

Abschlussprüfung 2021

an den Realschulen in Bayern



Gesamtdauer
120 Minuten

Physik

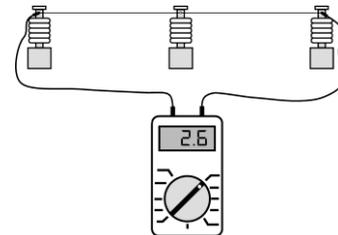
Nachtermin

Elektrizitätslehre I

C1

1.1.0 Für eine Versuchsreihe stehen vier identische Leiterstücke aus Konstantan ($\ell = 0,30 \text{ m}$) zur Verfügung.

1.1.1 In einem ersten Versuch gemäß nebenstehender Skizze werden unterschiedlich viele dieser Leiterstücke in Reihe geschaltet und der elektrische Widerstand R in Abhängigkeit von der gesamten Leiterlänge ℓ_{ges} untersucht.



Es ergeben sich folgende Messwerte:

Versuchsaufbau für 2 Leiterstücke

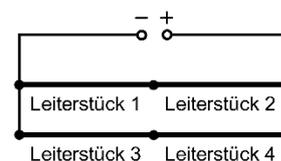
Anzahl der Leiterstücke	1	2	3	4
ℓ_{ges} in m	0,30	0,60	0,90	1,20
R in Ω	1,3	2,6	4,0	5,1

Stellen Sie den Widerstand R in Abhängigkeit von der gesamten Leiterlänge ℓ_{ges} grafisch dar und formulieren Sie das Versuchsergebnis.

1.1.2 Ermitteln Sie mithilfe des Diagramms aus 1.1.1 die Querschnittsfläche A der verwendeten Leiterstücke.

1.1.3 In einem zweiten Versuch werden die vier Leiterstücke aus 1.1.0 gemäß nebenstehender Schaltskizze verbunden.

Begründen Sie, dass der Gesamtwiderstand dieser Schaltung $1,3 \Omega$ beträgt.



1.1.4 In einem dritten Versuch sollen die vier Leiterstücke aus 1.1.0 so geschaltet werden, dass der Gesamtwiderstand der Schaltung kleiner als $1,3 \Omega$ ist. Zeichnen Sie hierfür zwei verschiedene Möglichkeiten.

1.2.0 Ein elektrischer Rasenmäher (230 V; 1400 W) wird zum Mähen einer großen Wiese verwendet.

1.2.1 Zeigen Sie durch Rechnung, dass der elektrische Widerstand R_M des Rasenmähers $37,8 \Omega$ beträgt.

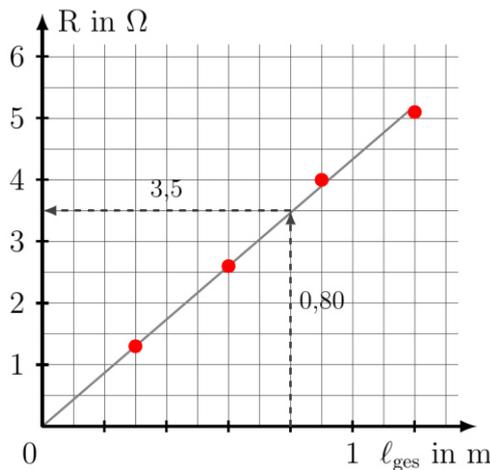
1.2.2 Im Betrieb ist der Rasenmäher durch ein 50 m langes Kabel ($R_K = 1,1 \Omega$) mit dem Haushaltsnetz verbunden.

Berechnen Sie in diesem Fall die am Rasenmäher anliegende Spannung. [Teilergebnis: $I_{\text{ges}} = 5,91 \text{ A}$]



Lösungen entsprechend dem Unterricht

1.1.1



1.1.2

Ergebnis im Rahmen der Messunsicherheit:
Der Widerstand R ist direkt proportional zur Länge l_{ges} der Leiterstücke.

Aus Diagramm: $l_{\text{ges}} = 0,80 \text{ m}$ $R = 3,5 \Omega$
(z. B.)

$$A = \rho \cdot \frac{l_{\text{ges}}}{R}$$

$$A = 0,50 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{0,80 \text{ m}}{3,5 \Omega}$$

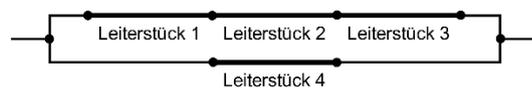
$$A = 0,11 \text{ mm}^2$$

1.1.3

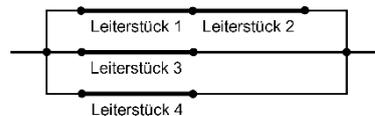
- Die in Reihe geschalteten, identischen Leiterstücke (Leiterstückpaar) besitzen einen doppelt so großen Widerstand wie ein einzelnes Leiterstück.
- Die parallel geschalteten Leiterstückpaare besitzen insgesamt einen halb so großen Widerstand wie ein einzelnes Leiterstückpaar.
- Der Gesamtwiderstand der Schaltung ist somit so groß wie ein einzelnes Leiterstück und beträgt im Rahmen der Messunsicherheit $R_{\text{ges}} = 1,3 \Omega$.

