

Zu jeder Rechenaufgabe gehört ein Lösungsweg!

1. Eine Glühbirne ist an eine Wechselspannung angeschlossen, welche durch die Gleichung $U(t) = 325 \text{ V} \cdot \sin(104.71 t)$ beschrieben wird.
 - a) Wie gross sind die Frequenz und die Effektivspannung ?
 - b) Wo wird Wechselstrom dieser Frequenz verwendet ?
 - c) Um mit der gleichen Spannung eine 12V-Glühbirne zu betreiben, wird ein Transformator verwendet, der auf der Hochspannungsseite 800 Windungen hat. Wie viele Windungen sind auf der Niederspannungsseite nötig? Annahme: Vernachlässigbare Verluste!

2.
 - a) Welche Bedeutung haben Phase, Nullleiter und Erdleiter bei einer Steckdose?
 - b) Wie kann eine FI-Sicherung helfen, Unfälle mit Strom zu vermeiden?

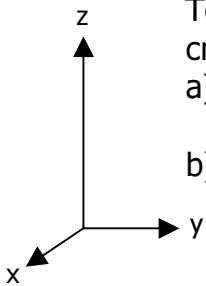
3. Ein mit $8 \mu\text{C}$ geladenes Teilchen fliegt mit $30'000 \text{ m/s}$ in x-Richtung. In z-Richtung wirkt ein elektrisches Feld, welches eine Kraft von $5 \cdot 10^{-5} \text{ N}$ auf das Teilchen ausübt.
 - a) Berechnen Sie die elektrische Feldstärke!
 - b) Das elektrische Feld wird durch zwei Kondensatorplatten erzeugt. Wie gross muss die Spannung zwischen diesen Platten sein, wenn ihr Abstand 20 cm beträgt?
 - c) Gleichzeitig zum elektrischen Feld wirkt auch noch ein magnetisches Feld auf das Teilchen, welches die Kraft, die durch das elektrische Feld auf das Teilchen ausgeübt wird, gerade kompensiert (das magnetische Feld erzeugt also eine Kraft entgegen der z-Richtung). Geben Sie die Richtung und die Stärke an, die das Magnetfeld haben muss.

4. Die Ober- und die Unterseite einer Gewitterwolke kann man sich wie die Platten eines riesigen Kondensators vorstellen. Die Spannung, die sich vor einer Blitzentladung aufbaut, kann 500 Millionen Volt erreichen.
 - a) Wie gross ist in einem solchen Fall die elektrische Feldstärke in einer 10 km hohen Wolke in etwa? ("In etwa" darum, weil die Formeln für den Plattenkondensator bei einer Gewitterwolke natürlich nicht genau stimmt).
 - b) Welche Ladung müsste ein 5 g schweres Hagelkorn in dieser Situation tragen, damit es – ähnlich wie ein Öltröpfchen im Millikan-Versuch – gerade schwebt? (Anmerkung: Wenn Hagelkörner in einer Gewitterwolke schweben oder sogar aufwärts fliegen, dann liegt das nicht wirklich daran, dass sie geladen sind, sondern an den starken Aufwinden innerhalb der Wolke.)

5. Wie Sie wissen, übt ein magnetisches Feld auf einen von Strom durchflossenen Draht eine Kraft aus. Ein von Strom durchflossener Draht erzeugt aber auch selbst ein Magnetfeld. Die Formel, mit der man es berechnet, finden Sie auf der Formelsammlung. Die Richtung des Magnetfeldes ist so, dass die Feldlinien Kreise bilden, die rund um den Draht herumlaufen.
 - a) Erklären Sie mit Hilfe dieser Informationen und Ihrem Wissen über Magnetfelder, warum es im Experiment auf dem Lehrerpult zu einer Anziehung der Leiter kommt.
 - b) Berechnen Sie die Kraft zwischen den beiden Leitern aus folgenden Angaben: Abstand der Leiter: 5 cm . Stromstärke: je 10 A . Länge: je 1 m . Anleitung: Berechnen Sie, welche Kraft das B-Feld des linken Leiters auf den rechten Leiter ausübt!

