



**Physik**

Haupttermin

**Elektrizitätslehre I**

A1

1.1.0 In einem Versuch wird für Eisendrähte die Stromstärke  $I$  in Abhängigkeit von der Länge  $\ell$  der Drähte gemessen. Dabei werden die Drähte in destilliertem Wasser gekühlt.

Für Drähte mit dem Durchmesser  $d = 0,20$  mm ergeben sich bei einer Spannung  $U = 4,0$  V folgende Messwerte:

$\ell$ in m	0,20	0,40	0,60	0,75	1,00
$I$ in A	5,9	3,1	2,0	1,6	1,2

1.1.1 Stellen Sie in einer neuen Tabelle den jeweiligen Widerstandswert  $R$  der Drähte in Abhängigkeit von der Länge  $\ell$  dar.

Werten Sie die Tabelle numerisch aus und formulieren Sie das Versuchsergebnis.

1.1.2 Berechnen Sie mit Hilfe der Auswertung aus 1.1.1 den spezifischen Widerstand von Eisen.

1.1.3 Führt man in Anlehnung an 1.1.0 den Versuch ohne Kühlung in einem Wasserbad durch, so beobachtet man bei konstanter Spannung eine allmähliche Abnahme der Stromstärke.

Erklären Sie diese Beobachtung mit dem Teilchenmodell.

1.2.0 Die Stirnlampe „Hirabira“ lässt sich wahlweise mit einer weißen Leuchtdiode (LED:  $U = 3,4$  V;  $I = 80$  mA) oder mit einer Halogenlampe ( $U = 6,0$  V;  $P = 2,4$  W) betreiben.

Als Energiequelle dient eine Batterie ( $U = 6,0$  V;  $Q = 4000$  mAh).

1.2.1 Bei Betrieb der LED wird ein Widerstand vorgeschaltet.  
Berechnen Sie den Wert des Vorwiderstandes.

1.2.2 Bestimmen Sie jeweils die maximale Betriebsdauer der Batterie aus 1.2.0 für den ausschließlichen Betrieb mit der LED und für den ausschließlichen Betrieb mit der Halogenlampe.

1.2.3 Eine LED ist eine besondere Halbleiterdiode, die beim Betrieb elektrische Energie mit hohem Wirkungsgrad in Lichtenergie umwandelt.

Sie ist im Prinzip aus einem p- und einem n-Halbleiter aufgebaut.

Beschreiben Sie, was man unter p- und n-Dotierung versteht.



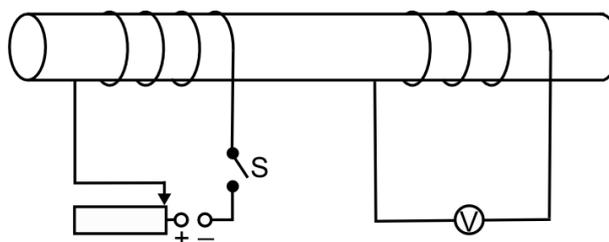
**Physik**

Haupttermin

Elektrizitätslehre II

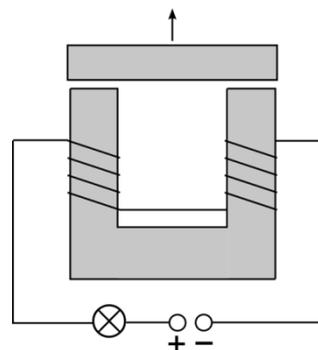
A2

- 2.1.0 Zwei Spulen sind entsprechend nebenstehender Skizze frei beweglich auf einem gemeinsamen Eisenkern angebracht. Der Schiebewiderstand wird so eingestellt, dass bei geschlossenem Schalter S der maximale Strom fließt.



- 2.1.1 Der Schalter S ist geschlossen. Begründen Sie, warum während des Vergrößerns des Schiebewiderstandswerts eine Spannung am Messgerät angezeigt wird.
- 2.1.2 Geben Sie zwei andere Möglichkeiten als in 2.1.1 an, eine Induktionsspannung in der rechten Spule zu erhalten.

- 2.2 Ein Elektromagnet ist entsprechend nebenstehender Skizze mit einem Glühlämpchen an eine Elektrizitätsquelle angeschlossen. Begründen Sie mit der Regel von Lenz, warum beim ruckartigen Abheben des Jochs vom Eisenkern das Glühlämpchen heller leuchtet oder sogar zerstört wird.



- 2.3 Ein Transformator mit einem Wirkungsgrad von 58% ist an das Stromnetz ( $U = 230 \text{ V}$ ) angeschlossen. Sekundärseitig wird die Lampe ( $U = 24 \text{ V}$ ;  $I = 10,4 \text{ A}$ ) eines Overhead-Projektors betrieben. Berechnen Sie die dem Stromnetz entnommene Leistung und die Primärstromstärke.
- 2.4 Um elektrische Energie über längere Strecken zu übertragen, werden Transformatoren verwendet. Stellen Sie den prinzipiellen Aufbau einer solchen Energieübertragung vom Elektrizitätswerk zu den Haushalten in Form einer Schaltskizze dar und begründen Sie, warum der Wirkungsgrad durch eine Erhöhung der Spannung im Fernleitungskreis besonders hoch wird.



