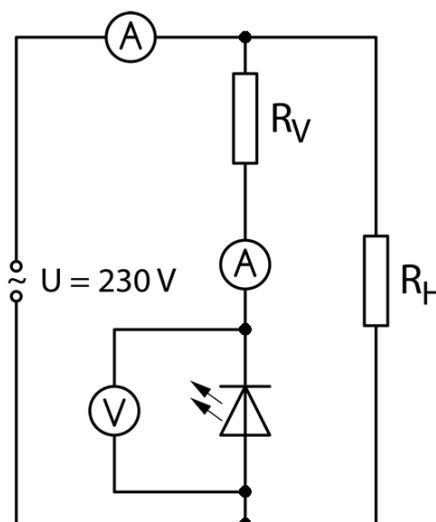




- 1.1.0 Ein elektrischer Heizkörper ist an das Haushaltsnetz angeschlossen. Die Heizwendel und eine LED-Lampe (als Betriebszustandsanzeige) mit Vorwiderstand sind entsprechend nebenstehender Skizze parallel geschaltet. Bei einer Überprüfung des Gerätes zeigt ein Strommessgerät eine Gesamtstromstärke von 4,032 A an. An der LED werden eine Spannung von 2,12 V und eine Stromstärke von 20 mA gemessen. Die Heizwendel hat einen Widerstand  $R_H = 57 \Omega$ .



- 1.1.1 Berechnen Sie den Wert des notwendigen Vorwiderstands  $R_V$  der LED.
- 1.1.2 Berechnen Sie die Stromstärke durch die Heizwendel.
- 1.1.3 Die Heizwendel besteht aus einem 105 m langen Konstantendraht. Bestimmen Sie durch Rechnung den Durchmesser des Drahts.
- 1.1.4 Es steht eine zweite baugleiche Heizwendel zur Verfügung. Wie müssen die Heizwendeln geschaltet werden, damit sich die Heizleistung verdoppelt? Begründen Sie Ihre Antwort.
- 1.1.5 Skizzieren Sie qualitativ den Verlauf der Stromstärke durch die LED in Abhängigkeit von der Zeit.
- 1.2 Für ein SMV-Sommerfest sollen drei Waffeleisen (je 1,1 kW) und eine Kaffeemaschine (4,1 A) betrieben werden. Oskar schlägt vor, diese mithilfe einer Mehrfachsteckdose an den Stromkreis der Aula anzuschließen. Matilda erfährt vom Hausmeister, dass dieser Stromkreis mit einer 16 A-Sicherung abgesichert ist. „Wir sollten zumindest die Kaffeemaschine an einen anderen Stromkreis anschließen!“, schlägt Matilda vor. Nehmen Sie zu dieser Alltagsproblematik Stellung. Begründen Sie physikalisch.



**Lösungen entsprechend dem Unterricht**

1.1.1  $U_V = U - U_{LED}$

$U_V = 230 \text{ V} - 2,12 \text{ V}$

$U_V = 228 \text{ V}$

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

$R_V = \frac{228 \text{ V}}{20 \cdot 10^{-3} \text{ A}}$

$R_V = 11 \text{ k}\Omega$

1.1.2  $I_H = I_{ges} - I_{LED}$

$I_H = 4,032 \text{ A} - 0,020 \text{ A}$

$I_H = 4,012 \text{ A}$

1.1.3  $A = \rho \cdot \frac{\ell}{R}$

$A = 0,50 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{105 \text{ m}}{57 \Omega}$

$A = 0,92 \text{ mm}^2$

$d = 2 \cdot \sqrt{\frac{A}{\pi}}$

$d = 2 \cdot \sqrt{\frac{0,92 \text{ mm}^2}{\pi}}$

$d = 1,1 \text{ mm}$

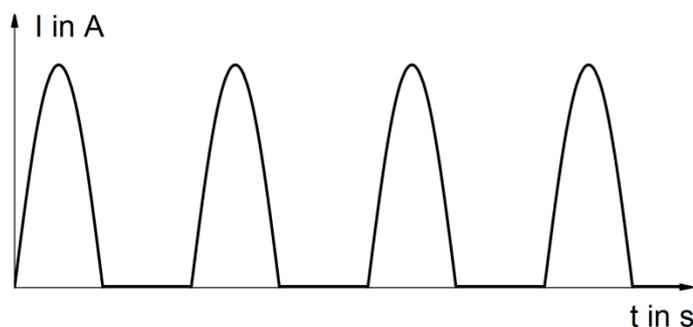
1.1.4 Die Heizwendeln müssen parallel geschaltet werden, da gilt:

$R_{ges} = 0,5 \cdot R_H$

$U = 230 \text{ V}$  (konstant)

$P_{ges} = \frac{U^2}{R_{ges}} = \frac{U^2}{0,5 \cdot R_H} = 2 \cdot \frac{U^2}{R_H} = 2 \cdot P_H$

1.1.5



1.2 Nach  $I = \frac{P}{U}$  fließt bei einer Gesamtleistung von 3,3 kW bereits ein Strom der Stärke 14 A durch die Waffeleisen.

Matilda hat recht, mit der zusätzlichen Kaffeemaschine würde die Stromstärke die abgesicherten 16 A überschreiten.