Zu jeder Rechenaufgabe gehört ein Lösungsweg!

1. Eine 115V-Glühbirne ist an eine Wechselspannung von 60 Hz angeschlossen.
 - a) Geben Sie die Gleichung an, die die zugehörige Wechselspannung $U(t)$ beschreibt. Für U_0 und ω sind geeignete Zahlenwerte einzusetzen.
 - b) Wo wird Wechselstrom dieser Frequenz verwendet ?
 - c) Die gleiche Spannung wird zuvor durch einen Gleichrichter (bestehend aus 4 Dioden) geschickt. Zeichnen Sie $U(t)$ für die so gleichgerichtete Spannung im Zeitraum 0 bis $1/15$ s!
2.
 - a) Warum ist es sinnvoll, nachts Wasser in Stauseen hinaufzupumpen ?
 - b) Wozu verwendet man ein Transformator? Zur Erklärung gehört *auch* das im Unterricht besprochene mathematische Gesetz!
3. Ein mit $-8 \mu\text{C}$ geladenes Teilchen fliegt mit $30'000 \text{ m/s}$ in y -Richtung. In z -Richtung wirkt ein elektrisches Feld, welches eine Kraft von $5 \cdot 10^{-5} \text{ N}$ auf das Teilchen ausübt. Es wird von zwei Kondensatorplatten erzeugt, deren Fläche je 40 cm^2 beträgt, und zwischen denen eine Spannung von 50 V herrscht.
 - a) Berechnen Sie den Abstand der Platten, und die Stärke des elektrischen Feld zwischen den Platten.
 - b) Gleichzeitig zum elektrischen Feld wirkt auch noch ein magnetisches Feld auf das Teilchen, welches die Kraft, die durch das elektrische Feld auf das Teilchen ausgeübt wird, gerade kompensiert (das magnetische Feld erzeugt also eine Kraft entgegen der z -Richtung). Geben Sie die Richtung und die Stärke an, die das Magnetfeld haben muss.
4. Im Millikan-Versuch zur Bestimmung der Ladung von Öltröpfchen wird mit einem Plattenkondensator ein elektrisches Feld erzeugt. Die Platten sollen einen Abstand von 5 mm haben. Ein Öltröpfchen mit Radius $1.5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$, auf dem sich 3 Elementarladungen befinden, schwebt bei einer bestimmten Spannung gerade. Berechnen Sie diese Spannung. Die Dichte des Öls beträgt 720 kg/m^3 . Zur Erinnerung: Dichte = Masse / Volumen! Elementarladung : $e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.
5. Wie Sie wissen, übt ein magnetisches Feld auf einen von Strom durchflossenen Draht eine Kraft aus. Ein von Strom durchflossener Draht erzeugt aber auch selbst ein Magnetfeld. Die Formel, mit der man es berechnet, finden Sie auf der Formelsammlung. Die Richtung des Magnetfeldes ist so, dass die Feldlinien Kreise bilden, die rund um den Draht herumlaufen.
 - a) Erklären Sie mit Hilfe dieser Informationen und Ihrem Wissen über Magnetfelder, warum es im Experiment auf dem Lehrerpult zu einer Anziehung der Leiter kommt.
 - b) Berechnen Sie die Kraft zwischen den beiden Leitern aus folgenden Angaben: Abstand der Leiter: 5 cm . Stromstärke: je 10 A . Länge: je 0.8 m . Anleitung: Berechnen Sie, welche Kraft das B-Feld des linken Leiters auf den rechten Leiter ausübt!



Zu jeder Rechenaufgabe gehört ein Lösungsweg!