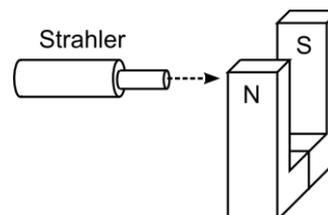
**Physik**

Haupttermin

Atom- und Kernphysik

A3

- 3.1.0 Am 11.03.2011 kam es in Japan zu einem verheerenden Erdbeben, in dessen Folge auch Kernreaktoren des Kraftwerks Fukushima beschädigt wurden. Die sechs Reaktorblöcke hatten eine maximale elektrische Gesamtleistung von 4,5 Gigawatt.
- 3.1.1 Im Reaktor 3 des Kraftwerks wurden Mischoxid-Brennelemente (MOX) verwendet, in denen das spaltbare Plutonium Pu-239 enthalten ist. Nach Neutroneneinfang zerfällt ein Pu-239 Kern in das Strontiumisotop Sr-94, einen weiteren Kern sowie in zwei freie Neutronen.  
Geben Sie die Kernreaktionsgleichung an.
- 3.1.2 In den Reaktoren wurde Wasser als Moderator eingesetzt.  
Beschreiben Sie die Aufgabe eines Moderators in einem Kernreaktor.
- 3.1.3 Während des Erdbebens wurde aus Sicherheitsgründen der Abschaltvorgang der in Betrieb befindlichen Reaktorblöcke des Kraftwerks Fukushima eingeleitet.  
Begründen Sie, wie man die kontrollierte Kettenreaktion in einem Kernreaktor zum Erliegen bringen kann.
- 3.2 Bei dem Reaktorunfall in Fukushima wurden die radioaktiven Isotope Jod I-131 und Cäsium Cs-137 in größeren Mengen frei gesetzt.  
Berechnen Sie, um wie viel Prozent die Masse des ausgetretenen, radioaktiven Cs-137 in 50 Jahren abgenommen haben wird.
- 3.3 Ein Mischstrahler wird wie in nebenstehender Zeichnung in die Nähe eines Hufeisenmagneten gebracht.  
In welche Richtungen werden die Strahlungsarten abgelenkt? Begründen Sie Ihre Antwort.





**Physik**

Haupttermin

Energie

A4

- 4.1.0 Der Atomausstieg führt dazu, dass vermehrt Pumpspeicherkraftwerke erforderlich werden. Beim Laufwasserkraftwerk Jochenstein an der Donau ist ein Pumpspeicherkraftwerk entsprechend nebenstehender Skizze geplant.
- 4.1.1 Beschreiben Sie die Funktionsweise eines Pumpspeicherkraftwerks.
- 4.1.2 Beschreiben Sie die Energieumwandlungen beim Pumpbetrieb. Erläutern Sie die Entwertung der zugeführten Energie an einem Beispiel.
- 4.1.3 Bei durchschnittlicher Pumpleistung werden  $80 \text{ m}^3$  Wasser pro Sekunde in den  $350 \text{ m}$  höheren Speichersee gepumpt. Zeigen Sie durch Rechnung, dass am Wasser in  $5,0$  Stunden eine Hubarbeit von  $4,9 \cdot 10^{12} \text{ J}$  verrichtet wird.
- 4.1.4 Zum Pumpen werden zwei Geräte mit einer Leistung von je  $150 \text{ MW}$  eingesetzt. Berechnen Sie den Wirkungsgrad beim Pumpbetrieb.
- 4.2.0 In Südspanien sind seit September 2011 drei solarthermische Kraftwerke mit Parabolrinnen in Betrieb. Dabei wird durch die Strahlungsenergie der Sonne Öl auf  $400 \text{ }^\circ\text{C}$  erhitzt. Der Wirkungsgrad beträgt hierbei  $57\%$ . Die anschließenden Energieumwandlungen über Wärmetauscher, Turbinen und Generatoren in elektrische Energie erfolgen mit einem Wirkungsgrad von  $30\%$ .
- 4.2.1 Zeigen Sie durch Rechnung, dass der Gesamtwirkungsgrad dieser solarthermischen Kraftwerke  $17\%$  beträgt.
- 4.2.2 In Südspanien scheint die Sonne durchschnittlich  $2900 \text{ h}$  pro Jahr mit einer Strahlungsleistung von  $1,2 \text{ kW}$  pro Quadratmeter. Die Parabolrinnenfläche der Kraftwerke beträgt  $5,1 \cdot 10^5 \text{ m}^2$ . Berechnen Sie die von den Kraftwerken jährlich ins Stromnetz eingespeiste elektrische Energie.
- 4.2.3 Im zuletzt installierten Kraftwerk Andasol 3 wird erstmals die tagsüber gespeicherte thermische Energie auch nachts in elektrische Energie umgewandelt. Begründen Sie, warum dies sinnvoll ist.



