

Prüfungsvorbereitung Physik:

Elektrostatik, Strom, Magnetismus

Alle Grundlagen aus den vorhergehenden Prüfungen werden vorausgesetzt.
Das heisst: **Gut repetieren!**

Theoriefragen: Diese Begriffe müssen Sie auswendig in ein bis zwei Sätzen erklären können.

- a) Elektrischer Strom
- b) Wozu verwenden wir den elektrischen Strom?
- c) Unter welchen Bedingungen fliesst ein Strom?
- d) Energieeinheiten: Nennen Sie drei Einheiten für Energie
Wofür verwendet man die verschiedenen Energieeinheiten?
Wie rechnet man die verschiedenen Energieeinheiten ineinander um?
- e) Gleichstrom/Wechselstrom
- f) Stromstärke
- g) Spannung
- h) Widerstand
- i) Wovon hängt der elektrische Widerstand ab?
- j) Kennlinie
- k) Nennen Sie die drei Wirkungen des elektrischen Stroms
- l) Welche Regeln gelten bezüglich Spannung und Stromstärke in der Parallelschaltung?
- m) Welche Regeln gelten bezüglich Spannung und Stromstärke in der Serieschaltung?
- n) Wie schliesst man ein Ampèremeter an? Wie schliesst man ein Voltmeter an?
- o) Wie sieht das Magnetfeld eines Stroms aus? (Beschreiben oder skizzieren)
- p) Wie sieht das Magnetfeld einer stromdurchflossenen Spule aus? (Beschreiben oder skizzieren)
- q) Wie verändert sich das Magnetfeld, wenn man einen Eisenkern in eine stromdurchflossene Spule schiebt? Warum?
- r) Welche Kraft wirkt auf bewegte Ladungen im Magnetfeld? In welche Richtung wirkt diese Kraft?
- s) Welche Bahn beschreibt ein geladenes Teilchen, das durch ein homogenes Magnetfeld fliegt (wenn es senkrecht/parallel zu den Feldlinien eingeschossen wurde)?

Formeln: An der Prüfung erhalten Sie ein Formelblatt. Auf dem Formelblatt finden Sie alle Formeln, die Sie brauchen, sowie Tabellenwerte und ein paar wichtige Formeln aus der Mathematik. Das Formelblatt können Sie auf ga.perihel.ch anschauen und herunterladen.

Fähigkeiten:

- Formeln umformen, Zahlenwerte mit Einheiten einsetzen und ausrechnen
- Mit Diagrammen umgehen
- Elektrische und magnetische Feldlinienbilder interpretieren und zeichnen können
- Elektrische Schaltpläne interpretieren und zeichnen können
- Die Linke-Hand Regel richtig anwenden können
- Die Drei-Finger-Regel richtig anwenden können
- Joule in Elektronvolt umwandeln können und umgekehrt
- Joule in Kilowattstunden umwandeln können und umgekehrt

Physikalische Grössen: Diese physikalischen Grössen müssen Sie kennen, mit Symbolen und Einheiten.

	Symbol	Einheit		Symbol	Einheit
Ladung			Stromstärke		
Spannung			Widerstand		
Arbeit			Energie		
Leistung			Zeit		
Länge			Elektrische Feldstärke		
Kraft			Geschwindigkeit		
Lorentzkraft			Magnetische Feldstärke		

Übungsaufgaben:

