

5. Übung zur Medizinphysik

SS 2013

Ausgabe: 03.05.2013

Abgabe: bis 13.05.2013, 10:15 Uhr

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Bakterienpopulationen

3 Punkte

Der menschliche Darm enthält ca. 500-1000 unterschiedliche Bakterienarten. Diese befinden sich bei einem gesunden Menschen und guter/gleichbleibender Ernährung in einem Gleichgewicht. Betrachten Sie vereinfacht drei Bakteriensorten(A,B und C), welche jeweils spezifische Lebensbedingungen bevorzugen. Bakterium A bevorzugt ein leicht saures Milieu, während Bakterium C eher basische Umgebungen vorzieht. Bakterium B ist für seine Neutralität bekannt und passt sich an jedes Millieu ohne große Umstände an. Bakterium A und C produzieren während ihres Stoffwechsels Produkte, welche die eigenen Lebensbedingungen begünstigt.

- Stellen Sie allgemein die Bewegungsgleichungen der Populationen auf und berücksichtigen Sie limitierende Umweltfaktoren.
- Bestimmen Sie einen Ausdruck für das Gleichgewichtsverhältnis der Populationen unter folgenden Berücksichtigungen:

Die Teilrate der Bakterien habe folgendes Verhältnis:

$$2 \cdot g_{\text{Bakterium A}} = 1 \cdot g_{\text{Bakterium B}} = 3 \cdot g_{\text{Bakterium C}}$$

Die Sterberate der Bakterien habe folgendes Verhältnis:

$$1 \cdot s_{\text{Bakterium A}} = 3 \cdot s_{\text{Bakterium B}} = 2 \cdot s_{\text{Bakterium C}}$$

Die Anfälligkeiten für eine falsch eingestellte Umweltumgebung ist bei allen Bakterien gleich, ebenso wie die verbesserte Teilrate bei idealen Lebensbedingungen.

Die Stoffwechselrate und die Auswirkungen der Stoffwechselprodukte auf den ph-Wert sind bei den Bakterien A und C gleich.

Aufgabe 2: Lennard-Jones-Potential

3 Punkte

Skizzieren Sie das Lennard-Jones-Potential und erklären Sie die Charakteristika des Potentials. Bestimmen Sie die auftretenden Konstanten für das Edelgas Neon bei dem die Bindungsenergie 3,1 meV im Gleichgewichtsabstand (316 pm) beträgt.

Aufgabe 3: DNA

3 Punkte

Das menschliche Genom besteht aus $3,2 \cdot 10^9$ Basenpaaren. [Anstieg pro Base: $h = 0,34 \text{ nm}$]

- Bestimmen Sie die Länge des Genoms und die mittlere Länge eines Chromosoms (entlang der Symmetrieachse).
- Berechnen Sie die Energie die im menschlichen Genom innerhalb der Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Basenpaaren enthalten ist. Nutzen Sie dafür den folgenden Zusammenhang zwischen der Energie von Wasserstoffbrückenbindungen E_{WB} und Abstand r

$$E_{\text{WB}}(r) = \frac{3 \cdot E \cdot r_0^8}{r^8} - \frac{4 \cdot E \cdot r_0^6}{r^6}. \quad (1)$$

E und r_0 sind bindungsabhängige Konstanten ($E_{N-H \dots N} = -2 \text{ kcal/mol}$, $E_{N-H \dots O} = -2,8 \text{ kcal/mol}$, $r_{0;N-H \dots N} = 3,2 \text{ \AA}$ und $r_{0;N-H \dots O} = 2,8 \text{ \AA}$). Machen Sie geeignete Annahmen für die Basenverteilung und ihrer Abstände.