## Physik

Haupttermin

Elektrizitätslehre I

A1

1.1.1 Entsprechend dem Unterricht, z. B.:

$\ell$ in m	0,20	0,40	0,60	0,75	1,00
I in A	5,9	3,1	2,0	1,6	1,2
R in $\Omega$	0,68	1,3	2,0	2,5	3,3
$\frac{R}{\ell}$ in $\frac{\Omega}{m}$	3,4	3,3	3,3	3,3	3,3

Der elektrische Widerstand der untersuchten Leiter ist direkt proportional zu seiner Länge:  
 $R \sim \ell$

1.1.2 Aus der Wertetabelle:

$$\rho = \left(\frac{R}{\ell}\right) \cdot A \qquad \rho = 3,3 \frac{\Omega}{m} \cdot \left(\frac{0,20 \text{ mm}}{2}\right)^2 \cdot \pi \qquad \rho = 0,10 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{m}$$

1.1.3 Entsprechend dem Unterricht, z. B.:

- Die Leitungselektronen treten bei ihrer Driftbewegung in Wechselwirkung mit den um ihre Ruhelage schwingenden (positiv geladenen) Atomrümpfen: Auf die Atomrümpfe wird Energie übertragen.
- Die Schwingungen der Atomrümpfe werden heftiger: Die Temperatur des Leiters erhöht sich.
- Die stärkeren Schwingungen der Atomrümpfe führen zu häufigeren Wechselwirkungen zwischen Leitungselektronen und Atomrümpfen und zu einer zunehmenden Behinderung der Driftbewegung der Leitungselektronen.  
 Der Widerstand nimmt mit steigender Temperatur zu, die Stromstärke sinkt.

1.2.1  $U_V = U - U_{LED}$

$U_V = 6,0 \text{ V} - 3,4 \text{ V}$

$U_V = 2,6 \text{ V}$

$R_V = \frac{U_V}{I}$

$R_V = \frac{2,6 \text{ V}}{0,080 \text{ A}}$

$R_V = 33 \Omega$

1.2.2 LED:

$t = \frac{Q}{I}$

$t = \frac{4000 \text{ mAh}}{80 \text{ mA}}$

$t = 50 \text{ h}$

Halogenlampe:

$I = \frac{P}{U}$

$I = \frac{2,4 \text{ W}}{6,0 \text{ V}}$

$I = 0,40 \text{ A}$

$t = \frac{Q}{I}$

$t = \frac{4000 \text{ mAh}}{0,40 \text{ A}}$

$t = 10 \text{ h}$

1.2.3 Entsprechend dem Unterricht, z. B.:

Ein Halbleitermaterial mit vier Außenelektronen wird gezielt mit Atomen der III. oder V. Hauptgruppe „verunreinigt“.  
 Dadurch wird die Anzahl der Defektelektronen (p-Leitung) oder der Leitungselektronen (n-Leitung) erhöht.

E  
K

E

K

E

E

K



## Physik

Haupttermin

Elektrizitätslehre II

A2

2.1.1 Entsprechend dem Unterricht, z. B.:

K

- Wird der Wert des Schiebewiderstands vergrößert, nimmt die Stromstärke in der linken Spule ab und damit auch das von ihr erzeugte Magnetfeld.
- Dadurch nimmt auch das die rechte Spule durchsetzende Magnetfeld zeitlich ab und induziert in ihr eine Spannung, die vom Spannungsmessgerät angezeigt wird.

2.1.2 Entsprechend dem Unterricht, z. B.:

F

- Öffnen des Schalters S
- Herausnehmen des Eisenkerns bei geschlossenem Schalter

2.2 Entsprechend dem Unterricht, z. B.:

K

- Beim Abheben des Jochs nimmt das Magnetfeld in der Spule zeitlich ab.
- Wegen der zeitlichen Abnahme des Magnetfelds tritt eine Selbstinduktionsspannung  $U_{\text{ind}}$  auf. (Entspricht einer zusätzlichen Elektrizitätsquelle)
- Die Selbstinduktionsspannung  $U_{\text{ind}}$  ist nach der Regel von Lenz zur angelegten Spannung  $U$  gleichgerichtet.
- Die resultierende Spannung bewirkt eine höhere Stromstärke: Das Lämpchen leuchtet heller oder wird zerstört.