Alle Arbeitsblätter sowie Aufgabenblätter A4, A7, A8, A10, A11

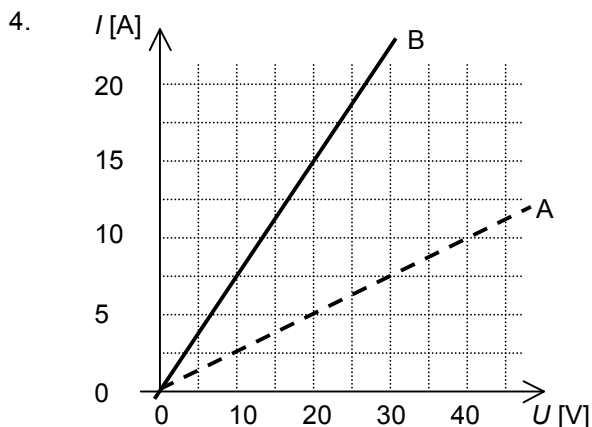
Weitere Aufgaben

- In einem homogenen Magnetfeld ($B = 0.20578000 \mu\text{T}$) befindet sich senkrecht zur Feldlinienrichtung ein Draht der Länge 0.0854300 km , der von einem Strom durchflossen wird. Auf den Draht wirkt eine Kraft von 0.001670 mN .
 - Wie viele signifikante Ziffern besitzen die drei Zahlenwerte? Wie viele Ziffern sollte das Resultat besitzen?
 - Rechnen Sie aus, wie gross die Stromstärke im Draht ist und runden Sie das Resultat auf die richtige Anzahl signifikanter Ziffern.
 - Notieren Sie das Resultat mit einer Zehnerpotenz in der wissenschaftlichen Schreibweise.
- Berechnen Sie jeweils die fehlenden Grössen. Formel nicht vergessen!

Spannung	Stromstärke	Widerstand	Ladung	Zeit	Leistung	Arbeit	Stromkosten
			2'500 C	1 h		4.6 kJ	
220 V					245 W	700 kJ	
	490 mA			45 min		0.07 kWh	
380 V					7.9 kW		6.0 Rp.

3. Hier beschreiben sich zwei Stromquellen. Ergänzen Sie:

- a) Batterie: «Ich bin eine(Gleichstrom/Wechselstrom) -Quelle. Bei mir fließen die Elektronen (hin und her/immer in die gleiche Richtung). Mein Plus- und mein Minuspol (bleiben so wie sie sind/werden ständig vertauscht).»
- b) Steckdose: «Ich bin eine(Gleichstrom/Wechselstrom) -Quelle. Bei mir fließen die Elektronen (hin und her/immer in die gleiche Richtung). Mein Plus- und mein Minuspol (bleiben so wie sie sind/werden ständig vertauscht).»



- a) Welcher Konstantendraht hat den grösseren Widerstand: A oder B?
- b) Wie gross ist die Stromstärke im Draht A bei 30 V?
- c) Zeichnen Sie im Diagramm Draht C mit einem konstanten Widerstand von $R = 0.50 \Omega$ ein.
- d) Zeichnen Sie im Diagramm Draht D ein, dessen Widerstand sich verdoppelt, wenn man die Spannung vervierfacht. (Es gibt mehrere richtige Lösungen - eine davon genügt.)

5. Ergänzen Sie:

- a) Ein Ampèremeter wird (parallel/in Serie) in den Stromkreis eingebaut. Der elektrische Strom soll praktisch (ungehindert/gar nicht) durch das Messgerät fließen. Sein Widerstand ist sehr (gross/klein).
- b) Ein Voltmeter wird (parallel/in Serie) in den Stromkreis eingebaut. Der elektrische Strom soll praktisch (ungehindert/gar nicht) durch das Messgerät fließen. Sein Widerstand ist sehr (gross/klein).

6. Drei Widerstände $R_1 = 3.0 \Omega$, $R_2 = 4.0 \Omega$ und $R_3 = 5.0 \Omega$ sind parallel an eine Spannungsquelle von $U_0 = 12 \text{ V}$ angeschlossen.

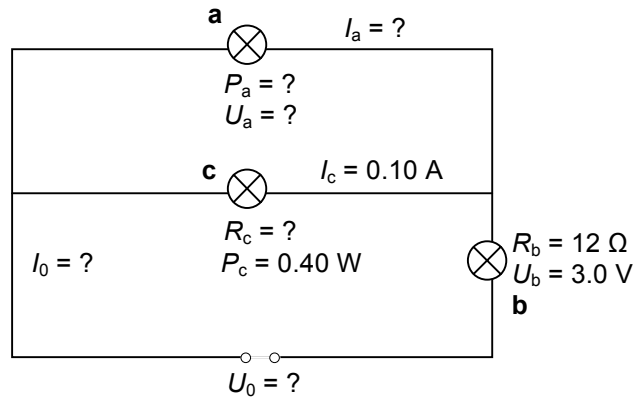
- Wie gross sind die Spannungen an den einzelnen Widerständen?
- Wie gross ist die gesamte Spannung?
- Wie gross sind die Stromstärken, die durch die einzelnen Widerstände fließen?
- Wie gross ist die gesamte Stromstärke?
- Wie gross sind die einzelnen Leistungen der drei Widerstände?
- Wie gross ist die gesamte Leistung?
- Wie gross ist der Ersatzwiderstand (gesamte Widerstand)?