E

K

E

K

B

K

# Abschlussprüfung 2017

an den Realschulen in Bayern



Gesamtprüfungsdauer  
120 Minuten

## Physik

Haupttermin

Elektrizitätslehre II

A2

- 2.1.0 Kochen ist nach wie vor beliebt. Der richtige Herd spielt dabei eine wesentliche Rolle. Während viele Köche auf Gas- oder Elektroherde schwören, wird auch der Induktionsherd immer beliebter.
- 2.1.1 Erklären Sie die Funktionsweise eines Induktionsherds.
- 2.1.2 Nennen Sie zwei Vorteile eines Induktionsherds gegenüber einem herkömmlichen Elektroherd.
- 2.2.0 Ein Windpark stellt eine elektrische Leistung von 100 MW bereit. Diese Leistung wird über eine insgesamt 50 km lange 220 kV-Erdkabelleitung zu einem Versorgungsgebiet übertragen. Der Wirkungsgrad der Fernleitung beträgt 99 %.
- 2.2.1 Für die Übertragung von elektrischer Energie über lange Strecken ist der Einsatz von Hoch- und Niederspannungstransformatoren sinnvoll. Fertigen Sie eine prinzipielle Schaltskizze an. Beschriften Sie alle wesentlichen Bestandteile eindeutig.
- 2.2.2 Begründen Sie physikalisch, warum der Einsatz von Transformatoren für die Übertragung von elektrischer Energie sinnvoll ist.
- 2.2.3 Berechnen Sie die Stromstärke in der Fernleitung und bestätigen Sie, dass der Widerstand der Fernleitung  $4,8 \Omega$  beträgt.
- 2.2.4 Bei Erdkabeln besteht der maßgeblich leitende Kabelkern aus Kupfer. Bestimmen Sie den Durchmesser des Kupferkerns.



#### Lösungen entsprechend dem Unterricht

2.1.1 Funktionsweise:

- Unterhalb der aus Glaskeramik bestehenden Kochfläche befindet sich eine Spule aus Kupferdraht. Der Wechselstrom in der Spule bewirkt ein sich zeitlich änderndes Magnetfeld.
- Dieses durchsetzt den Boden eines auf der Herdplatte stehenden Topfs. In diesem werden sehr starke Wirbelströme induziert.
- Dadurch wird das Metall des Topfs erwärmt. Durch Wärmeleitung kommt es zur Erwärmung des Kochguts (und auch zur Erwärmung der Herdplatte).

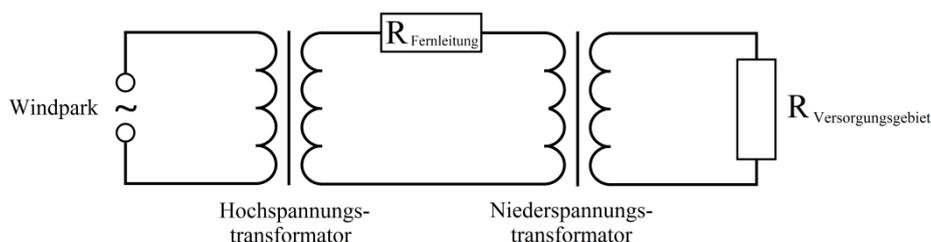
K

2.1.2 Vorteile:

- ohne geeignetes Kochgeschirr keine Energieabgabe
- Energieabgabe unmittelbar an das Kochgeschirr und damit raschere Temperaturerhöhung des Kochguts
- geringere Verbrennungsgefahr an der Herdplatte

B

2.2.1



K

- 2.2.2
- Für die elektrische Leistung, die aufgrund der Erwärmung der Leitung nicht mehr zur Verfügung steht, gilt:  $P_{th} = R \cdot I^2$
  - Die Stromstärke muss daher möglichst klein sein, damit  $P_{th}$  minimiert wird.
  - Mit  $P = U \cdot I$  folgt, dass (bei gleicher Leistung) mit höheren Spannungen niedrigere Stromstärken erreicht werden können.
  - Die Spannung wird durch einen Transformator erhöht, um dadurch die Stromstärke zu verringern.

B  
K

2.2.3 Stromstärke in der Fernleitung:

$$I = \frac{P}{U} \qquad I = \frac{100 \text{ MW}}{220 \text{ kV}} \qquad I = 455 \text{ A}$$

$P_{th}$  beträgt 1,0 % von 100 MW.

$$P_{th} = 1,0 \text{ MW}$$

Widerstand der Fernleitung:

$$R = \frac{P_{th}}{I^2} \qquad R = \frac{1,0 \text{ MW}}{(455 \text{ A})^2} \qquad R = 4,8 \Omega$$

2.2.4

$$A = \frac{\rho \cdot \ell}{R} \qquad A = \frac{0,017 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 50 \cdot 10^3 \text{ m}}{4,8 \Omega} \qquad A = 1,8 \text{ cm}^2$$

E

$$d = 2 \cdot \sqrt{\frac{A}{\pi}} \qquad d = 2 \cdot \sqrt{\frac{1,8 \text{ cm}^2}{\pi}} \qquad d = 1,5 \text{ cm}$$

# Abschlussprüfung 2017

an den Realschulen in Bayern



Gesamtprüfungsdauer  
120 Minuten

## Physik

Haupttermin

Atom- und Kernphysik

A3

- 3.1.0 Als Folge des Reaktorunfalls von Tschernobyl 1986 sind in bestimmten Gegenden Wildschweine radioaktiv belastet, da sie durch die Nahrung im Boden Cäsium-137 ( $\text{Cs-137}$ ) aufnehmen.  $\text{Cs-137}$  reichert sich insbesondere im Muskelgewebe an.
- 3.1.1  $\text{Cs-137}$  ist ein  $\beta$ -Strahler.  
Geben Sie die entsprechende Kernreaktionsgleichung an.
- 3.1.2 Beschreiben Sie die Vorgänge im Atomkern bei einem  $\beta$ -Zerfall.
- 3.1.3 Von 1986 bis 2016 ist die Hälfte des  $\text{Cs-137}$  zerfallen.  
  