2.3  $P_s = U_s \cdot I_s$

$P_s = 24 \text{ V} \cdot 10,4 \text{ A}$

$P_s = 0,25 \text{ kW}$

E

$P_p = \frac{P_s}{\eta}$

$P_p = \frac{0,25 \text{ kW}}{0,58}$

$P_p = 0,43 \text{ kW}$

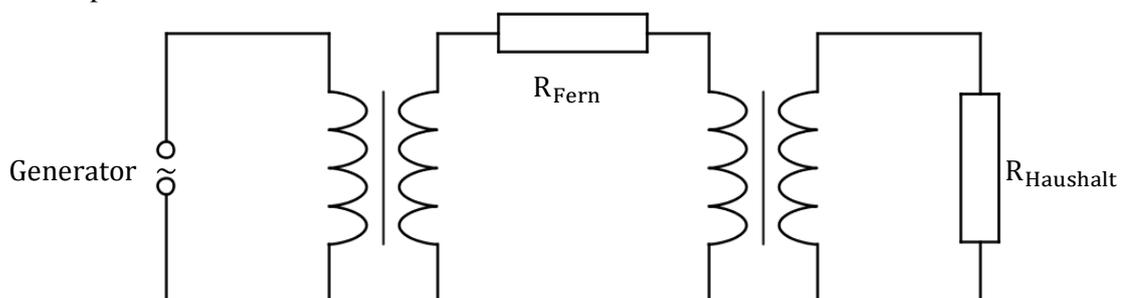
$I_p = \frac{P_p}{U_p}$

$I_p = \frac{0,43 \text{ kW}}{230 \text{ V}}$

$I_p = 1,9 \text{ A}$

2.4 Entsprechend dem Unterricht, z. B.:

K

Es gilt:  $P_{\text{el}} = U \cdot I$ 

Um eine bestimmte elektrische Leistung zu übertragen, wird die Stromstärke bei einer Erhöhung der Spannung kleiner. Damit sinkt wegen  $P_{\text{Fern}} = R_{\text{Fern}} \cdot I_{\text{Fern}}^2$  die nicht nutzbare Leistung (quadratisch).

Damit wird der Wirkungsgrad der Fernübertragung höher.

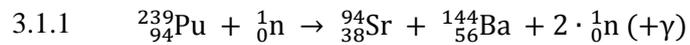


## Physik

Haupttermin

Atom- und Kernphysik

A3



F  
K

3.1.2 Entsprechend dem Unterricht, z. B.:

K

- Neutronen, die bei einer Kernspaltung freigesetzt werden, sind für weitere Kernspaltungen zu schnell.
- Um weitere Kerne spalten zu können, müssen diese schnellen Neutronen durch Wechselwirkungen mit den Moderator-kernen abgebremst werden.

3.1.3 Entsprechend dem Unterricht, z. B.:

K

- Bei jeder Kernspaltung werden zwei bis drei Neutronen freigesetzt.
- Um die Anzahl der Neutronen zu regeln, werden Steuerstäbe zwischen den Brennstäben eingefahren, welche die Neutronen absorbieren.
- Werden die Regelstäbe vollständig eingefahren, so kommt die Kettenreaktion zum Erliegen.

$$3.2 \quad m(t) = m_0 \cdot 0,5^{\frac{t}{T}} \quad m(50 \text{ a}) = m_0 \cdot 0,5^{\frac{50 \text{ a}}{30 \text{ a}}} \quad m(50 \text{ a}) = m_0 \cdot 0,31$$

E

Die Konzentration von Cs-137 wird in 50 Jahren um 69% abgenommen haben.

3.3 Entsprechend dem Unterricht, z. B.:

K

- $\alpha$ -Strahlung besteht aus positiv geladenen Heliumkernen und wird (kreisbogenförmig) nach oben abgelenkt.
- $\beta$ -Strahlung besteht aus negativ geladenen Elektronen und wird (kreisbogenförmig) nach unten abgelenkt.
- $\gamma$ -Strahlung ist elektrisch neutral und wird nicht abgelenkt.



## Physik

Haupttermin

Energie

A4

4.1.1 Entsprechend dem Unterricht, z. B.:

Bereitgestellte und nicht benötigte elektrische Energie kann als potenzielle Energie des Wassers gespeichert werden.  
Bei Bedarf kann sie nach Rückumwandlung wieder dem Netz zugeführt werden.

K

4.1.2 Entsprechend dem Unterricht, z. B.:

$$E_{\text{el}} \xrightarrow{\text{Pumpen}} E_{\text{kin,Wasser}} \text{ und } E_{\text{pot,Wasser}}$$

Energieentwertung z. B.:

Durch Reibung in den Lagern der Pumpen oder in den Rohren wird Bewegungsenergie in innere Energie umgewandelt, die nicht nutzbar ist.

K

4.1.3  $W_{\text{Hub}} = m \cdot g \cdot h$  mit  $m = \rho \cdot V$

$$W_{\text{Hub}} = 80 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 5,0 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 350 \text{ m} \quad W_{\text{Hub}} = 4,9 \cdot 10^{12} \text{ J}$$

E

4.1.4 Nutzleistung beim Pumpbetrieb:

$$P_{\text{Nutz}} = \frac{W_{\text{Hub}}}{t} \qquad P_{\text{Nutz}} = \frac{4,9 \cdot 10^{12} \text{ J}}{5,0 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s}} \qquad P_{\text{Nutz}} = 0,27 \text{ GW}$$

$$\eta = \frac{P_{\text{Nutz}}}{P_{\text{zu}}} \qquad \eta = \frac{0,27 \text{ GW}}{0,300 \text{ GW}} \qquad \eta = 0,90$$

E

4.2.1  $\eta = \eta_{\text{Solarfeld}} \cdot \eta_{\text{Turbinen}} \quad \eta = 0,57 \cdot 0,30$

$$\eta = 0,17$$

E

4.2.2  $W_{\text{el}} = \eta \cdot P_{\text{Solarfeld}} \cdot t$

$$W_{\text{el}} = 0,17 \cdot 1,2 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \cdot 5,1 \cdot 10^5 \text{ m}^2 \cdot 2900 \text{ h}$$

$$W_{\text{el}} = 30 \cdot 10^7 \text{ kWh}$$

E

4.2.3 Entsprechend dem Unterricht, z. B.:

Dadurch kann die nachts benötigte elektrische Energie z. B. zur Beleuchtung von Städten aus regenerativen Energien generiert werden.