7. Drei Widerstände $R_1 = 3.0 \Omega$, $R_2 = 4.0 \Omega$ und $R_3 = 5.0 \Omega$ sind in Serie an eine Spannungsquelle angeschlossen. Sie werden von einer Stromstärke von $I_0 = 1.0 \text{ A}$ durchflossen.

- Wie gross sind die Spannungen an den einzelnen Widerständen?
- Wie gross ist die gesamte Spannung?
- Wie gross sind die Stromstärken, die durch die einzelnen Widerstände fließen?
- Wie gross ist die gesamte Stromstärke?
- Wie gross sind die einzelnen Leistungen der drei Widerstände?
- Wie gross ist die gesamte Leistung?
- Wie gross ist der Ersatzwiderstand (gesamte Widerstand)?

8. Hier sehen Sie verschiedene Lämpchen in einem Schaltplan dargestellt.

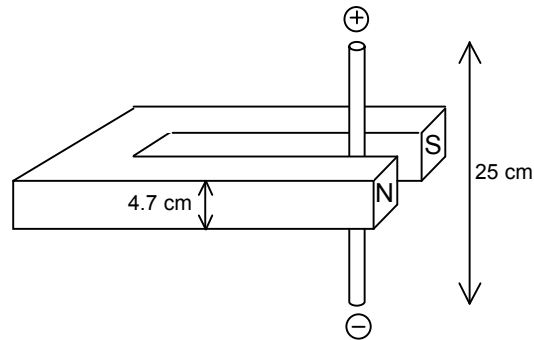
- Welches Lämpchen muss man herausdrehen, damit
 - nur ein Lämpchen
 - alle drei Lämpchen
 erlöschen?
- Welche Lampen sind hier parallel, welche in Serie zueinander geschaltet?
- Schreiben Sie die fehlenden Grössen hinein.



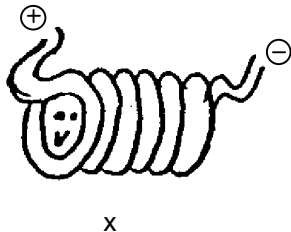
9. Fritzli brachte aus seinen Ferien in den USA einen Tauchsieder mit. Wenn man den Tauchsieder bei 110 V einsteckt, verbraucht er die «richtige» Leistung 530 W. Fritzli montiert daran einen passenden Stecker und steckt ihn in eine 220 V-Steckdose ein. Die Sicherung lässt maximal 10 A zu. *Annahme:* Der Widerstand des Tauchsieders ist konstant. Funktioniert der Tauchsieder? Wenn nein, warum nicht? Wenn ja, mit welcher Leistung?

10. In einem Draht, der sich zwischen den Polen eines Hufeisenmagneten befindet, fliesst ein elektrischer Strom ($I = 2.07 \text{ A}$). Auf die Elektronen im Draht wirkt eine Kraft von 1.75 mN.

- Zeichnen Sie ein, in welche Richtung diese Kraft wirkt.
- Wie gross ist die Stärke des Magnetfeldes zwischen den Polen des Hufeisenmagneten?



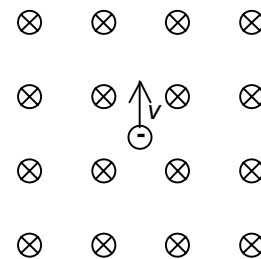
11.



- Zeichnen Sie das Magnetfeld dieser Spule.
- Wie richtet sich eine Kompassnadel in diesem Magnetfeld aus? Zeichnen Sie es an der mit x bezeichneten Stelle ein. (Kompassnadel: N S)

12. Ein Elektron wurde mit $U = 45.0 \text{ V}$ beschleunigt und bewegt sich senkrecht zu den Feldlinien eines Magnetfeldes ($B = 1.85 \text{ mT}$, die magnetischen Feldlinien zeigen ins Blatt hinein.)

