

Experimentalphysik 1

für Umweltwissenschaftler, Biologen und Humanbiologen

14. Übung – Besprechung am 18./20.1.2017

Aufgabe 1

Durch eine Aorta mit 9,0 mm Radius fließt Blut mit einer Geschwindigkeit von 30 cm/s. Obwohl der Querschnitt eines kapillaren Blutgefäßes wesentlich kleiner ist als der der Aorta, ist der Gesamtquerschnitt aller Kapillaren größer, weil sie so zahlreich sind. Nehmen Sie an, dass alles Blut aus der Aorta in die Kapillaren fließt und sich darin mit einer Geschwindigkeit von 1,0 mm/s bewegt.

- Berechnen Sie den Volumenstrom in der Aorta in Litern pro Minute (Der Volumenstrom ist analog zum Massestrom definiert als Volumen eines Mediums, das pro Zeiteinheit durch eine definierte Querschnittsfläche A fließt).
- Berechnen Sie den Gesamtquerschnitt der Kapillaren (Nutzen Sie als Ansatz die Massenerhaltung).

Aufgabe 2

Bei einem Patienten muss eine Bluttransfusion durchgeführt werden. Dabei soll die erforderliche Blutmenge von 0,25 l mit Volumenstrom $I_V = \Delta V / \Delta t = 4 \text{ cm}^3/\text{min}$ durch eine Nadel von 4 cm Länge und einem Durchmesser von $d = 0,4 \text{ mm}$ übertragen werden.

Das Blut hat eine Dichte von $\rho = 1,05 \text{ g/cm}^3$ und eine dynamische Viskosität $\eta = 3 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$.

- Wie lange dauert die Übertragung dieser Blutmenge?
- Wie groß ist der Druckunterschied über der Nadel?

Aufgabe 3

Das Stokes'sche Reibungsgesetz beschreibt die Reibungskraft auf eine sich in einem Fluid mit der Geschwindigkeit v bewegende Kugel (dieses Gesetz gilt nur für laminare Strömungen bei sehr niedrigen Reynolds-Zahlen). Danach ist die Reibungskraft gegeben durch $F_R = 6\pi\eta r v$, wobei η die Viskosität des Fluids und r der Radius der Kugel ist.

- Berechnen Sie mithilfe dieses Gesetzes die Aufstiegsgeschwindigkeit einer Kohlendioxidblase von 1,0 mm Durchmesser in einem Glas Limonade (mit der Dichte $\rho = 1,1 \text{ kg/l}$ und der Viskosität $\eta = 1,8 \text{ mPa}\cdot\text{s}$).
- Wie lange dauert demnach der Aufstieg in einem 20 cm hohen Limonadenglas?

Hinweise:

- Betrachten Sie die Kohlendioxidblase als eine sich durch die Limonade bewegende Kugel.
- Die Dichte des Kohlendioxids ist viel kleiner als die Dichte der Limonade.
- Machen Sie als Ansatz eine Bilanz aller auf die Blase wirkenden Kräfte.
- Gehen Sie davon aus, dass die Blase schnell eine konstante Aufstiegsgeschwindigkeit annimmt. D.h. es existiert keine resultierende Beschleunigung mehr.