Lipidmembran des Vesikels Kalium- und Chloridkanäle integriert wären und die Permeabilitäten für Kalium- und Chloridionen gleich groß wären? Begründen Sie Ihre Antwort (1 Punkt)

c) Was für ein Membranpotential stellt sich ein, wenn die Membran für Kaliumionen *permeabel*, jedoch für Chloridionen *impermeabel* ist, also die Chloridkanäle vollständig geschlossen sind? Begründen Sie Ihre Antwort durch eine Rechnung! (2 Punkte)

8. Ionenkanäle

a) Ionenkanäle stellen keine starren kontinuierlich geöffneten oder geschlossenen Membranporen dar, sondern lassen nur intermittierend einen Ionenfluss durch die Membran zu. Die Kanäle schalten also ständig zwischen einem Offen- und einem Geschlossen-Zustand. Dieses Phänomen nennt man „Gating".
Erklären Sie dieses Phänomen für spannungsabhängige Ionenkanäle und beschreiben Sie, wovon die Offenwahrscheinlichkeit eines solchen Kanals abhängt. (3 Punkte)

b) Der Selektionsfilter von Kaliumkanälen verhindert die Passage von Natriumionen, obwohl diese kleiner als Kaliumionen sind. Erklären Sie diesen Sachverhalt. (2 Punkte)