

Prof. A. Rohrbach

Klausur zur Vorlesung Biophysik der Zelle im WS 10/12

Datum und Zeit: 6.3.2012 , 10:00h.....
Prüfungsdauer: 150 min
Raum: Seminarraum 01-009/13 im Gebäude 101
Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner
Gesamtpunktezahl: 46.....

Nachname:
Vorname:
Matrikelnummer:
Studiengang: Bachelor Master Lehramt Diplom
Studienfach:
Unterschrift:

ANMERKUNGEN:

- Füllen Sie dieses Deckblatt vollständig aus und versehen Sie zusätzliche Blätter mit Namen.
- Mobiltelefone müssen ausgeschaltet werden.
- Es sind keine komplizierten Rechnungen nötig! Malen Sie sich eventuell ein Bild, um sich die Fragestellung zu veranschaulichen, bevor sie rechnen.

PRÜFUNGSUNFÄHIGKEIT

Durch den Antritt dieser Prüfung erklären Sie sich für prüfungsfähig. Sollten Sie sich während der Prüfung nicht prüfungsfähig fühlen, können Sie aus gesundheitlichen Gründen auch während der Prüfung von dieser zurücktreten. Gemäß der Prüfungsordnungen sind Sie verpflichtet, die für den Rücktritt oder das Versäumnis geltend gemachten Gründe unverzüglich (innerhalb von 3 Tagen) dem Prüfungsamt durch ein Attest mit der Angabe der Symptome schriftlich anzuzeigen und glaubhaft zu machen. Weitere Informationen hierzu können auf den Internetseiten des Prüfungsamtes nachgelesen werden.

	<i>Max. Anzahl Punkte</i>	<i>Erreichte Punkte</i>	<i>Bemerkung</i>
<i>Aufgabe 1</i>			
<i>Aufgabe 2</i>			
<i>Aufgabe 3</i>			
<i>Aufgabe 4</i>			
<i>Aufgabe 5</i>			
<i>Aufgabe 6</i>			
Summe:			

Note: _____

Unterschrift Prüfer: _____



Aufgabe 1 - aus Kapitel 1 (10 Punkte)

Aufbau und Funktionen der Zelle

- a) Was ist der Unterschied zwischen einer eukariotischen und einer prokariotischen Zelle? Nennen Sie jeweils 3 (weitere) typische Kennzeichen vergleichend z. B. in einer Tabelle! (→3P)

	<u>Eukariot</u>	<u>Prokariot</u>
- Differenzierung:	<i>sehr</i>	<i>kaum</i>
-		

- b) Erklären Sie jeweils in einem kurzen Satz die Funktion der Ribosomen, der Mitochondrien, des Zytoskeletts und des Zellkerns! (→2P)

Zelluläre Bewegung und Kräfte

- c) Ein rundes Bakterium mit 2 μm Durchmesser verbrenne 500 ATP-Moleküle pro Sekunde. Wie viel Arbeit (in pN·nm oder in kT) verrichtet es bei einem Wirkungsgrad von 50% innerhalb von 10s ($T = 300\text{ K}$)? (→2P).
- d) Das Bakterium bewege sich mit 30 $\mu\text{m/s}$. Wie groß ist seine Reibungskraft in wässrigem Medium mit $\eta = 10^{-3}\text{ Pa}\cdot\text{s}$ und wie groß seine aufgebrauchte Leistung? (→2P)
- e) Wie lange würde das Bakterium (mit Masse $m = 10^{-15}\text{ kg} = 10^{-15}\text{ N}\cdot\text{s}^2/\text{m}$) ungefähr weitertreiben, wenn es schlagartig sterben und seinen Antrieb einstellen würde? Es gilt $v(t) = F/\gamma \cdot [1 - \exp(-t/\tau)]$! (→1P)

Aufgabe 2 - aus Kapitel 2 (6 Punkte)

Ein $1\ \mu\text{m}$ großes Vesikel diffundiere in der Zelle in einem harmonischen Potential mit $\gamma \approx 10\ \text{nN}\cdot\text{s}/\text{m}$ (wässrige Lösung) bei $T = 300\text{K}$.