Ein Jäger behauptet, dass sich im Jahr 2060 die Aktivität des  $\text{Cs-137}$  durch Zerfall um mehr als 80 % verringert hat.  
Überprüfen Sie die Aussage durch Rechnung.
- 3.1.4 Beim Reaktorunglück von Tschernobyl gelangten auch knapp 400 g Iod-131 ( $\text{I-131}$ ) in die Umwelt.  
Stellen Sie den zeitlichen Verlauf des Zerfalls für die ersten vier Halbwertszeiten in einem  $m$ - $t$ -Diagramm ( $T = 8,02 \text{ d}$ ) dar.
- 3.1.5 Entnehmen Sie aus dem Diagramm die Masse des vorhandenen Iods nach 20 Tagen.
- 3.2.1 Für beruflich strahlenexponierte Personen gilt als Grenzwert eine Äquivalentdosis von 20 mSv pro Jahr.  
Berechnen Sie, wie viele Betateilchen ( $q = 1$ ) mit einer durchschnittlichen Energie von 0,30 MeV von einem Erwachsenen ( $m = 80 \text{ kg}$ ) bis zum Erreichen des Grenzwerts absorbiert werden können.  
[Hinweis:  $1,0 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ]
- 3.2.2 Nennen Sie drei Maßnahmen, durch welche man die Belastung beim Umgang mit radioaktiven Gegenständen möglichst gering halten kann.



**Lösungen entsprechend dem Unterricht**

3.1.1 Kernreaktionsgleichung:  ${}^{137}_{55}\text{Cs} \rightarrow {}^{137}_{56}\text{Ba} + {}^0_{-1}\text{e} + \text{Energie}$

K

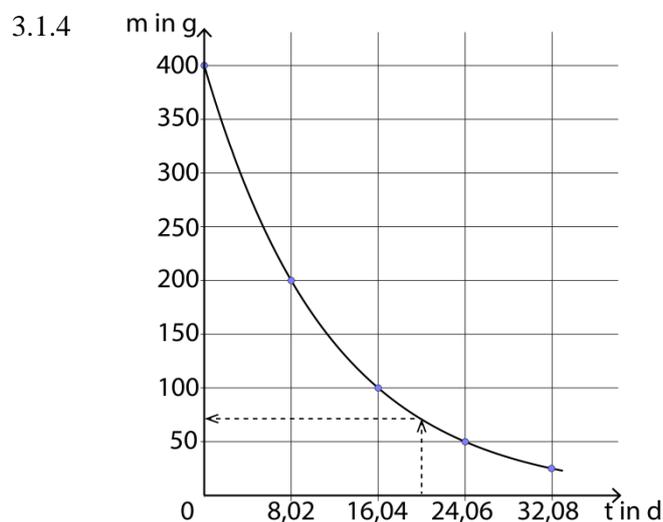
3.1.2 Ein Neutron im Kern wandelt sich in ein Proton und ein Elektron um. Das Proton bleibt im Kern, das Elektron wird aus dem Kern geschleudert.

3.1.3  $2016 - 1986 = 30$   $T = 30 \text{ a}$

B  
E

$$t = T \cdot \log_{0,5} \frac{A(t)}{A_0} \qquad t = 30 \text{ a} \cdot \log_{0,5} 0,20 \qquad t = 70 \text{ a}$$

Der Jäger hat recht. Bereits 2056 hat sich die Aktivität um 80 % verringert.



K

3.1.5 Aus dem Diagramm ergibt sich eine Masse von etwa 70 g.

E

3.2.1  $D = \frac{H}{q}$   $D = \frac{20 \text{ mSv}}{1}$   $D = 20 \text{ mGy}$

E

$$E = D \cdot m \qquad E = 0,020 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 80 \text{ kg} \qquad E = 1,6 \text{ J}$$

$$n = \frac{E}{E_\beta} \qquad n = \frac{1,6 \text{ J}}{0,30 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}} \qquad n = 3,3 \cdot 10^{13}$$

3.2.2 Maßnahmen:

- Abstand erhöhen
- Aufenthaltsdauer verkürzen
- Aktivität vermindern
- Abschirmung verstärken
- Aufnahme in den Körper vermeiden