K



**Physik**

Haupttermin

**Elektrizitätslehre I**

B1

- 1.1.0 Bei großen Bühnenshows werden immer häufiger Feuerwerkseffekte eingesetzt, die durch elektrische Zünder gestartet werden. Dabei wird ein dünner Zünddraht durch Stromfluss zum Glühen gebracht, der das umgebende Schwarzpulver entzündet.
- Der Draht in jedem Zünder hat einen Widerstandswert von  $1,5 \Omega$ . Eine sichere Zündung erfolgt, wenn an einem Zünddraht  $2,0 \text{ V}$  anliegen.
- 1.1.1 Über ein  $25 \text{ m}$  langes, zweiadriges Verlängerungskabel aus Kupfer ( $A = 0,20 \text{ mm}^2$ ) werden die Zünddrähte an eine Elektrizitätsquelle angeschlossen. Berechnen Sie den Widerstandswert des Kabels.  
[Ergebnis:  $R_{\text{Kabel}} = 4,3 \Omega$ ]
- 1.1.2 Zu Testzwecken werden zwei Zünder parallel geschaltet und über das Verlängerungskabel aus 1.1.1 an eine Elektrizitätsquelle ( $U = 24 \text{ V}$ ) angeschlossen. Berechnen Sie die Stromstärke im Kabel während des Zündvorgangs.
- 1.1.3 Bei einer Veranstaltung werden  $40$  einzelne Zünddrähte aus 1.1.0 in Reihe an das Verlängerungskabel aus 1.1.1 angeschlossen. Berechnen Sie die Spannung der Elektrizitätsquelle, damit die Zünder auslösen.  
[Zwischenergebnis:  $I = 1,3 \text{ A}$ ]
- 1.2.0 Bei großen Schiebewiderständen für Unterrichtsversuche ist ein langer Draht um ein Keramikrohr gewickelt. Mit einem Schieber können unterschiedlich viele Windungen abgegriffen werden.
- 1.2.1 Begründen Sie, warum man für den Draht nicht Eisen oder Kupfer als Material verwendet.
- 1.2.2 Welches Drahtmaterial könnte man für Schiebewiderstände verwenden? Begründen Sie Ihre Antwort.



**Physik**

Haupttermin

Elektrizitätslehre II

B2

- 2.1.0 An den Ausgängen von Kaufhäusern und Einkaufsmärkten findet man Sicherungssysteme, um den Diebstahl von Waren zu verhindern.

Das Sicherungssystem könnte aus einer mit Wechselspannung betriebenen Senderspule und einer Empfängerspule mit Spannungsmessgerät bestehen.

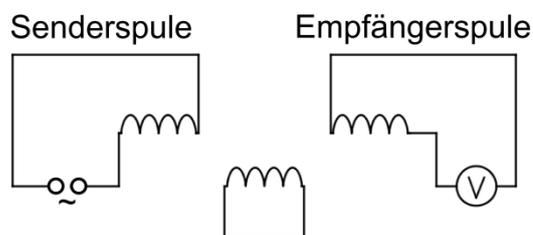
- 2.1.1 Was können Sie am Spannungsmessgerät beobachten?

Begründen Sie Ihre Antwort.

- 2.1.2 Im Inneren eines Sicherungsetiketts befindet sich eine kleine, kurzgeschlossene Spule. Ein Kunde durchquert mit einem nicht entfernten Sicherungsetikett das Sicherungssystem.

Wie ändert sich die Anzeige am Spannungsmessgerät?

- 2.1.3 Nennen Sie einen Einfluss, der das Sicherungssystem aus physikalischer Sicht stören würde.



- 2.2.0 Ein Kraftwerk liefert eine elektrische Leistung von 300 MW. Die von einem Generator erzeugte Spannung wird durch einen Transformator ( $\eta = 0,96$ ) hochtransformiert.

- 2.2.1 Bei der Energieübertragung von einem Elektrizitätswerk zu einer Stadt mit Hilfe einer Aluminiumfernleitung treten stets unerwünschte thermische Energieumwandlungen auf.

Nennen Sie neben dem Einsatz von Transformatoren zwei weitere Maßnahmen, damit die thermischen Energieumwandlungen so klein wie möglich sind.

Gehen Sie jeweils auf die auftretenden Probleme ein.

- 2.2.2 Der elektrische Widerstand der Fernleitung hat einen Wert von  $21 \Omega$ . Berechnen Sie die Stromstärke in der Fernleitung, wenn bei der Energieübertragung die thermische Leistung nur 4,0% der übertragenen Leistung betragen darf.

