

Grundlagen der Biologische Physik

- Inhalt: Biologische Phänomene / „Leben“
↔ physikalische Konzepte

[Folien]

- Literatur:
Buch: Philip Nelson, Biological Physics, Freeman 2004
- Termine: Die 10^{15} - 12^{00} } EW 202
Do 14^{15} - 16^{00} }
- Übungen: Jérôme Burelbad
Termin: Mi 10^{00} - 12^{00} , EW 731
Beginn: 25.4.18
Anmeldungen über Moses
- Voraussetzung: TD + Statistik bzw. Buch
- Zuhörer:
(i) Masterstudierende: Vertiefungsgrad TP VII
Wahlpflichtmodul
mit Seminar (AG Stark)
(ii) Bachelor studierende (6. Sem.):
- Webseiten: www.itp.tu-berlin.de/stark
→ Lehre → SS 18 → Materialien

1. Einleitung

- Woher kommt die ausgeprägte Ordnung lebender Organismen?
↔ Ständiger Fluß von Energie erzeugt Ordnung

- Energiequelle: Sonne
- offenes System:
Sonnenergie \rightarrow Ordng (Leben) + Wärme

1.1. Grundlagen der Thermodynamik (TD)

- 1. Hauptsatz (HS) der TD $\hat{=}$ Energieerhaltung

$$\underbrace{dE}_{\substack{\text{Energie-} \\ \text{änderung im} \\ \text{System}}} = \underbrace{dQ}_{\substack{\text{Wärmezufuhr} \\ \text{Bsp.: Reibung} \\ \text{erzeugt wertlose /} \\ \text{thermische Energie} \\ \text{"ungeordnete,} \\ \text{molekulare} \\ \text{Bewegung"}}} + \underbrace{dW_{\text{mech}}}_{\substack{\text{mechan.} \\ \text{Arbeit}}} + \underbrace{dW_{\text{chem}}}_{\substack{\text{chem.} \\ \text{Arbeit}}} \quad (1.1)$$

aus nutzlicher Energie (wertvolle)

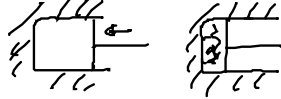
a) pot. Energie } Wasserkraftwerk
 b) kinet. Energie }
 c) chem. " : $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
 d) Ordng + Wärme! (s.u.)

NB: zugeführte Energien, etc. sind $> 0!$

- 2. HS der TD: Entropie S $dS \geq \frac{dQ}{T}$ (1.2)

↖ irreversibel
↗ reversibel

in geschl. Systemen: $dS \geq 0$



- Systeme bei konst. T:

freie Energie: $F = E - TS = F(T, V, N)$ (1.3)

mögliche spontane Prozesse:

$F \rightarrow$ Minimum: $\Delta F = \Delta E - T\Delta S < 0$ (1.4)

(a) $\Delta E < 0$, $S = \text{konst. oder } T \text{ klein}$ (Mechanik)

(b) $\Delta S > 0$, T groß (TD)

(c) Kombination, insbes.:
 $\Delta E < T\Delta S < 0$
 + Energie um Ordng*

$F \equiv$ „Arbeitspotential“: mit $\Delta E \stackrel{(1.1)}{=} T\Delta S + \Delta W_{\text{mech/chem}}$

in (1.4)

$$-\Delta F = -\Delta W_{\text{med}} \dots \text{maximale Arbeitsleistung reversible Prozesse}$$

$$-\Delta F > -\Delta W_{\text{med}} \dots \text{irreversible Prozesse}$$

1.2 Biologische Ordnung

1.2.1 Osmotische Maschine

• Fig. 1.3

• Näherung: Zuckerslösung als „ideales Gas“ $\hat{=}$ vernachlässige W_{w} der Zucker moleküle untereinander

$$\rightarrow \boxed{p_{\text{osm}} = c k_B T}$$

Druck durch Z. mol. auf Gefäßwand

van't Hoff Relation
Konzentration $c = \frac{N}{V}$

• Spontaner Prozess für $F_G < p_{\text{osm}} A$

Grd: (1) $\Delta F = -T\Delta S < 0 \rightarrow \Delta S > 0$
 $\Delta E = 0$

(2) $\Delta F \leq \Delta W_{\text{med}} < 0$

• Redy: $N = \text{konst}$, reversible Prozessführung: passe $F_G = p_{\text{osm}} A$

(1) $\Delta W_{\text{med}} = - \int_{V_a}^{V_e} p_{\text{osm}} dV = - N k_B T \ln \frac{V_e}{V_a} \quad (1.7)$
 $c = \frac{N}{V}$

(2) ideales Gas: $\Delta E = \frac{3}{2} N k_B \Delta T = 0 = \underbrace{\Delta Q}_{T\Delta S} + \Delta W_{\text{med}}$

$$\rightarrow \Delta S = -\frac{1}{T} \Delta W_{\text{med}} = k_B \ln \left(\frac{V_e}{V_a}\right)^N \quad (1.9)$$

$$\boxed{\text{Arbeitsleistung} \leftrightarrow \Delta Q = T\Delta S > 0 \text{ \& Verlust von Ordnung von Umgebung}}$$