# Abschlussprüfung 2017

an den Realschulen in Bayern



Gesamtprüfungsdauer  
120 Minuten

## Physik

Haupttermin

Energie

A4

- 4.0 Ein deutscher Autohersteller bietet zwei Varianten eines Kleinwagens an:
- Variante Benzinmotor**  
Preis: 16000 €  
Benzinverbrauch: 6,0 ℓ pro 100 km
- Variante Elektromotor**  
Preis: 26900 €  
Energiebedarf: 12 kWh pro 100 km
- 4.1 Die jährliche Fahrleistung soll 15000 km betragen.  
Berechnen Sie die jährlichen Energiekosten für das Elektroauto, wenn der Strompreis 0,285 € pro kWh beträgt.
- 4.2 Die jährlichen Energiekosten eines Benzinautos betragen durchschnittlich 1300 €, die eines Elektroautos 510 €. Die Anschaffung des Elektroautos wird mit 4000 € bezuschusst.  
Hat sich der Kauf des Elektroautos nach zehn Jahren finanziell rentiert?
- 4.3 Der Akku des Elektroautos liefert bei maximaler Aufladung eine elektrische Ladung von  $1,80 \cdot 10^5 \text{ C}$  bei einer Spannung von 374 V.  
Zeigen Sie, dass die zur Verfügung stehende Energie  $E_{el} = 18,7 \text{ kWh}$  beträgt.
- 4.4 Berechnen Sie die Ladezeit, um den vollständig entleerten Akku an einem mit 16 A abgesicherten Stromkreis ( $U = 230 \text{ V}$ ) komplett aufzuladen.  
Geben Sie den theoretischen Wert in Stunden und Minuten an.
- 4.5 Das Benzinauto hat eine  $\text{CO}_2$ -Emission von  $95 \frac{\text{g}}{\text{km}}$ . Bei der Bereitstellung der elektrischen Energie für das Elektroauto entstehen 569 g  $\text{CO}_2$  pro kWh.  
Vergleichen Sie die jährlichen  $\text{CO}_2$ -Emissionen bei einer Fahrleistung von 15000 km.
- 4.6 Nennen Sie je zwei Vor- und Nachteile beim Betrieb eines Elektroautos gegenüber einem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor.
- 4.7 Nennen Sie vier  $\text{CO}_2$ -neutrale Möglichkeiten, die elektrische Energie für Elektroautos zur Verfügung zu stellen.

# Abschlussprüfung 2017

## an den Realschulen in Bayern



Lösungsvorschlag

**Physik**

Haupttermin

Energie

A4

### Lösungen entsprechend dem Unterricht

4.1	Energiekosten E-Auto:	$K = 15000 \text{ km} \cdot \frac{12 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} \cdot 0,285 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$	$K = 0,51 \cdot 10^3 \text{ €}$	<b>E</b>
-----	--------------------------	--	---------------------------------	----------

4.2	Kosten Benzinauto:	$K_B = 16000 \text{ €} + 1300 \frac{\text{€}}{\text{a}} \cdot 10 \text{ a}$	$K_B = 29000 \text{ €}$	<b>E</b>
-----	--------------------	---	-------------------------	----------

Kosten E-Auto:	$K_E = 22900 \text{ €} + 510 \frac{\text{€}}{\text{a}} \cdot 10 \text{ a}$	$K_E = 28000 \text{ €}$
----------------	--	-------------------------

Nach zehn Jahren sind die Kosten des Elektroautos niedriger als die des Benzinautos. (Dabei sind weitere Kosten wie zum Beispiel Versicherung, Reparaturen, evtl. Akkutausch nicht berücksichtigt.)

4.3	$E_{el} = U \cdot Q$	$E_{el} = 374 \text{ V} \cdot 1,80 \cdot 10^5 \text{ C}$	$E_{el} = 67,3 \cdot 10^6 \text{ J}$	
			$E_{el} = 18,7 \text{ kWh}$	

4.4	$t = \frac{E_{el}}{U \cdot I}$	$t = \frac{18,7 \text{ kWh}}{230 \text{ V} \cdot 16 \text{ A}}$	$t = 5 \text{ h } 5 \text{ min}$	<b>E</b>
-----	--------------------------------	---	----------------------------------	----------

4.5	Benzinmotor:	$m_{CO_2} = 95 \frac{\text{g}}{\text{km}} \cdot 15000 \text{ km}$	$m_{CO_2} = 1,4 \text{ t}$	<b>E</b>
	Elektroauto:	$m_{CO_2} = 569 \frac{\text{g}}{\text{kWh}} \cdot \frac{12 \text{ kWh}}{100 \text{ km}} \cdot 15000 \text{ km}$	$m_{CO_2} = 1,0 \text{ t}$	<b>B</b>

Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß des E-Autos ist um 0,4 t geringer.

- |     |  |          |
|-----|--|----------|
| 4.6 | <p>Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrische Energie kann regenerativ gewonnen werden.</li> <li>• Antrieb von Elektroautos ist leiser</li> <li>• kein fahrzeugnaher Abgasausstoß (u. a. wichtig in Innenstädten)</li> </ul> | <b>K</b> |
|-----|--|----------|

- Nachteile:
- Ladezeiten länger als ein herkömmlicher Tankvorgang
  - noch geringe Reichweite
  - Lebensdauer der Akkus
  - Ladestationen noch nicht flächendeckend vorhanden

- |     |  |
|-----|--|
| 4.7 | <p>Möglichkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Photovoltaik</li> <li>• Wasserkraftwerke</li> <li>• Windkraftanlagen</li> <li>• Kernkraftwerk</li> <li>• Biogasanlagen</li> <li>• Sonnenkraftwerke (thermisch)</li> </ul> |
|-----|--|

# Abschlussprüfung 2017

an den Realschulen in Bayern



Gesamtprüfungsdauer  
120 Minuten

## Physik

Haupttermin

Elektrizitätslehre I

B1

- 1.1.0 In einem Versuch wird eine rote Leuchtdiode (LED) zusammen mit einem Vorwiderstand an eine regelbare Elektrizitätsquelle angeschlossen. An der LED wird die Stromstärke  $I$  in Abhängigkeit von der Gleichspannung  $U$  gemessen. Dabei ergeben sich folgende Messwerte:

