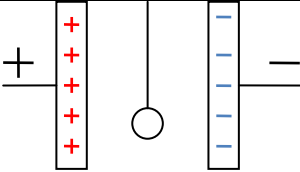
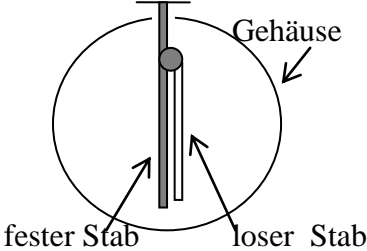
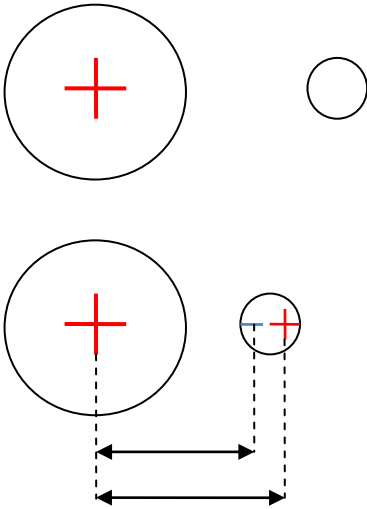

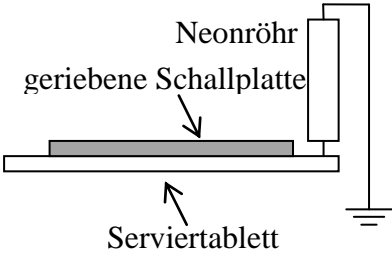


|   |   |
|---|---|
| Im Abschnitt 1.1 wiederholst Du vor allem Begriffe, Modelle, Formeln und Zusammenhänge, die Du in der Mittelstufe kennengelernt (und vielleicht wieder vergessen) hast. Hier legst Du die Grundlage für das gesamte Schuljahr.  | <h1><u>1. Statisches elektrisches Feld</u></h1> <h2><u>1.1 Grundlagen der Elektrizitätslehre</u></h2> <h3><u>Entwicklung der Elektrizitätslehre</u></h3>  |
| <b>Notiere Begriffe, Geräte oder Namen, die Dir im Zusammenhang mit Elektrizitätslehre einfallen!</b>   |   |
| Zunächst diente die Elektrizität nur der Unterhaltung, später begann eine systematische Auseinandersetzung. Das 19. Jahrhundert war das Jahrhundert der Elektrizitätslehre. Vor 200 Jahren entdeckten und erfanden Physiker die Geräte und Zusammenhänge, die die Grundlage unserer modernen Technologien bilden. | Coulomb (1794): Kräfte zwischen geladenen Teilchen<br>Volta (1800): Erfindung der Batterie<br>Faraday (1831): Induktionsgesetz → Grundlage für Stromerzeugung<br>Siemens (1866): Konstruktion des Generators → Technik der Stromerzeugung<br>Lorentz (1895): Lorentzkraft → Grundlage des Elektromotors |
|   | <b><u>Elektrisch geladene Teilchen und Körper</u></b>   |
| <b>Erinnere Dich an das Atommodell. Welche Arten von Ladungen gibt es und von welchen Teilchen werden sie getragen? Weshalb ist ein Atom neutral? Wodurch unterscheidet sich davon ein Ion? (Lösung)</b>  |   |
| In den Experimenten, die wir durchführen, haben wir es in der Regel nicht mit einzelnen Teilchen zu tun, sondern mit Körpern, die aus einer gigantischen Zahl von Teilchen bestehen. Die Ladungsvorstellung überträgt sich aber vom Teilchen auf den Körper.  | <b>Es gibt negative und positive Ladungen. Enthält ein Körper gleich viele von beiden Sorten, so ist er elektrisch neutral, gibt es von einer Sorte einen Überschuss, so ist er geladen (z.B. Elektronenüberschuss und Elektronenmangel).</b>   |
|   | <b><u>Verhalten geladener Körper</u></b>  |
| <b>Du hast die Regeln für Kräfte zwischen geladenen Körpern in der Mittelstufe kennengelernt. Formuliere sie möglichst prägnant! (Lösung)</b>   |   |
| <b>Zwischen zwei geladenen Kondensatorplatten hängt eine graphitbeschichtete Kugel. Was passiert, nachdem man die Kugel kurz mit der einen Platte in Kontakt gebracht hat? Sage voraus und erkläre! (Lösung)</b>  |   |

