MINT Lernstudio Kamm

PHYSIK | FUNDAMENTALS | KURSSTUFE · ELEKTRISCHES FELD & KONDENSATOR

Elektrizitätslehre: das Fundament

Spannung, Stromstärke, Widerstand und Leistung vor dem Start in die Kursstufe

Video auf YouTube

Spickzettel · S. 1 | **Aufgaben · S. 2** | **Lösungen · S. 4**

Zum Austeilen ohne Lösungen: vor Seite 4 aufhören.

Bildungsplan Baden-Württemberg: 3.2.5 Grundgrößen der Elektrizitätslehre (Klassen 7/8) · Grundlage für 3.6.2.1 / 3.4.2

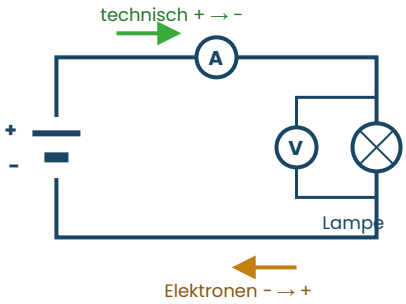
Spickzettel: Elektrizitätslehre

Was du aus der Mittelstufe sicher mitbringen musst, bevor elektrische Felder kommen

1 Stromkreis und Spannung

Video 0:21

- Ein geschlossener Stromkreis: Quelle → Verbraucher → zurück zur Quelle.
- Ladung fließt nur bei einem **Potentialunterschied**, wie Wasser nur bergab fließt.
- Dieser Unterschied ist die **Spannung U** (Volt), gemessen **zwischen zwei Punkten**, also parallel.



Amperemeter in Reihe, Voltmeter parallel

2 Stromrichtung

Video 1:04

- **Technische Stromrichtung:** von + nach -.
- **Elektronen** fließen in Wirklichkeit von - nach +.

3 Die Formeln

Video 1:25

Größe	Formel	Einheit	Bedeutung
Stromstärke	$I = \Delta Q / \Delta t$	A = C/s	Ladung pro Sekunde, gemessen in Reihe
Ohmsches Gesetz	$U = R \cdot I$	Ω = V/A	gilt bei konstantem Widerstand
Drahtwiderstand	$R = \rho \cdot l / A$	Ω	länger und dünner → größerer Widerstand (Video 2:06)
Energie	$W = U \cdot Q$	J	Spannung = Energie pro Ladung
Leistung	$P = U \cdot I$	W = J/s	Energie pro Sekunde (Video 2:29)

© Felix Kamm · mint-lernstudio.de · Lizenz CC BY-NC-SA 4.0: frei für Unterricht und Lernen, nicht kommerziell

DIE BRÜCKE ZUR KURSSTUFE

Wo es Potentialunterschiede gibt, wirken Kräfte auf Ladungen. Genau das ist das elektrische Feld. Video 2:51

4 So fragt das Abitur

Zusatz zum Video

- **Leistung im Widerstand:** $P = U \cdot I = I^2 \cdot R = U^2 / R$. Bei Reihenschaltung ist I überall gleich, dort wird die meiste Wärme erzeugt, wo R am größten ist. Bei fester Spannung gilt $P = U^2 / R$.
- **Kabelbruch:** An der Bruchstelle steigt der Widerstand. Die Stromstärke sinkt dabei leicht, der Leitungsschutzschalter löst nicht aus, aber die Leistung an der kleinen Stelle ($P = I^2 \cdot R$) kann zum Brand führen.
- **Messreihe auswerten:** Ein Zusammenhang ist proportional, wenn der Quotient aller Wertepaare (zum Beispiel U / I) gleich bleibt. Für R den Mittelwert aller Quotienten verwenden.

TYPISCHE FEHLER

- ✗ Bei einer Messreihe nur ein Wertepaar ausgewertet, obwohl „unter Verwendung aller Messwerte“ verlangt ist.
- ✗ Spannung „fließt“ durch den Draht. Falsch: Strom fließt, Spannung liegt zwischen zwei Punkten an.
- ✗ Technische Stromrichtung und Elektronenrichtung verwechselt.
- ✗ Bei $R = \rho \cdot l / A$ die Fläche aus dem Durchmesser falsch berechnet: $A = \pi \cdot d^2 / 4$.

Übungsaufgaben: Elektrizitätslehre

Sieben Aufgaben, drei Anforderungsbereiche

AFB I wiedergeben · AFB II anwenden · AFB III übertragen und beurteilen. Erst selbst lösen, dann nachsehen.

Aufgabe 1 AFB I

Durch eine Lampe fließen in 5 s insgesamt 2 C Ladung. Berechne die Stromstärke.

Aufgabe 2 AFB I

Erkläre, warum man ein Amperemeter in Reihe und ein Voltmeter parallel zum Verbraucher schaltet.

Aufgabe 3 AFB II

Eine Lampe liegt an 12 V, es fließen 0,5 A. Berechne a) ihren Widerstand, b) ihre Leistung, c) die Energie, die sie in einer Minute umsetzt.