[Ergebnis:  $I_{\text{Fern}} = 0,76 \text{ kA}$ ]

- 2.2.3 Berechnen Sie die Spannung, mit der die elektrische Energie übertragen wird.



**Physik**

Haupttermin

Atom- und Kernphysik

B3

- 3.1.0 Die beiden Uranisotope U-238 und U-235 waren zur Erdentstehungszeit etwa in gleichen Mengen vorhanden. Heutzutage kommt das Isotop U-235 im natürlichen Uran nur noch zu ca. 0,7% vor.
- 3.1.1 Beschreiben Sie die Gemeinsamkeiten und die Unterschiede im Aufbau der beiden Isotope.
- 3.1.2 Begründen Sie, worauf die wesentlich geringere Konzentration von U-235 im heutigen natürlichen Uran zurückzuführen ist.
- 3.2 Bei einem Meteoritenbruchstück wurde festgestellt, dass sich bereits 57% von den ursprünglich vorhandenen U-238-Kernen in andere Produkte umgewandelt haben. Berechnen Sie das Alter des Meteoritenbruchstücks.
- 3.3 In der Natur gibt es neben der Uran-Radium-Zerfallsreihe mit dem Anfangsnuklid U-238 noch drei weitere Zerfallsreihen:
- Thorium-Zerfallsreihe mit dem Anfangsnuklid Th-232
  - Uran-Actinium-Zerfallsreihe mit dem Anfangsnuklid U-235
  - Neptunium-Zerfallsreihe mit dem Anfangsnuklid Pu-241
- Das Poloniumisotop Po-215 gehört zu einer der Zerfallsreihen. Begründen Sie, zu welcher Zerfallsreihe Po-215 gehört.
- 3.4.0 Ein Präparat sendet verschiedene Strahlenarten aus. Mit einem Geiger-Müller-Zählrohr misst man 376 Impulse in 4,0 Minuten. Ohne Präparat misst man in 5,5 Minuten 77 Impulse.
- 3.4.1 Wie bezeichnet man das Phänomen, dass ohne Präparat Impulse gemessen werden? Geben Sie an, worauf dies zurückzuführen ist.
- 3.4.2 Berechnen Sie die tatsächliche Impulsrate des Präparats.
- 3.4.3 Es soll experimentell festgestellt werden, ob das Präparat  $\gamma$ -Strahlung aussendet. Beschreiben Sie zwei verschiedene Vorgehensweisen.



**Physik**

Haupttermin

Energie

B4

- 4.1.0 Ein schlecht gedämmtes Einfamilienhaus (Wohnfläche 150 m<sup>2</sup>) benötigt pro Tag und pro Quadratmeter im Jahresdurchschnitt 0,82 kWh an Wärme.
- 4.1.1 Berechnen Sie die jährlichen Heizkosten für das Einfamilienhaus, wenn der Ölbrenner der Heizungsanlage einen Wirkungsgrad von 94% hat.  
(Heizölpreis:  $0,85 \frac{\text{€}}{\ell}$ ; Brennwert von Heizöl:  $42,6 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$ ; Dichte von Heizöl:  $0,86 \frac{\text{kg}}{\ell}$ )  
[Teilergebnisse:  $W_{\text{th}} = 1,7 \cdot 10^5 \text{ MJ}$ ,  $V_{\text{Heizöl}} = 4,7 \cdot 10^3 \ell$ ]
- 4.1.2 Anstatt mit Heizöl soll mit Hackschnitzeln (CO<sub>2</sub>-neutral) geheizt werden. Berechnen Sie die Masse des CO<sub>2</sub>, die man nach der Umstellung einsparen kann.  
(CO<sub>2</sub>-Ausstoß für leichtes Heizöl:  $74 \frac{\text{kg}}{\text{GJ}}$ )
- 4.2.0 Das Heizungswasser einer Warmwasserheizung wird durch zwei Umwälzpumpen mit einer elektrischen Leistung von jeweils 40 W in ständiger Bewegung gehalten.
- 4.2.1 Berechnen Sie die elektrische Energie, die jährlich für den Betrieb der zwei Pumpen benötigt wird.  
[Ergebnis:  $W_{\text{el}} = 0,70 \text{ MWh}$ ]
- 4.2.2 Die Pumpen aus 4.2.0 sollen mit der elektrischen Energie aus einer Photovoltaikanlage mit einem Wirkungsgrad von 12% gespeist werden. Die durchschnittliche Sonneneinstrahlungsleistung beträgt 1,0 kW pro Quadratmeter. Berechnen Sie die erforderliche Fläche bei einer durchschnittlichen Sonnenscheindauer von 4,7 h pro Tag.
- 4.2.3 Ist die Anlage als sogenannte Inselösung ausgelegt, d.h. die Anlage ist nicht an das öffentliche Stromnetz angeschlossen, können sich Probleme ergeben. Nennen Sie zwei dieser Probleme und geben Sie jeweils eine Lösungsmöglichkeit dazu an.