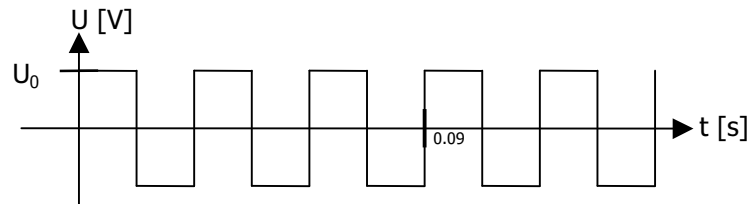
1. Zwischen den Platten eines Kondensators (Abstand 10 cm) befindet sich ein Teilchen mit der Ladung $8 \mu\text{C}$. Es erfährt eine Kraft von 0.0016 N . Berechnen Sie, wie gross die Spannung zwischen den Platten ist.
2. Ein Elektron (Masse $9.1053 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$) wird auf 300 keV beschleunigt. Lässt sich seine Geschwindigkeit noch ohne relativistische Formeln mit vernünftiger Genauigkeit bestimmen? Die Lichtgeschwindigkeit ist 299792458 m/s . (Falls nein, müssen Sie die Geschwindigkeit *nicht* bestimmen!)
3. Ein einfach negativ ionisiertes Teilchen der Masse $3.58 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ wird auf $5 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ in y -Richtung beschleunigt und fliegt dann in ein Magnetfeld von 3 T , das entgegen der x -Richtung weist.
 - a) In welche Richtung wird das Teilchen abgelenkt?
 - b) Wie gross ist die magnetische Kraft, die das Teilchen auf eine Kreisbahn zwingt?
 - c) Welchen Radius hat diese Kreisbahn?
4. Ein einfach positiv ionisiertes Molekül durchläuft einen Kondensator mit 400 kV Spannung in x -Richtung und wird dabei beschleunigt.
 - a) Welche Energie erhält das Molekül (in eV und in J) ?
 - b) Das beschleunigte Molekül durchfliegt (weiterhin in x -Richtung) einen Raumbereich mit einem elektrischen Feld von 2500 V/m in y -Richtung und gleichzeitig einem B -Feld von 4 mT in z -Richtung. Die elektrische und die magnetische Kraft auf das Teilchen heben sich dabei gerade auf. Berechnen Sie aus dieser Tatsache die Geschwindigkeit des Teilchens.
 - c) Berechnen Sie nun aus der Geschwindigkeit und der Energie (a) die Masse des Teilchens.
5. Im Unterricht haben Sie ein Experiment zur Bestimmung der Elektronenmasse kennengelernt. Dieses Experiment hat in seinem Aufbau einige Ähnlichkeiten mit einem Massenspektrometer, ist aber doch nicht mit diesem identisch. Geben Sie möglichst konkrete Gemeinsamkeiten und Unterschiede an! Beziehen Sie sich dabei auf den Massenspektrometer-Typ, den Sie am besten kennen.