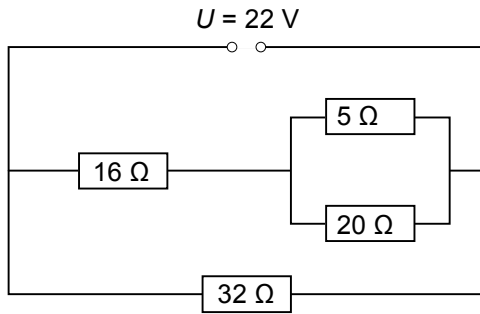
- Zeichnen Sie in der Abbildung die Richtung der Lorentzkraft auf das Elektron sowie seine (vollständige) Bahnkurve ein.
- Wie gross ist die kinetische Energie des Elektrons in eV und in J?
- Wie gross ist die Geschwindigkeit des Elektrons?
- Wie gross ist die Lorentzkraft auf das Elektron?
- Wie gross ist der Radius der Kreisbahn, auf der sich das Elektron bewegt?
- Um welchen Faktor ändert sich der Radius der Kreisbahn, wenn man die Geschwindigkeit des Elektrons halbiert?



13. Ein Proton wurde mit $U = 260 \text{ V}$ beschleunigt und bewegt sich senkrecht zu den Feldlinien eines homogenen Magnetfeldes ($B = 40.5 \text{ mT}$).

- Wie gross ist die Geschwindigkeit des Protons?
- Wie gross ist der Radius der Kreisbahn, auf der sich das Proton bewegt?
- Um welchen Faktor ändert sich die Geschwindigkeit des Protons, wenn man die Beschleunigungsspannung halbiert?

14.



- Wie gross ist der Ersatzwiderstand dieser Schaltung?
- Wie gross ist die Stromstärke, die durch den 16 Ω-Widerstand fliesst?
- Wie gross ist die Spannung, die am 5 Ω-Widerstand anliegt?
- Wie gross müsste ein Widerstand an der Stelle des 5 Ω-Widerstandes sein, damit gleich viel Strom durch den 16 Ω-Widerstand wie durch den 32 Ω-Widerstand fliesst?

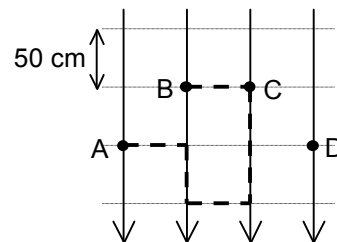
15. Ein geladener Wattebausch ($Q = 2.4 \cdot 10^{-9} \text{ C}$) der Masse $m = 5.6 \text{ g}$ «durchfällt» im Vakuum eine Spannung von $U = 15 \text{ kV}$.

- Welche Energie in Joule und Elektronvolt nimmt er hierbei aus dem elektrischen Feld auf?
- Auf welche Geschwindigkeit wird der Wattebausch beschleunigt, wenn er sich zu Beginn in Ruhe befand?

16. Ein Öltröpfchen (Olivenöl, $r = 1.20 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$) trägt drei Elementarladungen und befindet sich im vertikalen, homogenen Feld eines Millikan-Kondensators mit dem Plattenabstand $d = 0.500 \text{ cm}$. Welche Spannung muss zwischen den Platten liegen, damit das Öltröpfchen schwebt?

17. Im elektrischen Feld der Erde ($E = 130 \frac{\text{V}}{\text{m}}$) zeigen die Feldlinien senkrecht nach unten (Richtung Erdmittelpunkt, siehe Abbildung).

- Wie gross ist die Spannung zwischen den Punkten A und C?
- Wie viel Arbeit muss verrichtet werden, um ein geladenes Kügelchen ($Q_1 = -1.9 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, $m = 0.045 \text{ g}$) von A nach B entlang des eingezeichneten Weges zu bewegen?
- Wenn man ein negativ geladenes Kügelchen ($Q_2 = 5.3 \cdot 10^{-5} \text{ C}$) am Punkt D loslässt, wird es mit $4.97 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ nach unten beschleunigt. Wie gross ist seine Masse?



Lösungen:

1. a) $B: 8$, $\ell: 6$, $F: 4$ Resultat: 4

$$b) I = \frac{F}{\ell \cdot B} = \frac{0.001670 \cdot 10^{-3} \text{ N}}{0.0854300 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot 0.20578000 \cdot 10^{-6} \text{ T}} = 0.094995471 \text{ A} = \underline{\underline{0.09500 \text{ A}}}$$

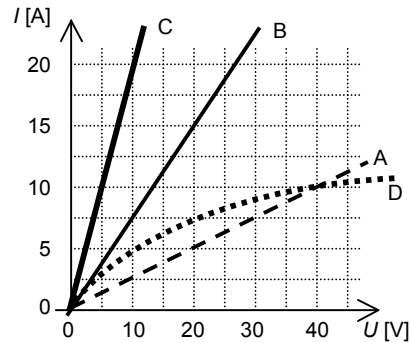
c) $\underline{\underline{9.500 \cdot 10^{-2} \text{ A}}}$

2.