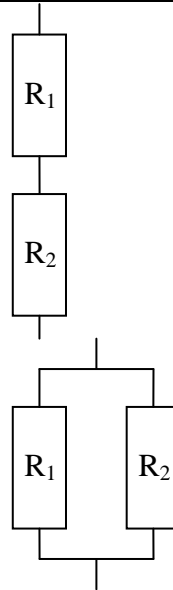
|   |  |
|---|--|
| <p><b>Das Elektroskop ist ein Gerät, mit dem man elektrische Ladung quantitativ messen kann. Es besteht im Wesentlichen aus einem festen und einem drehbar gelagerten Metallstab, die leitend miteinander verbunden sind. Erkläre die Funktionsweise (mit Zeichnung) und begründe, warum sowohl positive als auch negative Ladungen gemessen werden können. (Lösung)</b></p>  |    |
| <p>Bringt man eine elektrisch neutrale Metallkugel in die Nähe einer stark aufgeladenen Kugel, so wird auch sie angezogen. Hier versagen zunächst unsere Regeln für Kräfte zwischen geladenen Körpern!</p> <p>Eine nette Simulationsapp, die genau zum Thema passt, bietet die University of Colorado (<a href="http://phet.colorado.edu/de/simulations">phet.colorado.edu/de/simulations</a> oder Suchbegriff „phet simulation“) unter dem Namen „Ballons und statische Elektrizität“. Sie läuft ohne Installation im Browser.</p> <p>Merke:<br/>Positionen von Ladungen können sich also bei direktem Kontakt zu geladenen Körpern (Ladungstransport) aber auch ohne Kontakt (Influenz bzw. Polarisation) ändern.</p> | <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p><b><u>Influenz</u></b><br/>Nähert sich ein elektrisch neutraler, leitfähiger Körper einem geladenen (1. Bild), so verschieben sich die Ladungen, die sich ja auch in einem neutralen Körper befinden, entsprechend dem Kraftgesetz (2. Bild). Da sich nun die kleine negative Ladung näher an der großen positiven Ladung befindet als die kleine positive, wird die kleine Kugel stärker angezogen als abgestoßen. → Anziehung</p> <p><b><u>Polarisation</u></b><br/>Ein vergleichbarer Effekt tritt sogar bei nichtleitenden Materialien (Isolatoren) auf. Dort können die Ladungen nicht verschoben werden. Allerdings richten sich die Moleküle (Dipole) im Material aus (siehe S.12 unten).</p> </div> </div> |
| <p><b>Ein elektrisch neutraler Wattebausch wird in die Nähe einer geladenen Kugel (Bandgenerator) gebracht. Was passiert? Sage voraus und begründe! (Lösung)</b></p>  |    |
| <p><b>Selbst-Check:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ladungsarten</li> <li>• Kräfte zwischen Ladungen</li> <li>• elektrische Kräfte an neutralen Körpern</li> </ul>   | <p><b>Prüfe Dein Wissen mit der Aufgabe S.18/8.</b><br/>Eine ganze Menge Aufgaben zum Thema gibt's auf Leifiphysik <b>unter Teilgebiet Elektrizitätslehre – Ladungen und Felder Mittelstufe – Ladungseigenschaften Aufgaben.</b></p>   |