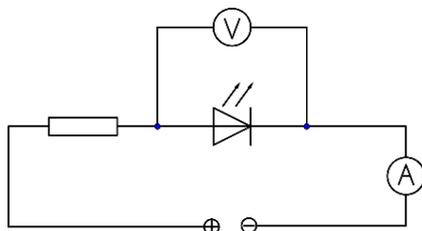
U in V	0	0,30	0,60	0,90	1,2	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
I in mA	0	0,010	0,030	0,070	0,15	0,25	0,50	1,2	3,0	20

- 1.1.1 Fertigen Sie eine Schaltskizze für den Versuchsaufbau an.
- 1.1.2 Entscheiden Sie anhand der Tabelle, ob für die LED im untersuchten Bereich das Gesetz von Ohm gilt. Begründen Sie Ihre Entscheidung anhand der Messwerte.
- 1.1.3 Stellen Sie die Messreihe grafisch dar und bestimmen Sie mithilfe des Diagramms die Schwellenspannung  $U_s$ .
- 1.1.4 Interpretieren Sie den Verlauf des Graphen.
- 1.1.5 Erklären Sie das Verhalten der LED beim Überschreiten der Schwellenspannung im Teilchenmodell (pn-Übergang).
- 1.2.0 Mit einem analogen Messwerk zur Stromstärkemessung und einem entsprechend gewählten Nebenwiderstand kann man ein Stromstärkemessgerät für nahezu jeden beliebigen Messbereich herstellen. Ein solches Drehspulinstrument, mit  $25 \Omega$  Innenwiderstand und Vollausschlag bei  $150 \text{ mA}$ , soll dazu verwendet werden, Stromstärken bis zu  $10,0 \text{ A}$  zu messen.
- Bild:  
Drehspulinstrument mit verschiedenen „Wechselskalen“
- 1.2.1 Zeigen Sie durch Rechnung, dass der Widerstandswert des hierfür benötigten Nebenwiderstands  $0,38 \Omega$  beträgt.
- 1.2.2 Der Nebenwiderstand aus 1.2.1 soll als Drahtwiderstand aus Konstantandraht mit  $0,60 \text{ mm}$  Durchmesser ausgeführt werden. Berechnen Sie die notwendige Länge des Konstantandrahts.



**Lösungen entsprechend dem Unterricht**

1.1.1



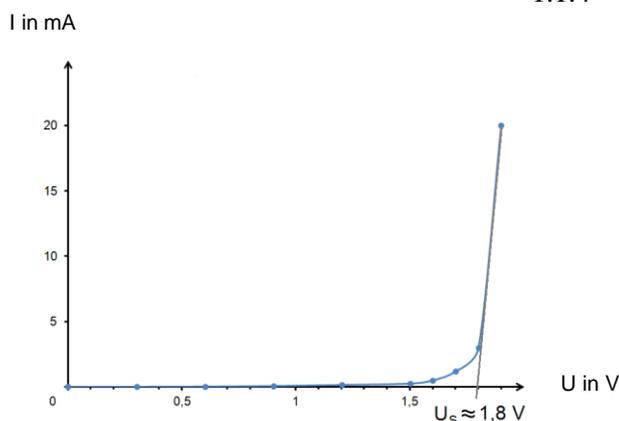
1.1.2 Nein, die LED erfüllt das Gesetz von Ohm nicht. **K**  
**E**

Begründung:

Gemäß dem Gesetz von Ohm müssten sich  $U$  und  $I$  direkt proportional zueinander verhalten, also müssten die Wertepaare von  $U$  und  $I$  quotientengleich sein.

Dies ist bei der untersuchten LED jedoch nicht gegeben, z. B.:  $\frac{0,15 \text{ mA}}{1,2 \text{ V}} \neq \frac{20 \text{ mA}}{1,9 \text{ V}}$

1.1.3



1.1.4 Interpretation: **K**

Die Kurve verläuft bis ca.  $1,7 \text{ V}$  nahe der x-Achse, d. h. es fließt kaum Strom durch die Diode.

Ab dem Erreichen der Schwellenspannung  $U_S \approx 1,8 \text{ V}$  steigt die Stromstärke jedoch sehr stark an.

1.1.5 Erklärung: **K**

- Wird Spannung in Durchlassrichtung an die LED angelegt und schrittweise erhöht, so werden verstärkt freie Elektronen in der n-Schicht vom Minuspol her in den Bereich des pn-Übergangs (Raumladungszone) abgestoßen. Dasselbe geschieht mit den Löchern in der p-Schicht vom Pluspol her.
- Hierdurch wird der ladungsträgerarme Bereich immer kleiner.
- Beim Erreichen der Schwellenspannung kommen sich freie Elektronen und Löcher am pn-Übergang so nahe, dass sie dort zunehmend rekombinieren, womit die Raumladungszone nahezu aufgehoben wird.
- Dadurch sinkt der Widerstand der LED, die Stromstärke steigt „sprunghaft“ an.

