



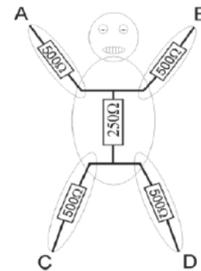
## Übungen zu Experimentalphysik II für Biologen

### Blatt 4

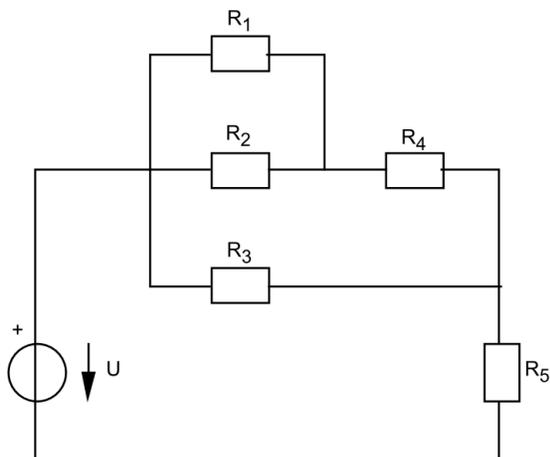
#### Aufgabe 1: Schaltbild Mensch

In der Abbildung ist ein vereinfachtes Ersatzschaltbild für den elektrischen Widerstand eines Menschen abgebildet. Wie viel Strom fließt, wenn

- zwischen den Punkten A und B eine Spannung von 5 V anliegt?
- zwischen den Punkten A und D eine Spannung von 5 V anliegt?
- der Mensch mit einer Hand (Punkt A) Kontakt zu einem Potential von -20 V hat und mit beiden Füßen (Punkte C und D) auf der Erde (Potential 0) steht?
- die gleiche Situation wie in c) vorliegt, der Mensch aber Schuhe trägt, deren Widerstand jeweils  $10\text{ k}\Omega$  beträgt?



#### Aufgabe 2: Gleichungssystem einer elektrischen Schaltung



In der elektrischen Schaltung sind die eingezeichneten Größen bekannt. Stellen Sie mit Hilfe der elektrischen Grundgesetze (Knotenregel, Maschenregel, Widerstandsgesetz) ein vollständiges Gleichungssystem auf, welches die Ladungsströme in allen Zweigen der Schaltung und die Spannungen über allen Widerstandselementen als Unbekannte enthält. Sie sollen das Gleichungssystem lediglich aufstellen aber nicht auflösen.

Bitte wenden!

### Aufgabe 3: Gradient

Ihnen ist eine Funktion  $f(r) = \frac{1}{r}$  gegeben.

- a) Berechnen sie den Gradienten dieser Funktion. Hinweis: Der Gradient ist definiert als  $grad = \left( \frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z} \right)$  und  $r$  ist der absolute Betrag des Ortsvektors  $\vec{r}$  ( $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ ), d.h. sie müssen die einzelnen Komponenten partiell differenzieren.
- b) Das Coulombpotential ist gegeben durch  $V_C = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r}$ . Wendet man nun den Gradienten auf dieses Potential an, so erhalten sie ein ihnen aus der Vorlesung bekanntes Gesetz. Was ergibt sich wenn sie ein Potential ableiten?
- c) Neben dem Gradienten gibt es noch weitere Differentialoperatoren wie die Divergenz. Erkundigen sie sich wie diese mathematisch definiert ist und besprechen sie gemeinsam in der Übung deren Bedeutung in der Elektrostatik. (Diskussion in der Übungsgruppe, keine schriftliche Bearbeitung) Nebenbemerkung: Ein weiterer Differentialoperator ist die Rotation, welche erst in der Elektrodynamik an Bedeutung gewinnt und deswegen hier nicht genauer beachtet werden soll.

### Aufgabe 4: Wasserstoffatom

In einem Wasserstoffatom beträgt der mittlere Abstand zwischen Elektron ( $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ ,  $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{kg}$ ) und Proton ( $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ ,  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{kg}$ ) ungefähr  $5,3 \cdot 10^{-11} \text{m}$ .

- a) Berechnen Sie die Größe der elektrostatischen Anziehungskraft, die das Proton auf das Elektron ausübt.
- b) Welche Beschleunigung resultiert aus dieser Kraft?
- c) Vergleichen Sie die Coulombkraft mit der Gravitationskraft (bekannt aus Experimentalphysik I), indem Sie beide Kräfte ins Verhältnis setzen.