

## Übung 17                      Elektrische Leitung Elektrischer Stromkreis, Elektronenleitung in Metallen

### Lernziele

- Erkenntnisse in Form eines MindMaps zusammenfassen können.
- die elektrischen Grundgesetze kennen und zur Analyse von elektrischen Schaltungen anwenden können.
- ein Experiment kennen, mit welchem nachgewiesen werden kann, dass der Ladungstransport in Metallen über bewegte Elektronen geschieht.
- die Grössenordnung der Elektronen-Driftgeschwindigkeit in einem Metalldraht kennen.
- eine einfachere Überschlagsrechnung ausführen können.

### Aufgaben

#### *Elektrischer Stromkreis*

1. Was wissen Sie über den elektrischen Strom und den Stromkreis?
  - Machen Sie ein Brainstorming in 4-er-Gruppen
  - Halten Sie Ihr Ergebnis in einem MindMap fest.
  
2. Sie möchten gerne mit Glühlampen mit den Nenndaten 4 V / 0.1 A, welche Sie am Netz von 230 V anschliessen, eine Gartenfestbeleuchtung basteln. Zur Diskussion steht entweder eine Serieschaltung oder eine Parallelschaltung aller Glühlampen.
  - a) Beurteilen Sie mit schlüssiger Begründung, in welcher Schaltung Sie die Glühlampen ans Netz anschliessen müssen.
  - b) Wieviele Glühlampen brauchen Sie dazu?
  - c) Begründen Sie, warum in Ihrer Schaltung
    - die Spannung über einer einzelnen Lampe etwas weniger gross ist als die Nennspannung 4 V.
    - der elektrische Ladungsstrom durch die Lampen etwas kleiner ist als der Nennstrom 0.1 A.
  - d) Bestimmen Sie die in allen Glühlampen insgesamt umgesetzte elektrische Prozessleistung.

Hinweis:  
- Nehmen Sie näherungsweise an, dass die Widerstände der Glühlampen konstant sind.

Vorgehen:  
- Bearbeiten Sie die Aufgabe zuerst allgemein algebraisch.  
- Setzen Sie erst ganz am Schluss die Zahlenwerte in die algebraische Lösung ein.
  - e) Die Aufgabe d) würde wesentlich vereinfacht, wenn man näherungsweise annehmen könnte, dass die Spannung über einer einzelnen Glühlampe 4 V und der elektrische Ladungsstrom durch alle Glühlampen 0.1 A beträgt.  
Beurteilen Sie mit schlüssiger Begründung, ob diese Näherung verantwortbar ist oder nicht.

#### *Elektronenleitung in Metallen*

3. Studieren Sie im Buch *Metzler* den Abschnitt 5.4.3 *Elektronenleitung in Metallen* (Seiten 212/213).
  
4. Im Haushaltstromnetz (Wechselspannung 230 V / 50 Hz) fliesse durch einen Kupferdraht mit dem Durchmesser 1 mm ein elektrischer Ladungsstrom von 1 A.  
  
Während einer Halbperiode legt ein einzelnes Elektron auf Grund seiner Driftgeschwindigkeit im Draht eine bestimmte Wegstrecke zurück.  
  
Schätzen Sie mit Hilfe der Angaben im Abschnitt 5.4.3 (Metzler) die Grössenordnung (10er-Potenz) dieser Wegstrecke ab.

### Lösungen

1. ...

2. a) Serieschaltung

b)  $U_0 - n \cdot U_1 = 0$        $n = \frac{U_0}{U_1} = \frac{230 \text{ V}}{4 \text{ V}} = 57.5$       58 Glühlampen

c) Die Anzahl der Glühlampen ist 58 und nicht 57.5.

d)  $P_{el} = U \cdot I_Q$   
 $U_0 - U = 0$

$$R_{tot} = \frac{U}{I_Q}$$

$$R_{tot} = n \cdot R_1$$

$$R_1 = \frac{U_N}{I_{QN}}$$

-----

$$P_{el} = \frac{I_{QN} \cdot U_0^2}{n \cdot U_N} = \frac{0.1 \text{ A} \cdot (230 \text{ V})^2}{58 \cdot 4 \text{ V}} = 23 \text{ W}$$

e) ...

3. ...

4. ...