1.2.1  $I_N = I - I_M$

$$I_N = 10,0 \text{ A} - 150 \text{ mA}$$

$$I_N = 9,9 \text{ A}$$

$$R_N = \frac{R_M \cdot I_M}{I_N}$$

$$R_N = \frac{25 \Omega \cdot 150 \text{ mA}}{9,9 \text{ A}}$$

$$R_N = 0,38 \Omega$$

1.2.2  $A = r^2 \cdot \pi$

$$A = \left( \frac{0,60 \text{ mm}}{2} \right)^2 \cdot \pi$$

$$A = 0,28 \text{ mm}^2$$

$$\ell = \frac{R_N \cdot A}{\rho}$$

$$\ell = \frac{0,38 \Omega \cdot 0,28 \text{ mm}^2}{0,50 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}}$$

$$\ell = 0,21 \text{ m}$$

**E**



Gesamtprüfungsdauer  
120 Minuten

## Physik

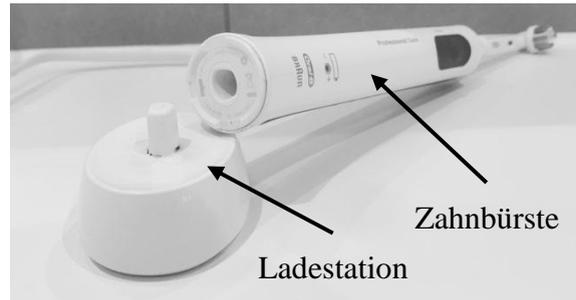
Haupttermin

Elektrizitätslehre II

B2

2.1.0 Zum Aufladen des Akkus einer elektrischen Zahnbürste wird diese auf eine Ladestation (Spule mit Weicheisenkern) gesetzt.

2.1.1 Beschreiben Sie das Zustandekommen des Ladestroms.



2.1.2 Auch ohne aufgesetzte Zahnbürste entnimmt die Ladestation dem Haushaltsnetz elektrische Energie.  
Nennen Sie zwei auftretende Energieumwandlungen.

2.2.0 Vom Atomkraftwerk Grafenrheinfeld bei Schweinfurt wurde bis zur Stilllegung im Sommer 2015 eine maximale Leistung von 1275 MW in das Fernleitungsnetz eingespeist.

2.2.1 Zur Bereitstellung der elektrischen Energie wurde ein Innenpolgenerator verwendet.  
Nennen und begründen Sie zwei wesentliche Vorteile von Innenpolgeneratoren gegenüber Außenpolgeneratoren.

2.2.2 Nennen Sie drei Gründe für die Energieentwertung beim Betrieb des Innenpolgenerators.

2.2.3 Die Spannung wurde auf 380 kV hochtransformiert. Die Fernleitung besitzt einen ohmschen Widerstand von  $11,0 \Omega$ .  
Die elektrische Leistung, die aufgrund der Erwärmung der Leitung nicht mehr zur Verfügung steht, beträgt 124 MW.  
Bestätigen Sie dies durch Rechnung.

2.2.4 Im Versorgungsgebiet wird die Spannung auf 230 V mit einem Wirkungsgrad von 97 % heruntertransformiert.  
Berechnen Sie den Wirkungsgrad der gesamten Energieübertragung nach dem Hochtransformieren.

# Abschlussprüfung 2017

an den Realschulen in Bayern



Lösungsvorschlag

Physik

Haupttermin

Elektrizitätslehre II

B2

## Lösungen entsprechend dem Unterricht

- 2.1.1 Funktionsweise: K
- An der Primärspule (Ladestation) liegt Wechselspannung an.
  - Der Wechselstrom in der Primärspule erzeugt ein sich zeitlich änderndes Magnetfeld.
  - Dieses durchsetzt die Sekundärspule (Handgerät)
  - und induziert dort eine Wechselspannung.
  - Im geschlossenen Sekundärstromkreis lädt der Induktionsstrom mithilfe eines Gleichrichters/Diode den Akku.
- 2.1.2 Energieumwandlungen: K  
E
- Streuung des Magnetfelds der Primärspule
  - ständiges Ummagnetisieren des Eisenkerns
  - Erwärmung der Spulendrähte durch den Stromfluss
- 2.2.1 Gründe: K
- Beim Innenpolgenerator ist die Erhöhung der Induktionsspannung durch höhere Windungszahl der Induktionsspulen ohne eine Massenerhöhung des Rotors möglich (keine zusätzliche mechanische Beanspruchung).
  - Der Abgriff der hohen Stromstärke erfolgt an festen Anschlüssen und nicht über Schleifbürsten.
- 2.2.2 Gründe:
- mechanische Reibung der Lager
  - ohmscher Widerstand der Leitungen
  - Streuung des Magnetfelds
- 2.2.3  $I_L = \frac{P_L}{U_L}$   $I_L = \frac{1275 \text{ MW}}{380 \text{ kV}}$   $I_L = 3,36 \text{ kA}$
- $P_{th} = R \cdot I_L^2$   $P_{th} = 11,0 \Omega \cdot (3,36 \text{ kA})^2$   $P_{th} = 124 \text{ MW}$
- 2.2.4  $\eta_L = \frac{P_L - P_{th}}{P_L}$   $\eta_L = \frac{1275 \text{ MW} - 124 \text{ MW}}{1275 \text{ MW}}$   $\eta_L = 0,9027$  E
- $\eta_{ges} = \eta_L \cdot \eta_T$   $\eta_{ges} = 0,9027 \cdot 0,97$   $\eta_{ges} = 0,88$