Elektrische und magnetische Felder Nachholprüfung Physik 3DE 2.11.2001

- In einem Plattenkondensator, dessen Platten eine Fläche von je 2 dm^2 haben, wird eine 5 g schwere und auf 10 nC aufgeladene Kugel mit 0.3 m/s^2 beschleunigt. Berechnen Sie die Ladung auf den Kondensatorplatten.
- Ein Wien-Filter ist eine Anordnung, in der geladene Teilchen mit hoher Geschwindigkeit durch einen Raumbereich fliegen, in dem sowohl ein elektrisches wie auch ein magnetisches Feld vorhanden ist. Ein Beispiel für solche Teilchen liefern die β -Strahlen radioaktiver Präparate, welche (wie der französische Physiker Henri Becquerel um 1900 entdeckte) aus geladenen Teilchen bestehen.
 - Man lässt nun Teilchen dieser β -Strahlung durch ein Wien-Filter fliegen. Die Teilchen bewegen sich in Richtung der x -Achse, das Magnetfeld verläuft in Richtung der y -Achse, das elektrische Feld entgegen der Richtung der z -Achse. Das elektrische Feld wird durch einen Plattenkondensator erzeugt, dessen Platten einen Abstand von 0.9 mm haben, und zwischen denen eine Spannung von 2.8 kV angelegt ist. Das magnetische Feld hat eine Stärke von 11 mT .
Wie schnell müssen die Teilchen sein, wenn sich die Kraftwirkungen des elektrischen und des magnetischen Feldes gerade aufheben? (Das Resultat hängt nicht von der Ladung des Teilchens ab!)
 - Wenn man in dem gleichen Wien-Filter das elektrische Feld abschaltet, werden die β -Strahlen in negative z -Richtung abgelenkt. Sind die β -Strahlen demnach positiv oder negativ geladen?
- Ein Teilchen mit der Geschwindigkeit $v = 2.83 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ wird in ein Magnetfeld der Stärke 36 mT geführt. Dort bewegt es sich auf einer Kreisbahn mit Radius 13.5 cm . Seine Ladung ist gerade die Elementarladung $e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Berechnen Sie seine Masse! Hinweis: Die Zentripetalkraft hat die Formel $F_z = \frac{mv^2}{r}$.
 - Da die Geschwindigkeit des Teilchens nahe bei der Lichtgeschwindigkeit liegt, treten relativistische Effekte auf. Im konkreten Fall muss berücksichtigt werden, dass die Masse von der Geschwindigkeit abhängt. Der Zusammenhang zwischen Ruhemasse m_0 und der Masse bei der Geschwindigkeit v , $m(v)$, ist gegeben durch die Formel
$$m(v) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$
wobei $c = 299793458 \text{ m/s}$ die Lichtgeschwindigkeit ist. Korrigieren Sie mit dieser Formel das in a) erhaltene Resultat!
- In einem Geiger-Zählrohr befindet sich in der Mitte ein Draht, der auf 20 cm Länge eine Ladung von $-4 \text{ }\mu\text{C}$ trägt. Berechnen Sie das elektrische Feld, das auf ein einfach ionisiertes Stickstoffmolekül wirkt, das sich im Abstand von 1 cm vom Draht befindet. Berechnen Sie auch die Kraft auf das Teilchen, sowie dessen Beschleunigung. Ein Stickstoffmolekül hat eine Masse von $4.65 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$. Wenn es einfach ionisiert ist, hat es eine Ladung von $1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.
- Welches sind die wesentlichen Bauteile eines Massenspektrometers, und welche Funktionen haben sie?

Zu jeder Rechenaufgabe gehört ein Lösungsweg!

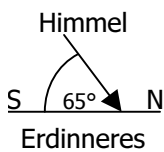
1. Welche Idee liegt der Definition von effektiver Spannung und Stromstärke beim Wechselstrom zugrunde? Eine rechnerische Herleitung ist nicht gefragt!
2. Wechselstrom muss nicht immer sinusförmig sein, er kann auch z.B. eine Rechteckform haben:



- a) Geben Sie die Frequenz an!
 - b) Für rechteckigen Wechselstrom gilt $U_{\text{eff}} = U_0$. Warum?
3. In welchen der folgenden Situationen kann eine FI-Sicherung lebensrettend sein? Begründung!
 - a) Sie greifen auf einem feuchten Boden an ein blankes Kabel, das sich als Phase herausstellt.
 - b) Sie berühren gleichzeitig mit der linken Hand die Phase und mit der rechten Hand den Erdleiter.
 - c) Sie berühren gleichzeitig mit der linken Hand die Phase und mit der rechten Hand den Nullleiter.
 - d) Sie berühren gleichzeitig mit einem Finger den Nullleiter und einen Wasserhahn.
 4. Einfach ionisierte ^{12}C und ^{13}C -Atome (Ladung je $+e$) mit den Massen 12 u und 13 u ($u = 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg) werden über eine Spannung von 2000 V in x -Richtung beschleunigt und dann in ein Magnetfeld von 12 mT geführt, das in negative z -Richtung zeigt.
 - a) In welche Richtung werden sie abgelenkt?
 - b) Wie gross ist der Unterschied der Radien der Kreisbahnen im Magnetfeld?
 - c) Wiederholen Sie die Rechnung von Teil b mit ^{234}U und ^{235}U (Massen 234 u und 235 u) und entscheiden Sie daraus, ob die Isotope leichter oder schwerer Elemente einfacher zu trennen sind.
 4. Ein Strom führender Draht, der in y -Richtung verläuft, wird in ein Magnetfeld von $0,01$ T gebracht, das in x -Richtung verläuft. Der Draht wiegt pro Meter Länge 3 mg.
 - a) Müssen die Elektronen im Draht *in* y -Richtung oder *entgegen* der y -Richtung fließen, damit die entstehende magnetische Kraft der Schwerkraft entgegenwirkt?
 - b) Wie gross muss die Stromstärke im Draht sein, damit sich magnetische Kraft und Schwerkraft gerade kompensieren?