1.84 V	0.69 A	2.65 Ω	1.28 W	0.03 Rp.
1.1 A	197.5 Ω	3181.8 C	47 min 37 s	3.9 Rp.
190.5 V	388.7 Ω	1323 C	93.3 W	1.4 Rp.
20.8 A	18.3 Ω	2842 C	136.7 s	0.3 kWh = 1080 kJ

- Gleichstrom; immer in die gleiche Richtung; bleiben so, wie sie sind
- Wechselstrom; hin und her; werden ständig vertauscht

4. a) A
 b) 7.5 A
 c) Gerade durch 10 A/5 V, 20 A/10 V, etc.
 d) z. B. gekrümmte Kurve durch 5 A/10 V (2 Ω)
 und 10 A/40 V (4 Ω)



5. a) in Serie; ungehindert; klein
 b) parallel; gar nicht; gross

6. a) $U_1 = U_2 = U_3 = U_0 = \underline{12\text{ V}}$
 b) $U_0 = \underline{12\text{ V}}$

$$\text{c) } I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{12\text{ V}}{3.0\ \Omega} = \underline{4.0\text{ A}} \quad I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{12\text{ V}}{4.0\ \Omega} = \underline{3.0\text{ A}} \quad I_3 = \frac{U_3}{R_3} = \frac{12\text{ V}}{5.0\ \Omega} = \underline{2.4\text{ A}}$$

$$\text{d) } I_0 = I_1 + I_2 + I_3 = 4.0\text{ A} + 3.0\text{ A} + 2.4\text{ A} = \underline{9.4\text{ A}}$$

$$\text{e) } P_1 = U_1 \cdot I_1 = 12\text{ V} \cdot 4.0\text{ A} = \underline{48\text{ W}} \quad P_2 = U_2 \cdot I_2 = 12\text{ V} \cdot 3.0\text{ A} = \underline{36\text{ W}}$$

$$P_3 = U_3 \cdot I_3 = 12\text{ V} \cdot 2.4\text{ A} = \underline{29\text{ W}}$$

$$\text{f) } P_{\text{gesamt}} = P_1 + P_2 + P_3 = 48\text{ W} + 36\text{ W} + 29\text{ W} = \underline{113\text{ W}}$$

$$\text{oder: } P_{\text{gesamt}} = U_0 \cdot I_0 = 12\text{ V} \cdot 9.4\text{ A} = \underline{113\text{ W}}$$

$$\text{g) } R_0 = \frac{U_0}{I_0} = \frac{12\text{ V}}{9.4\text{ A}} = \underline{1.3\ \Omega} \quad \text{oder: } R_0 = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)} = \frac{1}{\left(\frac{1}{3.0\ \Omega} + \frac{1}{4.0\ \Omega} + \frac{1}{5.0\ \Omega}\right)} = \underline{1.3\ \Omega}$$

7. a) $U_1 = R_1 \cdot I_0 = 3.0\ \Omega \cdot 1.0\text{ A} = \underline{3.0\text{ V}} \quad U_2 = R_2 \cdot I_0 = 4.0\ \Omega \cdot 1.0\text{ A} = \underline{4.0\text{ V}}$

$$U_3 = R_3 \cdot I_0 = 5.0\ \Omega \cdot 1.0\text{ A} = \underline{5.0\text{ V}}$$

$$\text{b) } U_0 = U_1 + U_2 + U_3 = 3.0\text{ V} + 4.0\text{ V} + 5.0\text{ V} = \underline{12\text{ V}}$$

$$\text{c) } I_1 = I_2 = I_3 = I_0 = \underline{1.0\text{ A}}$$

$$\text{d) } I_0 = \underline{1.0\text{ A}}$$

$$\text{e) } P_1 = U_1 \cdot I_1 = 3.0\text{ V} \cdot 1.0\text{ A} = \underline{3.0\text{ W}} \quad P_2 = U_2 \cdot I_2 = 4.0\text{ V} \cdot 1.0\text{ A} = \underline{4.0\text{ W}}$$