# Abschlussprüfung 2017

an den Realschulen in Bayern



Gesamtprüfungsdauer  
120 Minuten

## Physik

Haupttermin

Atom- und Kernphysik

B3

- 3.1.0 Die Durchblutung eines Herzmuskels kann nach Injektion eines radioaktiven Stoffes untersucht werden (Myokardszintigrafie). Hierfür werden dem Patienten 350  $\mu\text{g}$  des  $\beta$ -Strahlers ( $q = 1$ ) Thallium-201 (Tl-201) gespritzt. Dieses Isotop besitzt eine Halbwertszeit von 72,9 Stunden.
- 3.1.1 Nennen Sie drei Eigenschaften von  $\beta$ -Strahlung.
- 3.1.2 Stellen Sie die Kernreaktionsgleichung für den Zerfall von Tl-201 auf.
- 3.1.3 Bestimmen Sie, wann die Aktivität des injizierten Isotops um 95,0 % gesunken ist.
- 3.1.4 Ein Patient mit einer Masse von 60 kg absorbiert bei dieser Untersuchung eine Strahlungsenergie von 0,45 J.

Auf der Internetseite des Bundesamts für Strahlenschutz ist zu lesen:

*„Der Mensch lebt seit jeher auf Grund von natürlichen Strahlenquellen in einer strahlenden Umwelt. Die dadurch vorhandene natürliche Strahlenexposition führt für ein Mitglied der Bevölkerung in Deutschland zu einer jährlichen effektiven Dosis von durchschnittlich 2,1 Millisievert. Je nach Wohnort, Ernährungs- und Lebensgewohnheiten reicht sie von circa 1 Millisievert bis zu 10 Millisievert.“*

([http://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/natuerliche-strahlenbelastung/natuerliche-strahlenbelastung\\_node.html](http://www.bfs.de/DE/themen/ion/umwelt/natuerliche-strahlenbelastung/natuerliche-strahlenbelastung_node.html))

Beurteilen Sie die zusätzliche Strahlenexposition des Patienten.

- 3.2.0 Um die Strahlenbelastung zu kontrollieren, trägt das medizinische Personal Dosimeter in Form von Ringen (siehe Bild) und Plaketten mit eingebauten Fotoplatten.
- 3.2.1 Beschreiben Sie die Funktionsweise eines Dosimeters.
- 3.2.2 In die Wände der Behandlungsräume werden ca. 15 cm dicke Bleiplatten eingebaut. Begründen Sie diese Maßnahme.
- 3.2.3 Geben Sie neben der Abschirmung noch zwei Vorsichtsmaßnahmen an, die das medizinische Personal speziell beim Umgang mit radioaktiven Präparaten beachten muss.

Bild: Dosimeter

Quelle:

<https://rmehs.fullerton.edu/laboratorysafety/radiation/Dosimetry.php>

# Abschlussprüfung 2017

an den Realschulen in Bayern



Lösungsvorschlag

Physik

Haupttermin

Atom- und Kernphysik

B3

## Lösungen entsprechend dem Unterricht

3.1.1 Eigenschaften:

- abschirmbar durch Aluminium ( $d > 4 \text{ mm}$ )
- elektrisch negativ geladen
- ablenkbar durch elektrische und magnetische Querfelder
- geringe Ionisationsfähigkeit

3.1.2 Kernreaktionsgleichung:  ${}^{201}_{81}\text{Tl} \rightarrow {}^{201}_{82}\text{Pb} + {}^0_{-1}\text{e} + \text{Energie}$

$$3.1.3 \quad t = T \cdot \log_{0,5} \frac{A(t)}{A_0} \quad t = 72,9 \text{ h} \cdot \log_{0,5} 0,050 \quad t = 13 \text{ d}$$

$$3.1.4 \quad D = \frac{E}{m} \quad D = \frac{0,45 \text{ J}}{60 \text{ kg}} \quad D = 0,0075 \text{ Gy}$$

$$H = D \cdot q \quad H = 0,0075 \text{ Gy} \cdot 1 \quad H = 7,5 \text{ mSv}$$

Die zusätzliche Strahlenbelastung, der der Patient durch die Untersuchung in einer sehr kurzen Zeitspanne ausgesetzt ist, entspricht dem Mehrfachen der durchschnittlichen Jahresdosis.

Die Belastung durch die Untersuchung ist somit als sehr hoch anzusehen.

3.2.1 Funktionsweise:

- Durch die Strahlung entstehen Schwärzungen auf den Fotoplatten.
- Je stärker die Schwärzung auf der Fotoplatte ist, desto intensiver war die Strahlendosis, der die Person ausgesetzt war.

(Zudem sind in den Dosimetern unterschiedliche Fenster mit unterschiedlichen Filtern, z. B. Aluminium, eingebaut.)

3.2.2 Durch die Bleiplatten wird die Gammastrahlung geschwächt.

Die Dosis, der Personen außerhalb des Raumes ausgesetzt sind, wird damit reduziert.

