

# 11. Übung zur Medizinphysik I

SS 2015

Ausgabe: 15.06.2015

Abgabe: 22.06.2015, 10:00 Uhr

Prof. Dr. D. Suter

---

## Aufgabe 1: Kohlenmonoxidvergiftung (3 Punkte)

Kohlenmonoxid ist ein geruch-, farb- und geschmackloses Gas. Es hat eine hohe Atemtoxizität, da es sich anstelle von Sauerstoff am Hämoglobin festsetzt. Geringe Konzentrationen im Blut führen zu Kopfschmerzen und Schwindelgefühlen, während eine starke Exposition mit Kohlenmonoxid zum Tod führen kann. Die letale Dosis bei der 50% der exponierten Menschen sterben ( $LD_{50}$ ), kann als Funktion der Zeit und der CO Konzentration in der Luft anhand folgender Gleichung beschrieben werden:

$$LD_{50}(t) = \left(69000e^{-\left(\frac{t}{3.2}\right)} + 300\right) \text{ ppm} \quad (1)$$

Hierbei ist  $t$  die Expositionszeit in Minuten und die Konzentration ist in ppm als Anteil der Atemluft gegeben.

- Wie viele Atemzüge, kann ein Mensch tätigen, der einem CO-Anteil in der Atemluft von 0,05% ausgesetzt ist, bis er die  $LD_{50}$  Dosis erreicht hat?
- Wie groß ist zum Zeitpunkt der  $LD_{50}$  die Massenkonzentration von CO im Blut?

Nehmen Sie zur Vereinfachung an, dass der Teilchenstrom von den Alveolen über die Membran ins Blut konstant, eindimensional und durch die anfängliche Konzentrationsdifferenz gegeben ist.

Die Konzentration des Kohlenmonoxids im Blut ist zu Beginn der Exposition  $C_{t=0} = 0$ . Die Membran ist  $1 \mu\text{m}$  dick. Betrachten Sie Kohlenmonoxid als ideales Gas.

## Aufgabe 2: Informationsverarbeitung (3 Punkte)

Gegeben ist folgende Nachricht: DFEDFDGDDDFDEFDDG

- Bestimmen Sie den Entscheidungsgehalt und den Informationsgehalt.
- Bestimmen Sie die Entropie und die Redundanz der Nachricht.
- Wie groß ist die Mindest-Kanalbreite, wenn jedes Zeichen eine Dauer von  $20 \mu\text{s}$  aufweist und durch einen Amplitudenwert dargestellt wird.
- Bestimmen Sie den Informationsgehalt einer Postleitzahl.
- Angenommen die Informationen, die das Auge dauerhaft aufnimmt, würden auf Festplatten gespeichert. Wie lange würde es dauern bis der Lido Cluster (256 TB) voll geschrieben wäre? Wie viele Informationen würden in einem durchschnittlichen Leben (75 Jahre, 14 Stunden Datenaufnahme/Tag) über das Auge aufgenommen? Wie viele Informationen würden wirklich bewusst durch das Lesen aufgenommen?

### Aufgabe 3: Neuronales Netzwerkmodell (3 Punkte)

In einem neuronalen Netzwerk leiten die Input-Neuronen  $i_1, i_2$  und  $i_3$  Signale an die Output-Neuronen  $O_1, O_2$  und  $O_3$  weiter. Die Signalübertragung erfolgt binär. Die synaptische Kopplungsgleichung hat die Gestalt

$$\begin{pmatrix} O_1 \\ O_2 \\ O_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0,1 & 0,5 & 0,4 \\ 0,5 & 0,1 & -0,2 \\ 0,4 & 0 & 0,4 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} i_1 \\ i_2 \\ i_3 \end{pmatrix} \quad (2)$$

- a.) Zeichnen Sie das neuronale Netzwerk und geben Sie an den Synapsen die jeweiligen Kopplungsstärken an.
- b.) Das Netzwerk soll bei einem Reiz im mittleren Inputneuron ein Signal im unteren Outputneuron erstellen. Bei einem Input im mittleren und unteren Neuron soll das Outputsignal im oberen Neuron ausgegeben werden und zuletzt soll bei einer Aktivierung des oberen und unteren Inputneurons das mittlere Outputsignal angeregt werden. Geben Sie das Aktivierungspotential an, indem dies der Fall ist.