© Felix Kamm · mint-lernstudio.de · Lizenz CC BY-NC-SA 4.0: frei für Unterricht und Lernen, nicht kommerziell

Aufgabe 4 AFB II

Ein Verlängerungskabel enthält Kupferdraht mit l = 50 m und A = 1,5 mm² (ρ_{Cu} = 0,0178 Ω · mm²/m). Berechne den Widerstand des Drahts.

Aufgabe 5 AFB II

Für einen Draht wurde gemessen: U in V: 2,0 · 4,0 · 6,0 · 8,0; I in A: 0,100 · 0,210 · 0,290 · 0,410. Zeige, dass der Draht näherungsweise ein ohmscher Leiter ist, und bestimme R unter Verwendung aller Messwerte.

Aufgabe 6 AFB III

Ein Draht wird durch einen doppelt so langen Draht aus demselben Material ersetzt, dessen **Durchmesser** ebenfalls doppelt so groß ist. Beurteile, wie sich der Widerstand ändert, und begründe.

Aufgabe 7 AFB III

Ein Heizgerät (230 V, 2300 W) ist über ein Kabel mit R_K = 0,05 Ω angeschlossen. a) Berechne die Stromstärke und die im Kabel umgesetzte Leistung. b) Durch einen Kabelbruch kommt an einer Stelle ein Übergangswiderstand von 2,0 Ω in Reihe dazu. Berechne die Stromstärke und die Leistung an der Bruchstelle. c) Der Leitungsschutzschalter löst bei 16 A aus. Beurteile, ob er vor dem Kabelbrand schützt.

SELBSTCHECK: ICH KANN …

- ☐ Spannung als Potentialunterschied erklären.
- ☐ technische Stromrichtung und Elektronenrichtung unterscheiden.
- ☐ mit I = ΔQ / Δt, U = R · I, R = ρ · l / A und P = U · I rechnen.

© Felix Kamm · mint-lernstudio.de · Lizenz CC BY-NC-SA 4.0: frei für Unterricht und Lernen, nicht kommerziell

Lösungen

Vollständige Rechenwege

Aufgabe 1: $I = \Delta Q / \Delta t = 2\ C / 5\ s =$ **0,4 A**.

Aufgabe 2: Das Amperemeter misst, wie viel Ladung pro Zeit durch den Verbraucher fließt. Dafür muss derselbe Strom durch beide fließen, also in Reihe. Das Voltmeter misst den Potentialunterschied zwischen zwei Punkten, also muss es an beide Enden des Verbrauchers angeschlossen werden: parallel.

Aufgabe 3: a) $R = U / I = 12\ V / 0{,}5\ A =$ **24 Ω**. b) $P = U \cdot I = 12\ V \cdot 0{,}5\ A =$ **6 W**. c) $W = P \cdot t = 6\ W \cdot 60\ s =$ **360 J**.

Aufgabe 4: $R = \rho \cdot l / A = 0{,}0178\ \Omega \cdot mm^2/m \cdot 50\ m / 1{,}5\ mm^2 \approx$ **0,59 Ω**. Hin- und Rückleiter zusammen: etwa 1,2 Ω.

Aufgabe 5: $R = U / I$: 20,0 Ω · 19,0 Ω · 20,7 Ω · 19,5 Ω. Der Quotient ist bis auf wenige Prozent konstant, also ist $U \sim I$ und der Draht näherungsweise ohmsch. Mittelwert **$R \approx 19{,}8\ \Omega \approx 20\ \Omega$**.

Aufgabe 6: Doppelter Durchmesser heißt vierfache Fläche ($A = \pi \cdot d^2 / 4$). $R = \rho \cdot l / A$: Die Länge verdoppelt R, die vierfache Fläche viertelt R. Insgesamt: 2 / 4 = ½. Der Widerstand **halbiert sich**.

Aufgabe 7: a) $R_G = U^2 / P = 230^2 / 2300\ \Omega = 23\ \Omega$. $I \approx P / U =$ **10 A**; $P_{Kabel} = I^2 \cdot R_K \approx 100 \cdot 0{,}05\ W =$ **5 W**. b) $R_{ges} = 23\ \Omega + 0{,}05\ \Omega + 2{,}0\ \Omega = 25{,}05\ \Omega$; $I = 230\ V / 25{,}05\ \Omega \approx$ **9,2 A**; $P_{Bruch} = I^2 \cdot 2{,}0\ \Omega \approx$ **169 W**, rund 34-mal so viel wie vorher, auf wenige Millimeter konzentriert. c) 9,2 A < 16 A: Der Schalter löst **nicht** aus, die Stromstärke sinkt sogar. Er schützt nicht vor dem Kabelbrand.

Weiter geht es mit dem elektrischen Feld: Coulomb-Gesetz, Feldstärke, Potential. Das Video „Das elektrische Feld“ baut direkt hierauf auf.

Mehr dazu, alle Videos und alle Blätter: mint-lernstudio.de/beitraege/elektrizitaetslehre-grundlagen

© Felix Kamm · mint-lernstudio.de · Lizenz CC BY-NC-SA 4.0: frei für Unterricht und Lernen, nicht kommerziell