3.2.3 Maßnahmen:

- Abstand erhöhen
- Aufenthaltsdauer verkürzen
- Aktivität vermindern
- Aufnahme in den Körper vermeiden

K

E

B

K

K

# Abschlussprüfung 2017

an den Realschulen in Bayern



Gesamtprüfungsdauer  
120 Minuten

## Physik

Haupttermin

Energie

B4

- 4.1.0 Für eine Beleuchtungsanlage werden fünf LED-Leuchtmittel (12 V | 3,4 W) der Energieeffizienzklasse A+ zu einem Preis von je 7,90 € eingekauft. Diese LED-Leuchtmittel ersetzen fünf Halogenlampen (12 V | 20 W).
- 4.1.1 Die Beleuchtungsanlage ist pro Tag durchschnittlich 4,0 h in Betrieb.  
Berechnen Sie die jährliche Kostenersparnis, wenn der Strompreis 0,285 € pro kWh beträgt.
- 4.1.2 Die fünf Halogenlampen verursachen Energiekosten von 41,61 € pro Jahr.  
Stellen Sie die Energiekosten der Halogenlampen sowie die Gesamtkosten der LED-Leuchtmittel für einen Zeitraum von drei Jahren grafisch dar.
- 4.1.3 Entnehmen Sie dem Diagramm zu 4.1.2 den Zeitpunkt, ab dem die Gesamtkosten für die fünf LED-Leuchtmittel geringer sind als die Energiekosten der fünf Halogenlampen.
- 4.2.0 In Bayern scheint die Sonne durchschnittlich 1620 Stunden pro Jahr. Eine Solarthermieanlage mit 7,0 m<sup>2</sup> effektiver Kollektorfläche hat einen Wirkungsgrad von 30 % und unterstützt ein mit Erdgas betriebenes Heizsystem. Der Warmwasserspeicher hat ein Fassungsvermögen von 500 Litern.  
Die Strahlungsleistung der Sonne beträgt durchschnittlich 1,0 kW pro Quadratmeter Kollektorfläche.
- 4.2.1 Zeigen Sie durch Rechnung, dass durch die Kollektoren der Anlage im Jahr 3,4 MWh thermische Energie zur Verfügung gestellt werden konnten.
- 4.2.2 Welche durchschnittliche Temperaturerhöhung lässt sich durch Solarthermie im Warmwasserspeicher pro Tag erreichen?
- 4.2.3 Berechnen Sie das durchschnittliche Erdgasvolumen, das sich durch die Verwendung der Kollektoranlage aus 4.2.0 pro Jahr einsparen lässt.  
[Heizwert Erdgas:  $42 \frac{MJ}{m^3}$ ; Wirkungsgrad der Erdgasheizung: 80 %]
- 4.2.4 Nennen Sie zwei Vorteile und zwei Nachteile der Nutzung von Solarenergie bei Kollektoranlagen zur Warmwasserbereitung.

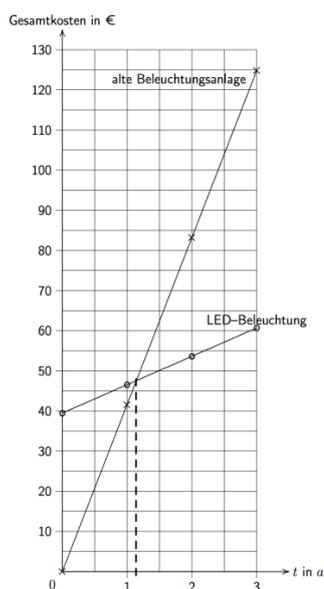


**Lösungen entsprechend dem Unterricht**

4.1.1 Energieersparnis:  $E = 5 \cdot (20 - 3,4) W \cdot 4,0 \frac{h}{d} \cdot 365 d \quad E = 12 \cdot 10^1 kWh$  E

Kostensparnis:  $K = 12 \cdot 10^1 kWh \cdot 0,285 \frac{\text{€}}{kWh} \quad K = 34 \text{ €}$

4.1.2 Anschaffungskosten:  
 $5 \cdot 7,90 \text{ €} = 39,5 \text{ €}$  K



Kosten  $K_{LED}$  für die LED-Beleuchtung pro Jahr:  
 $K_{LED} = 5 \cdot 3,4 W \cdot 4,0 \frac{h}{d} \cdot 365 d \cdot 0,285 \frac{\text{€}}{kWh}$   
 $K_{LED} = 7,1 \text{ €}$

4.1.3 E

Nach 1,1 Jahren ist die Beleuchtungsanlage mit LED-Leuchtmitteln günstiger.

4.2.1  $E = 7,0 m^2 \cdot 1,0 \frac{kW}{m^2} \cdot 0,30 \cdot 1620 h \quad E = 3,4 MWh$

4.2.2  $E = 12 \cdot 10^6 kJ$  E

$\Delta\vartheta = \frac{E}{c \cdot m} \quad \Delta\vartheta = \frac{12 \cdot 10^6 kJ}{4,18 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C} \cdot 500 kg \cdot 365} \quad \Delta\vartheta = 16 \text{ }^\circ C$

4.2.3  $V_{Gas} = \frac{12 \cdot 10^6 kJ}{42 \cdot 10^3 \frac{kJ}{m^3} \cdot 0,80} \quad V_{Gas} = 3,6 \cdot 10^2 m^3$  E

4.2.4 Vorteile: K

- Sonnenenergie ist kostenlos.
- Es entstehen keine Schadstoffe durch Verbrennung.

Nachteile:

- Solarenergie ist abhängig von den Jahreszeiten. Im Winter muss die Anlage mehr Erdgas verbrennen.
- Solarenergie ist wetterabhängig. Bei ungünstiger Bewölkung ist die Wärmeleistung der Kollektoranlage geringer.