## Physik

Haupttermin

Elektrizitätslehre I

B1

$$1.1.1 \quad R = \rho \cdot \frac{\ell}{A} \quad R_{\text{Kabel}} = 0,017 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{2 \cdot 25 \text{ m}}{0,20 \text{ mm}^2} \quad R_{\text{Kabel}} = 4,3 \Omega$$

E

1.1.2 Ersatzwiderstand  $R_p$  für zwei parallele Zünder:

E

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_{\text{Zü}}} + \frac{1}{R_{\text{Zü}}} \quad \frac{1}{R_p} = \frac{2}{1,5 \Omega} \quad R_p = 0,75 \Omega$$

Gesamtwiderstand:

$$R_g = R_{\text{Kabel}} + R_p \quad R_g = 4,3 \Omega + 0,75 \Omega \quad R_g = 5,1 \Omega$$

Stromstärke:

$$I = \frac{U}{R} \quad I = \frac{24 \text{ V}}{5,1 \Omega} \quad I = 4,7 \text{ A}$$

1.1.3 Ersatzwiderstand für 40 Zünder:

E

$$R_{40} = 40 \cdot R_{\text{Zü}} \quad R_{40} = 40 \cdot 1,5 \Omega \quad R_{40} = 60 \Omega$$

Gesamtwiderstand:

$$R_g = R_{\text{Kabel}} + R_{40} \quad R_g = 4,3 \Omega + 60 \Omega \quad R_g = 64 \Omega$$

Notwendige Stromstärke in einem Zünder:

$$I = \frac{U}{R} \quad I = \frac{2,0 \text{ V}}{1,5 \Omega} \quad I = 1,3 \text{ A}$$

Notwendige Gesamtspannung:

$$U_g = R_g \cdot I \quad U_g = 64 \Omega \cdot 1,3 \text{ A} \quad U_g = 83 \text{ V}$$

1.2.1 Entsprechend dem Unterricht, z. B.:

K

- Bei Kupfer- und Eisendrähten erhöht sich bei Stromfluss die Temperatur und dadurch der elektrische Widerstand.
- Der eingestellte Widerstandswert würde sich daher je nach angelegter Spannung bzw. Stromstärke verändern.

1.2.2 Entsprechend dem Unterricht, z. B.:

K

Das verwendete Material kann z. B. Konstantan sein, da hier der elektrische Widerstand nicht temperaturabhängig ist.



## Physik

Haupttermin

Elektrizitätslehre II

B2

2.1.1	<p>Beobachtung:</p> <p>Das Messgerät zeigt einen bestimmten Spannungswert an.</p> <p>Begründung entsprechend dem Unterricht, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Wechselstrom im Senderkreis erzeugt ein wechselndes Magnetfeld.</li> <li>• Das sich periodisch ändernde Magnetfeld durchsetzt die Empfängerspule, so dass eine Wechselspannung induziert wird.</li> </ul>	K
2.1.2	<p>Beobachtung:</p> <p>Das Messgerät zeigt einen geringeren Spannungswert an.</p>	F
2.1.3	<p>Entsprechend dem Unterricht, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zusätzliche, starke Magnetfelder</li> <li>• spulenähnliche metallische Gegenstände</li> </ul>	F
2.2.1	<p>Entsprechend dem Unterricht, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Vergleich zu einer Aluminiumfernleitung kann man einen besseren Leiter, z. B.: Silber verwenden. → Hohe Kosten entstehen.</li> <li>• Der Leiterquerschnitt der Fernleitung kann vergrößert werden. → Die Masse der Fernleitung nimmt dadurch stark zu. → Massivere Konstruktion der Masten ist notwendig.</li> <li>• Die Länge der Fernleitung kann verringert werden. → Ansiedelung von Industrie (und Menschen) müsste so nah wie möglich am Elektrizitätswerk erfolgen.</li> </ul>	B
2.2.2	<p>Sekundärleistung am ersten Transformator:</p> $P_s = \eta \cdot P_p \qquad P_s = 0,96 \cdot 300 \text{ MW} \qquad P_s = 0,29 \text{ GW}$ <p>Thermische Leistung in der Fernleitung:</p> $P_{th} = 0,040 \cdot 0,29 \text{ GW} \qquad P_{th} = 12 \text{ MW}$ <p>Stromstärke in der Fernleitung:</p> $I_{Fern} = \sqrt{\frac{P_{th}}{R}} \qquad I_{Fern} = \sqrt{\frac{12 \text{ MW}}{21 \Omega}} \qquad I_{Fern} = 0,76 \text{ kA}$	E
2.2.3	$U_{Fern} = \frac{P_s}{I_{Fern}} \qquad U_{Fern} = \frac{0,29 \text{ GW}}{0,76 \text{ kA}} \qquad U_{Fern} = 3,8 \cdot 10^2 \text{ kV}$	E