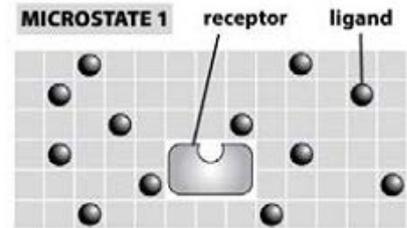
- a) Nach welcher Zeit hat es das harmonische Potential ausgetastet („erkundet“), wenn die Kraftkonstante $10\ \text{pN}/\mu\text{m}$ ist? ($\rightarrow 1\text{P}$)
- b) Welche kreisförmige Fläche (mit $1/e$ -Histogramm-Breite) hat das Vesikel nach langer Zeit (thermisches Gleichgewicht!) abdiffundiert? ($\rightarrow 1\text{P}$)
- c) Durch äussere Krafteinwirkung eines Filaments wird das Vesikel um 500nm aus dem Potentialzentrum ausgelenkt. Wie groß war diese Kraft und die dazu nötige Energie in kT ? ($\rightarrow 1\text{P}$)
- d) Das Vesikel ist nun in ein anderes Potential geraten, schafft es aber, dieses parabolische Potential (im Mittel) nach 30s zu verlassen. Hierbei hat das Vesikel eine thermische Energie von $9\ kT$ aufgebracht. Welche Krümmung hat das Potenzial? ($\rightarrow 1\text{P}$)
- e) Skizzieren Sie die Autokorrelationsfunktion der Vesikel-Bewegung $AC\{x(t)\}$ und zeichnen sie die relevanten Größen κ und γ ein! ($\rightarrow 1\text{P}$)
- f) Das Vesikel spüre nun zwei benachbarte Potentiale und diffundiere nun in einem symmetrischen Doppelmuldenpotential (mit Zentrumsabstand $2\cdot d$) mit den Raten r_1 und r_2 hin und her. Auf das Vesikel wirke nun eine konstante äussere Kraft F_0 . Wie ändern sich die Übergangs-Raten dadurch relativ zueinander? ($\rightarrow 1\text{P}$)

Aufgabe 3 - aus Kapitel 3/10 (5 Punkte)

- a) Wie kann man mit einem Atomkraftmikroskop (AFM) Kräfte messen ? Erklären Sie anhand einer Skizze! (→2P)
- b) In einem Experiment verbiegt die Spitze des AFM eine Zellmembran. Der Cantilever, mit einer Steifheit von $\kappa_{AFM} = 0.1 \text{ nN} / \mu\text{m}$, wird um $0.1\mu\text{m}$ nach oben ausgelenkt. Wieviel Biegeenergie wurde in die Membran gesteckt ? (→1P)
- c) Die Biegesteifigkeit der Membran sei $K_b = 10 \text{ kT}$. Der Krümmungsradius der verbogenen Membran sei $0.2\mu\text{m}$. Welche Membran-Fläche wurde näherungsweise verbogen ? (→1P)
- d) Skizzieren Sie die Lipid-Doppelschicht und beschriften Sie diese. Erklären Sie kurz, was durch diese Membran-Verbiegung mit der Doppelschicht passieren könnte. (→1P)

Aufgabe 4 - aus Kapitel 4 (8 Punkte)**Entropische Wechselwirkung**

In einem Reaktionsvolumen V_{rkt} können $L = 10$ Liganden der Größe $V_{\text{lig}} = V_{\text{rkt}}/100$ an einen Rezeptor mit Volumen $V_{\text{rec}} = V_{\text{rkt}}/10$ binden.

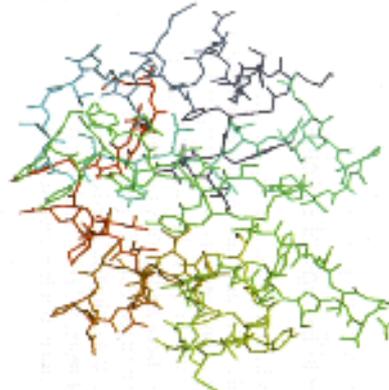
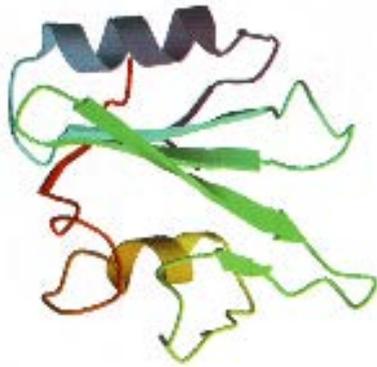