$$P_3 = U_3 \cdot I_3 = 5.0\text{ V} \cdot 1.0\text{ A} = \underline{5.0\text{ W}}$$

$$\text{f) } P_{\text{gesamt}} = P_1 + P_2 + P_3 = 3.0\text{ W} + 4.0\text{ W} + 5.0\text{ W} = \underline{12\text{ W}}$$

$$\text{oder: } P_{\text{gesamt}} = U_0 \cdot I_0 = 12\text{ V} \cdot 1.0\text{ A} = \underline{12\text{ W}}$$

$$\text{g) } R_0 = \frac{U_0}{I_0} = \frac{12\text{ V}}{1.0\text{ A}} = \underline{12\ \Omega} \quad \text{oder: } R_0 = R_1 + R_2 + R_3 = 3.0\ \Omega + 4.0\ \Omega + 5.0\ \Omega = \underline{12\ \Omega}$$

8. a) nur eines: a oder c alle drei: b
 b) a und c parallel, in Serie zu b

$$\text{c) } I_0 = I_b = \frac{U_b}{R_b} = \frac{3.0\text{ V}}{12\ \Omega} = \underline{0.25\text{ A}} \quad I_a = I_0 - I_c = 0.25\text{ A} - 0.10\text{ A} = \underline{0.15\text{ A}}$$

$$U_a = U_c = \frac{P_c}{I_c} = \frac{0.40\text{ W}}{0.10\text{ A}} = \underline{4.0\text{ V}} \quad P_a = U_a \cdot I_a = 4.0\text{ V} \cdot 0.15\text{ A} = \underline{0.60\text{ W}}$$

$$R_c = \frac{U_c}{I_c} = \frac{4.0\text{ V}}{0.10\text{ A}} = \underline{40\ \Omega} \quad U_0 = U_a + U_b = 4.0\text{ V} + 3.0\text{ V} = \underline{7.0\text{ V}}$$

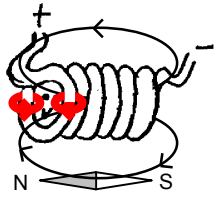
$$9. \quad I = \frac{P}{U} = \frac{530\text{ W}}{110\text{ V}} = 4.81\text{ A} \Rightarrow R = \frac{U}{I} = \frac{110\text{ V}}{4.81\text{ A}} = 22.8\ \Omega \quad I = \frac{U}{R} = \frac{220\text{ V}}{22.8\ \Omega} = 9.6\text{ A}$$

$$\Rightarrow \underline{ja} \quad \Rightarrow P = U \cdot I = \underline{2'120\text{ W}}$$

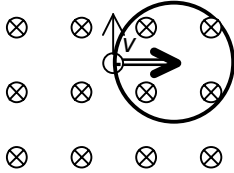
10. a) nach rechts

$$\text{b) } B = \frac{F}{I \cdot s} = \frac{1.75 \cdot 10^{-3}\text{ N}}{2.07\text{ A} \cdot 0.047\text{ m}} = 0.0180\text{ T} = \underline{18.0\text{ mT}}$$

11. a) und b)



12. a) $\otimes \quad \otimes \quad \otimes \quad \otimes$



b) $E_{\text{kin}} = W_{\text{Beschleunigung}} = q \cdot U = 1 \text{ e} \cdot 45.0 \text{ V} = \underline{45.0 \text{ eV}} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 45.0 \text{ V} = \underline{7.20 \cdot 10^{-18} \text{ J}}$

c) $v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{\text{kin}}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot U}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 45.0 \text{ V}}{9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} = 3.98 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

d) $F_L = q \cdot v \cdot B = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 3.96 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1.85 \cdot 10^{-3} \text{ T} = \underline{1.18 \cdot 10^{-15} \text{ N}}$

e) $r = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} = \frac{9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 3.98 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1.85 \cdot 10^{-3} \text{ T}} = \underline{0.0122 \text{ m}} = \underline{1.22 \text{ cm}}$

f) um den Faktor 0.5 wegen $r = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}$; v steht oberhalb dem Bruchstrich, wird v halbiert, wird auch r halbiert.

