9. Übung zu Physik für molekulare Biologie WS 2016/2017, 11.01.17

Die fehlenden Teile der Aufgabe 32 wird noch einmal in diesem Übungsblatt besprochen.

Druck-Volumenkurve für einen Luftballon

33) Die Druckdifferenz zwischen Innen- (p_i) und Außendruck p_a eines Luftballons wird im einfachsten Modell durch

$$p_i - p_a = \frac{\alpha}{r}\left\{1-\left(\frac{r_o}{r}\right)^6\right\}$$

beschrieben, dabei beschreibt die Konstante α die Elastizität des Ballons, während r_0 der Radius des nicht aufgeblasenen Luftballons ist und r der Ballonradius im aufgeblasenen Zustand.

- Welche Einheit hat die Konstante α?
- Bestimmen Sie die Extremwerte der Funktion.
- Diskutieren Sie das asymptotische Verhalten für $r \to \infty$.
  Skizzieren Sie den Verlauf der Druckdifferenz p_i - p_a als Funktion des Radius r des Ballons.

Spezifische Wärme

34) Ein Aluminiumdewargefäß der Masse m_1=0.5 kg enthält m_2=0.118 kg Wasser der Temperatur T_1=20°C. Ein Eisenstab der Masse m_3=0.2 kg und der Temperatur T_2=75 °C wird nun in das Aluminiumgefäß gelegt. Welche Temperatur stellt sich ein, wenn Wärmeverluste zur Umgebung vernachlässigt werden können? c_{Al}=910 J/kg°C, c_{Fe}=470 J/kg°C, c_{H2O}=4190 J/kg°C.

Skalenabschätzungen

35) Schätzen Sie ab wie lange es dauert ein sibirisches Mammut von 8 Tonnen aufzutauen, wenn die Zeit für einen 5 kg Truthahn zwei Tage dauert.

Hinweis:

Die Zeit folgt aus : $$t \sim \frac{\text{aufzunehmende Wärme}}{\text{Fläche} \cdot \text{Temperaturgradient}}$$

- Wie skaliert die aufzunehmende Wärme mit der Masse des Objekts?
- Wie skaliert die Masse mit der Größe des Objekts?
- Wie skalieren Fläche und Temperaturgradient mit der Größe des Objekts?

Nehmen Sie an, dass Mammut und Truthahn in guter Näherung als Kugel beschrieben werden können.

Transportprozesse – Instationäre Wärmeleitung (Freiwillige Aufgabe)

Die instationäre Wärmeleitungsgleichung lautet : $c\rho\frac{\partial T(x,t)}{\partial t} = \lambda\frac{\partial^2 T(x,t)}{\partial x^2}$

- Zeigen Sie, dass $T(x,t) = T_0 + \Delta T \exp(-\sqrt{\frac{\omega}{2D}}x)\sin(\omega t - \sqrt{\frac{\omega}{2D}}x)$ eine Lösung der Wärmeleitungsgleichung darstellt. $D=\lambda/c\rho$ ist der Temperaturleitwert.
- Berechnen Sie die Eindringtiefe der „Temperaturwelle" $x_d = \sqrt{2D/\omega}$ sowohl für die täglichen als auch für die jährlichen Temperaturen.
  Wählen Sie für den Temperaturleitwert $D_{Erdboden} \approx 5.2 \cdot 10^{-7} m^2/s$.
- Zeichnen Sie die Temperaturverteilung für die jährliche Temperaturschwankungen *T(x,t)* für $t = 0$, $t = \pi/2\omega$, $t = \pi/\omega$, und $t = 3\pi/2\omega$. Fertigen Sie die Skizze an für T_0=5°C, ΔT=15°C. Erklären Sie hiermit, warum es in einem tiefen Weinkeller im Sommer angenehm kühl und im Winter nicht zu kalt wird.