## Physik

Haupttermin

Atom- und Kernphysik

B3

- 3.1.1 Beide Isotope haben 92 Protonen im Kern und 92 Elektronen in der Atomhülle. Sie unterscheiden sich in der Massenzahl und damit in der Anzahl der Neutronen. U-238 besitzt 146 Neutronen, U-235 hat 143 Neutronen im Kern. **K**
- 3.1.2 Die wesentlich geringere Konzentration von U-235 ist auf dessen wesentlich geringere Halbwertszeit zurückzuführen, deshalb sind bereits viel mehr U-235-Kerne zerfallen. **F**
- 3.2  $t = T \cdot \log_{0,5} \frac{N(t)}{N_0}$   $t = 4,5 \cdot 10^9 \text{ a} \cdot \frac{\log 0,43}{\log 0,5}$   $t = 5,5 \cdot 10^9 \text{ a}$  **E**
- 3.3 Bei einem  $\alpha$ -Zerfall verringert sich die Massenzahl eines Kerns um 4, bei der  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlung ändert sie sich nicht. Po-215 kann deshalb nur zur Uran-Actinium-Zerfallsreihe gehören, da  $(235 - 215)$  durch 4 teilbar ist. **E**  
**K**
- 3.4.1 Entsprechend dem Unterricht, z. B.: **F**
- Das Phänomen nennt man Nulleffekt.
- Ursache für den Nulleffekt sind die terrestrische (natürliche und künstliche) und die kosmische Strahlung.
- 3.4.2 Tatsächliche Impulsrate des Präparats: **E**
- Nulleffekt:  $\frac{77 \text{ Impulse}}{5,5 \text{ min}} = 14 \frac{\text{Impulse}}{\text{min}}$
- Impulsrate:  $\frac{(376 - 4 \cdot 14) \text{ Impulse}}{4 \text{ min}} = 80 \frac{\text{Impulse}}{\text{min}}$
- 3.4.3 Entsprechend dem Unterricht, z. B.: **K**
- Man bringt eine ca. 5 mm dicke Aluminiumplatte in den Strahlengang.
  - Man lässt die Strahlung senkrecht zu den Feldlinien eines homogenen Magnetfeldes laufen. Wird die Strahlung nicht abgelenkt, so handelt es sich um  $\gamma$ -Strahlung.
- Registriert ein Geiger-Müller-Zählrohr jeweils dahinter noch Impulse oberhalb des Nulleffekts, so ist es  $\gamma$ -Strahlung.



## Physik

Haupttermin

Energie

B4

$$4.1.1 \quad W_{\text{th}} = \frac{365 \cdot 150 \text{ m}^2 \cdot 0,82 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}}{0,94} \quad W_{\text{th}} = \frac{4,5 \cdot 10^4 \text{ kWh}}{0,94} \quad W_{\text{th}} = 1,7 \cdot 10^5 \text{ MJ}$$

$$\text{Masse des Heizöls:} \quad m = \frac{1,7 \cdot 10^5 \text{ MJ}}{42,6 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}} \quad m = 4,0 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

Volumen des Heizöls:

$$V = \frac{m}{\rho} \quad V = \frac{4,0 \cdot 10^3 \text{ kg}}{0,86 \frac{\text{kg}}{\ell}} \quad V = 4,7 \cdot 10^3 \ell$$

$$\text{Kosten K für das Heizöl:} \quad K = 4,7 \cdot 10^3 \ell \cdot 0,85 \frac{\text{€}}{\ell} \quad K = 4,0 \cdot 10^3 \text{ €}$$

$$4.1.2 \quad \text{Masse m des freigesetzten CO}_2: \quad m = 1,7 \cdot 10^2 \text{ GJ} \cdot 74 \frac{\text{kg}}{\text{GJ}} \quad m = 13 \text{ t}$$

$$4.2.1 \quad W_{\text{el}} = 40 \text{ W} \cdot 2 \cdot 24 \cdot 365 \text{ h} \quad W_{\text{el}} = 0,70 \text{ MWh}$$

4.2.2 Jährlich aufgenommene Energie pro Quadratmeter:

$$W_{\text{auf}} = 1,0 \text{ kW} \cdot 365 \cdot 4,7 \text{ h} \quad W_{\text{auf}} = 1,7 \cdot 10^3 \text{ kWh}$$

Jährlich abgegebene elektrische Energie pro Quadratmeter:

$$W_{\text{ab}} = 0,12 \cdot 1,7 \cdot 10^3 \text{ kWh} \quad W_{\text{ab}} = 2,0 \cdot 10^2 \text{ kWh}$$

$$\text{Benötigte Fläche A:} \quad A = \frac{0,70 \cdot 10^3 \text{ kWh}}{2,0 \cdot 10^2 \text{ kWh}} \quad A = 3,5 \text{ m}^2$$

4.2.3 Entsprechend dem Unterricht, z. B.:

Die elektrische Energie steht in der Nacht und bei schlechten Wetterverhältnissen (kein Sonnenschein) nicht zur Verfügung, somit muss man die elektrische Energie in Akkus zwischenspeichern.

Die Sonneneinstrahlung im Winter ist wesentlich geringer, somit muss die Zellenfläche größer als in 4.2.2 berechnet sein, um auch im Winter ausreichend Energie zu liefern. Außerdem muss die Fläche im Winter schneefrei gehalten werden.

E

E

E

E

K

B