13. a) $E_{\text{kin}} = W_{\text{Beschleunigung}} = q \cdot U$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{\text{kin}}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot U}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 260 \text{ V}}{1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}} = 2.23 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

b) $F_Z = F_L \Rightarrow m \cdot \frac{v^2}{r} = q \cdot v \cdot B$

$$\Rightarrow r = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} = \frac{1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 2.23 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 40.5 \cdot 10^{-3} \text{ T}} = 0.057 \text{ m} = \underline{5.7 \text{ cm}}$$

c) $v_{\text{halbeSpann}} = \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot \frac{U}{2}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot U}{m \cdot 2}} = \sqrt{\frac{1}{2}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot U}{m}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot v$

Die Geschwindigkeit ändert sich um den Faktor $\frac{1}{\sqrt{2}}$.

14. a) $\frac{5 \Omega \cdot 20 \Omega}{25 \Omega} = 4 \Omega \quad 16 \Omega + 4 \Omega = 20 \Omega \quad \frac{32 \Omega \cdot 20 \Omega}{52 \Omega} = \underline{12.3 \Omega}$

b) $I = \frac{U}{R_{\text{mitte}}} = \frac{22 \text{ V}}{20 \Omega} = \underline{1.1 \text{ A}}$

c) $U = R \cdot I = 4 \Omega \cdot 1.1 \text{ A} = \underline{4.4 \text{ V}}$

d) $32 \Omega - 16 \Omega = 16 \Omega \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{16 \Omega} - \frac{1}{20 \Omega} \quad R = \underline{80 \Omega}$

15. a) $W = Q \cdot U = 2.4 \cdot 10^{-9} \text{ C} \cdot 15'000 \text{ V} = \underline{3.6 \cdot 10^{-5} \text{ J}} = \underline{2.2 \cdot 10^{14} \text{ eV}}$

b) $v = \sqrt{\frac{2 \cdot W}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3.6 \cdot 10^{-5} \text{ J}}{0.0056 \text{ kg}}} = 0.11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$16. \quad m = \rho \cdot V = \rho \cdot \frac{4\pi}{3} \cdot r^3 = 0.92 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{4\pi}{3} \cdot (1.20 \cdot 10^{-6} \text{ m})^3 = 6.66 \cdot 10^{-15} \text{ kg}$$

$$\text{Schweben: } F_G = F_{\text{el}} \quad \Rightarrow \quad m \cdot g = q \cdot E = q \cdot \frac{U}{d} = \frac{q \cdot U}{d} \quad \Rightarrow \quad U = \frac{m \cdot g \cdot d}{q}$$

$$U = \frac{m \cdot g \cdot d}{3e} = \frac{6.66 \cdot 10^{-15} \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0.500 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{3 \cdot 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = \underline{\underline{680 \text{ V}}}$$

$$17. \quad \text{a) } U = E \cdot d = 130 \frac{\text{V}}{\text{m}} \cdot 0.50 \text{ m} = \underline{\underline{65 \text{ V}}}$$

b) Gewichtskraft wirkt nach unten, elektrische Kraft nach oben:

$$F = m \cdot g - Q_1 \cdot E = 0.045 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} - 130 \frac{\text{N}}{\text{C}} \cdot 1.9 \cdot 10^{-6} \text{ C} = 1.94 \cdot 10^{-4} \text{ N nach unten}$$

Der Weg ist $s = 0.50 \text{ m}$ (nur auf dem Weg parallel zu den Feldlinien wird Arbeit verrichtet, wobei sich Wege in entgegengesetzten Richtungen aufheben)

$$W = F \cdot s = 1.94 \cdot 10^{-4} \text{ N} \cdot 0.50 \text{ m} = \underline{\underline{9.7 \cdot 10^{-5} \text{ J}}}$$

c) Gewichtskraft wirkt nach unten, elektrische Kraft nach oben. Weil das K ugelchen nach unten beschleunigt wird, weiss man, dass F_G grösser ist als F_{el} .

$$F_{\text{res}} = m \cdot a = F_G - F_{\text{el}} \quad \Rightarrow \quad m \cdot a = m \cdot g - Q_2 \cdot E \quad \Rightarrow \quad Q_2 \cdot E = m \cdot g - m \cdot a = m (g - a)$$

$$m = \frac{Q_2 \cdot E}{g - a} = \frac{5.3 \cdot 10^{-5} \text{ C} \cdot 130 \frac{\text{N}}{\text{C}}}{9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - 4.97 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \underline{\underline{1.4 \text{ g}}}$$