|  |  |
|--|--|
| Um quantitativ mit dem Begriff Ladung umgehen zu können, brauchen wir ein Formelzeichen und eine Einheit.  | <b>Einheit der elektrischen Ladung</b><br><b>Formelzeichen für Ladung: <math>Q</math></b><br><b>Einheit für Ladung: <math>1\text{ C}</math> (Coulomb)</b><br><b>Ladung eines Elektrons: <math>e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}</math> (Elementarladung)</b> |
| Ein Körper hat einen Ladungsüberschuss von 1 Mrd. Elektronen. Berechne seine Ladung! (Lösung)  |  |
|  | <b>Elektrischer Strom als</b>  |
| Eine Schallplatte wird mit einem Stück Fell gerieben und dann auf ein Serviertablett gelegt. Dann berührt man mit einem Pol einer Neonröhre das Serviertablett, den anderen Pol hält man in der Hand. Beschreibe Deine Beobachtung! Anschließend nimmt man die Schallplatte weg und berührt wieder mit der Neonröhre das Tablett. Warum geht das Spiel jetzt weiter? | Das Mc-Gyver-Experiment<br>  |
| Welcher Zusammenhang besteht zwischen Strom und Ladung? (Lösung)   |  |
| Dieser Zusammenhang taugt für eine quantitative Definition von Stromstärke, auch wenn man das im SI-System anders macht.   | <b>Stromstärke <math>I</math> ist der Quotient aus transportierter Ladung <math>\Delta Q</math> durch Zeit <math>\Delta t</math>:</b><br>$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ <b>Einheit: <math>1\text{ A} = 1 \frac{\text{C}}{\text{s}}</math> (Ampere)</b>    |
| Berechne: Wie viele Elektronen passieren pro Sekunde die Leitung bei einem Strom von 1 A? (Lösung)   |  |
|  | <b>Stromstärke, Spannung, Widerstand</b>   |
| Schlage im Buch S.14 (Tabelle) auf und prüfe, wie viel Dein Banknachbar noch von diesen Begriffen weiß! Tauscht zwischendurch die Rollen! Schreibt die Formelzeichen und Einheiten für diese Größen auf! Einigt Euch auf eine Formel, die Ihr hier in das Skript notiert!  | Zusammenfassung der Begriffe siehe S.14.<br>Stromstärke: Einheit:<br>Spannung: Einheit:<br>Widerstand: Einheit:<br>Unverzichtbar ist hier die Formel:  |

|  |   |
|--|---|
|  | <b><u>Elektrische Energie und Leistung</u></b>  |
| <i>Elektrische Energie lässt sich in mechanische Energie (mit E-Motoren) oder in Wärme (mit Herdplatten) umwandeln. Damit man dabei rechnerisch gleiche Energiemengen (in J) erhält, muss man die Menge der elektrischen Energie mit folgender Formel berechnen →</i>  | <p>Energie: <math>E = U \cdot I \cdot t</math>      Einheit: <math>1 \text{ VAs} = 1 \text{ Ws} = 1 \text{ J}</math></p> <p>Leistung: <math>P = \frac{E}{t} = U \cdot I</math>      Einheit: <math>1 \text{ VA} = 1 \text{ W}</math> (Watt)</p> <p>Beachte: <math>3600 \text{ Ws} = 1 \text{ Wh}</math>, <math>1000 \text{ Wh} = 1 \text{ kWh}</math></p>   |
|  | <b><u>Kapazität</u></b>   |
| <i>Die Füllmenge eines Akkus wird in der Regel mit seiner Kapazität angegeben (siehe später beim Kondensator). Beachte: Man sollte einen Akku nie zu 100% entladen, das Batteriemanagement begrenzt die Entladetiefe üblicherweise auf 80% (DOD - deep of discharge)</i>   | <p>Die Kapazität eines Akkus gibt an, wie lange er eine bestimmte Stromstärke liefern kann, bis er leer ist, z.B.:</p> <p>Autobatterie: <math>12\text{V}/100\text{Ah} \rightarrow 1\text{h lang } 100\text{A}</math> oder <math>100\text{h lang } 1\text{A}</math> oder <math>20\text{h lang } 5\text{A} \dots</math></p> <p>Handyakku: <math>3,6\text{V}/1400\text{mAh} \rightarrow 1\text{h lang } 1400\text{mA}</math> oder <math>7\text{h lang } 200\text{mA}</math> oder ...</p> |
| <i><b>Das Elektro-Muskel-Hybrid-Fahrzeug Aerorider erreicht mit einem 600W Radnabenantrieb 45km/h auf ebener Strecke. Zur Versorgung verwendet man (s.o.) Lithium-Eisenphosphat-Akkus 48V/10Ah, wobei je nach Käuferwunsch 1 bis 4 Stück eingesetzt werden können. Berate einen Interessenten mit 12 km Arbeitsweg (einfach). Führe hierzu eine geeignete Rechnung durch, diskutiere aber auch weitere, hier nicht genannte Faktoren. (Lösung)</b></i> |   |
| <b>Selbstcheck:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Stromstärke, Spannung, Widerstand</b></li> <li>• <b>Energie, Leistung</b></li> <li>• <b>Kapazität</b></li> </ul>   | <b>Prüfe Dein Können mit der Aufgabe S.19/11.</b>   |