- Gittermodell: Wieviele freie Gitterplätze Ω gibt es und wieviele Anordnungsmöglichkeiten Z gibt es für die 10 identischen Liganden in dem verbleibenden Volumen V_{rest} ? Wie groß ist die daraus resultierende Entropie? ($\rightarrow 2\text{P}$).
- Die freiwerdende Anbindungsenergie eines Liganden an einen Rezeptor sei $\varepsilon_b = 10 \text{ kT}$ und die Energie in Lösung zu sein $\varepsilon_{\text{sol}} = 1 \text{ kT}$ pro Ligand. Wie ändert sich die enthalpische Energie ΔG im System, wenn ein Rezeptor anbindet? ($\rightarrow 1\text{P}$)
- Wie groß ist Z , wenn ein Rezeptor anbindet und wie groß ist die Entropieänderung ΔS ? ($\rightarrow 1\text{P}$)
- Wie lässt sich allgemein in prosa die Wahrscheinlichkeit $p_{\text{bound}}(\varepsilon_b, L/\Omega)$ erklären, dass ein Ligand an einen Rezeptor bindet? Erklären und skizzieren Sie die Hill-Funktion $p_{\text{bound}}(\varepsilon_b, c)$ für 2 verschiedene ε_b ! ($\rightarrow 3\text{P}$)

Aufgabe 5 - aus Kapitel 5 (9 Punkte)

Proteinfaltung

- a) Wieviele Aminosäuren (AS) gibt es und wieviele Sequenzen gibt es bei einer AS-Kettenlänge von 9 AS? Wieviele Codons gibt es? (→1P) Wie werden die AS durch die mRNA codiert und als Kette synthetisiert? (→1P)
- b) Was sehen Sie auf diesen beiden Darstellungen des selben Proteins? Schreiben Sie direkt in die Grafiken. (→2P)



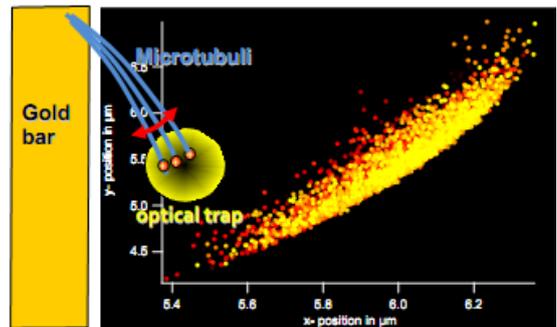
- c) Was ist ein Protein HP- Toy -Modell? Was bedeuten hier der N- und der D-Zustand physikalisch? Was ist ein Faltungstrichter? (→3P)
- d) Wie kann man mit einem AFM oder einer optischen Pinzette Entfaltungsexperimente bei Proteinen durchführen? Wie kann man damit zumindest Teile der Energielandschaft $G(x)$ des Faltungstrichters bestimmen? (→2P)

Aufgabe 6 - aus Kapiteln 6/7 (8 Punkte)

Elastizitätsmessungen

- a) Ein präpariertes Mikrotubulus (MT) wird an einem Ende befestigt und ist am anderen Ende frei beweglich. Durch Ausübung eines Drehmoments von $M = 2 \cdot 10^{-18}$ Nm wird das MT verbogen mit einem Krümmungsradius von $R = 15 \mu\text{m}$. Wie groß ist die Biegesteifigkeit EI des MT ? ($\rightarrow 1\text{P}$)
- b) Wie groß ist die Persistenzlänge dieses MT ? Was beschreibt sie ? ($\rightarrow 1\text{P}$)

- c) In einem alternativen Testexperiment werden nun die thermischen Fluktuationen des MT gemessen. Dazu wird ein Bead am Ende befestigt, dessen Position sich tracken lässt (Bild rechts). Aus diesem lässt sich senkrecht zur MT-Achse ein Positionshistogramm $p(\theta \approx x/L)$ aufnehmen. Wie kann man nun prinzipiell über den Gleichverteilungssatz die Biegesteifigkeit oder Persistenzlänge bestimmen ? ($\rightarrow 2\text{P}$) Es ist :



$$W_{\text{bieg}}(\theta) = \frac{1}{2L} (L_p \cdot kT) \theta^2 \approx \frac{L}{2R^2} \cdot (L_p \cdot kT)$$

- d) Ein Aktin-Netzwerk soll auf seine elastischen Eigenschaften untersucht werden. Skizzieren und erklären Sie einen mikro-rheologischen Aufbau, um $G'(\omega)$ und $G''(\omega)$ zu bestimmen. ($\rightarrow 2\text{P}$)
- e) Was beschreiben die Module $G'(\omega)$ und $G''(\omega)$ und in welchem Zusammenhang stehen sie zur Kraft $F(\omega)$ und zur Auslenkung $x(\omega)$? ($\rightarrow 2\text{P}$)

Zusatzblatt (weitere Zusatzblätter mit Namen und Datum versehen !)