Zu jeder Rechenaufgabe gehört ein Lösungsweg!

1. Eine Masse im Schwerfeld oder eine Ladung im elektrischen Feld wird in Richtung der Feldlinien abgelenkt. Warum ist es schwierig, im Magnetfeld eine Ablenkung eines Magneten entlang den Feldlinien zu beobachten? Wie ist es dennoch möglich?
2. Ein Elektronenstrahl, der über eine Spannung von 500 V beschleunigt wird, wird in ein magnetisches Feld senkrecht zur Flugbahn geleitet.
 - a) In welche Richtung wird der Strahl abgelenkt, wenn die Elektronen entgegen der y-Richtung fliegen und das B-Feld in z-Richtung wirkt?
 - b) Wie gross muss das B-Feld sein, damit sich der Strahl zu einer Kreisbahn von 15 cm Durchmesser krümmt?
3. Zwei je 20 cm lange geladene Haare im Abstand von 2 cm (sie liegen parallel zueinander) stossen sich mit einer Kraft von $4 \cdot 10^{-5}$ N ab. Wie gross ist die Ladung pro Haar? *Hinweis:* Sie können für die Rechnung so tun als ob eines der Haare eine Kugel wäre.



4. Wie gross muss die Stromstärke in einem von Westen nach Osten verlaufenden Draht sein, damit die durch das Erdmagnetfeld hervorgerufene Kraft die Gewichtskraft des Drahtes gerade kompensiert?
Daten: Erdmagnetfeld $B = 5 \cdot 10^{-5}$ T, Richtung: von Süden nach Norden, wobei eine Neigung von 65° zur Erdoberfläche eingenommen wird (siehe Skizze). Masse des Drahts: 0.3 mg pro Meter Länge, Erdbeschleunigung 9.81 m/s^2 .
5. Ein Wien-Filter ist eine Anordnung mit einem Magnetfeld in y-Richtung und einem elektrischen Feld in z-Richtung, das von einem Teilchen in x-Richtung durchflogen wird.
 - a) Zeigen Sie, dass ein für ein Teilchen, welches das Wien-Filter ohne Ablenkung durchfliegt (was nur möglich ist, wenn sich die elektrische und die magnetische Kraft gegenseitig kompensieren), die Gleichung $v = E / B$ gilt.
 - b) Ein ^{12}C -Atom (Masse 12 u, $u = 1.66 \cdot 10^{-27}$ kg) durchfliegt ein Wien-Filter mit $E = 2000 \text{ V/m}$ und $B = 8 \text{ mT}$ ohne Ablenkung. Mit welcher Spannung wurde es beschleunigt?
 - c) Welche Beschleunigung würde anfänglich auf ein ^{13}C -Atom (Masse 13 u) wirken, das mit der gleichen Spannung beschleunigt wurde wie das ^{12}C -Atom in Teil b und nun in das Wien-Filter hineinfliegt? (Verwechseln Sie die beiden Beschleunigungen nicht: Die zuerst genannte bringt das Teilchen auf die Geschwindigkeit, mit der es in das Wien-Filter hineinfliegt, die zweite und gesuchte Beschleunigung kommt von der Ablenkung *im* Wien-Filter.)