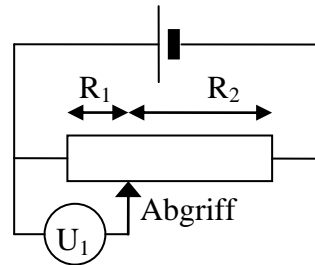
*Im Buch S.15 unten findest Du eine tabellarische Zusammenstellung über quantitative Zusammenhänge bei Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen. Fasse die mit Formeln dargestellten Zusammenhänge für Ströme, Spannungen und Widerstände in Worte und notiere diese Wortfassungen möglichst prägnant bei den zugehörigen Zeichnungen.*

### Schaltung von Widerständen



*Ein wichtiges Bauteil zum Regulieren von Strömen bzw. Spannungen in zahlreichen Experimenten ist das Potentiometer. Du kennst es z.B. vom Lautstärkenregler an der Stereoanlage oder beim Autoradio (es sei denn, die Lautstärke wird dort schon durch Sensortasten reguliert). Wir setzen so etwas zum Beispiel bei dem Netzgerät ein, das Du die letzten Jahre im Praktikum verwendet hast (Knopf nach rechts drehen führte dort zu einer höheren Ausgangsspannung). Streng genommen ist die Sache eigentlich etwas komplizierter. Profis mögen sich die Abbildung S.16 oben und die zugehörige Aufgabe S.20/25 anschauen. Für unsere Zwecke reicht es wohl so.*

### Potentiometer



Technisch besteht es aus einer längeren Draht- oder Kohlestrecke, die an einem Punkt mit einem Schleifer abgegriffen wird. Der Abgriff teilt die gesamte Strecke in einen Teil vor und einen Teil nach dem Abgriff. Elektrisch handelt es sich um eine Reihenschaltung dieser beiden Teilstrecken, entsprechend teilt sich dann auch die Spannung auf (siehe vorherige Seite).

Grob gesagt gilt hier  $\frac{U_1}{U_{ges}} = \frac{R_1}{R_{ges}}$

Da  $U_{ges}$  und  $R_{ges}$  ja konstant bleiben, führt das Verschieben des Abgriffes nach rechts dazu, dass der abgegriffene Widerstand  $R_1$  und damit auch die Spannung  $U_1$  immer größer werden (beim Autoradio würde damit z.B. die Musik lauter).

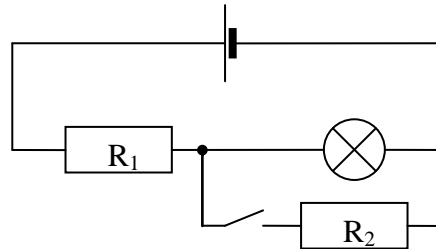
**Löse folgende Aufgabe**

**(Tipp: Berechne zunächst den Widerstandswert des Lämpchens bei Betriebstemperatur):**

In der nebenstehenden Schaltung sind Widerstände  $R_1 = 80 \, \Omega$ ,  $R_2 = 60 \, \Omega$  sowie ein Lämpchen mit den Betriebsdaten  $4,0 \, \text{V} / 100 \, \text{mA}$  eingebaut. Der **Schalter ist zunächst offen**, die Spannung wird so gewählt, dass das Lämpchen seine Betriebsdaten gerade erreicht.

- Berechne die hierfür eingestellte Spannung!
- Nun wird der **Schalter geschlossen**. Berechne mit den angegebenen Daten die Spannung am Lämpchen.
- Ergänze in der Zeichnung ein Amperemeter und ein Voltmeter so, dass man damit Lämpchenstromstärke und Lämpchenspannung bestimmen kann.

(Lösung)



**Selbst-Check:**

- **Rechengesetze bei Reihen- und Parallelschaltung**
- **kombinierte Schaltung**
- **Potentiometer**

Wenn Du Lücken in Deinen Kenntnissen zu Stromkreisen aus der Mittelstufe feststellst, dann gibt's Tests und jede Menge Übungsaufgaben auf Leifiphysik unter **Teilgebiet Elektrizitätslehre – Komplexere Schaltkreise – Aufgabenübersicht**.

Im 1. Buchkapitel (Wiederholungsteil) findest Du noch weitere Themenbereiche (z.B. Messbereichserweiterung) oder Aufgabenstellungen. Die wichtigsten Grundlagen haben wir jetzt aber bereitgestellt und starten deshalb gleich durch zum neuen Stoff der Oberstufe.