1.1.4

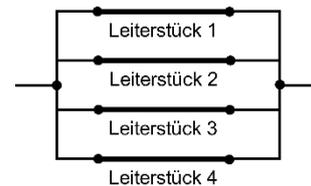
Möglichkeit 1:



Möglichkeit 3:



Möglichkeit 2:



1.2.1

$$I = \frac{P}{U_{\text{ges}}}$$

$$I = \frac{1400 \text{ W}}{230 \text{ V}}$$

$$I = 6,09 \text{ A}$$

$$R_M = \frac{U_{\text{ges}}}{I}$$

$$R_M = \frac{230 \text{ V}}{6,09 \text{ A}}$$

$$R_M = 37,8 \Omega$$

1.2.2

$$R_{\text{ges}} = R_M + R_K$$

$$R_{\text{ges}} = 37,8 \Omega + 1,1 \Omega$$

$$R_{\text{ges}} = 38,9 \Omega$$

$$I_{\text{ges}} = \frac{U_{\text{ges}}}{R_{\text{ges}}}$$

$$I_{\text{ges}} = \frac{230 \text{ V}}{38,9 \Omega}$$

$$I_{\text{ges}} = 5,91 \text{ A}$$

$$U_M = R_M \cdot I_{\text{ges}}$$

$$U_M = 37,8 \Omega \cdot 5,91 \text{ A}$$

$$U_M = 223 \text{ V}$$

B
E
K

K

K

E

E

Abschlussprüfung 2021

an den Realschulen in Bayern



Gesamtdauerdauer
120 Minuten

Physik

Nachtermin

Elektrizitätslehre II

C2

- 2.1.0 Zur Versorgung einer Segelyacht mit elektrischer Energie wird im Hafen ein sogenannter Trenntransformator mit Gleichrichter ($\eta = 0,97$) eingesetzt.

Mit seiner Hilfe wird die landseitig anliegende Netzspannung von 230 V auf eine Bordspannung von 13,7 V heruntertransformiert.

- 2.1.1 Beschreiben Sie die Funktionsweise eines Transformators.

- 2.1.2 Geben Sie zwei Gründe für mögliche Energieentwertungen bei Transformatoren an.

- 2.1.3 Im Bordnetz fließt beim Betrieb verschiedener Energiewandler ein Strom der Stärke 13 A.
Berechnen Sie die Primärstromstärke.

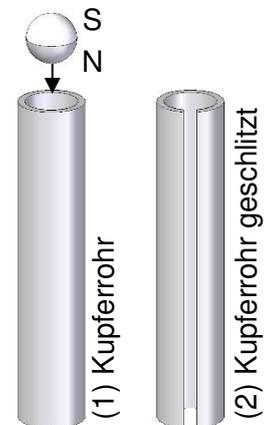


- 2.2.0 In einem Versuch fällt ein starker Kugelmagnet nahezu reibungsfrei durch ein Kupferrohr (1) mit geringfügig größerem Innendurchmesser. Der Versuch wird danach mit einem längsgeschlitzten Kupferrohr (2) mit den gleichen Abmessungen unter sonst identischen Bedingungen wiederholt.

- 2.2.1 Beschreiben Sie die Beobachtungen, die man bei der Verwendung der beiden Rohre jeweils machen kann.

- 2.2.2 Begründen Sie mithilfe der Regel von Lenz die Beobachtung bei der Verwendung des Kupferrohres (1).

- 2.2.3 Das Kupferrohr (1) aus 2.2.0 wird durch ein Rohr mit gleichen Abmessungen aus Zinn ersetzt, das einen deutlich höheren spezifischen Widerstand besitzt. Entscheiden Sie begründet, wie sich dadurch die Fallgeschwindigkeit des Magneten ändert.



Abschlussprüfung 2021

an den Realschulen in Bayern



Lösungsvorschlag

Physik

Nachtermin

Elektrizitätslehre II

C2

Lösungen entsprechend dem Unterricht

- | | | |
|-------|--|----------------------|
| 2.1.1 | <ul style="list-style-type: none"> Die an der Primärspule anliegende Wechselspannung hat dort einen Wechselstrom zur Folge. Dieser erzeugt ein sich periodisch (in Richtung und Stärke) änderndes Magnetfeld. Der geschlossene Weicheisenkern verstärkt das sich zeitlich ändernde Magnetfeld, welches die Sekundärspule durchsetzt. In dieser wird daraufhin eine Wechselspannung induziert, wodurch im geschlossenen Sekundärstromkreis Wechselstrom fließt. | K |
| 2.1.2 | <ul style="list-style-type: none"> Erwärmung der Spulendrähte durch Stromfluss Erwärmung des Weicheisenkerns durch Wirbelströme Erwärmung des Weicheisenkerns durch ständiges Ummagnetisieren Magnetische Streufelder | |
| 2.1.3 | $P_s = U_s \cdot I_s \qquad P_s = 13,7 \text{ V} \cdot 13 \text{ A} \qquad P_s = 0,18 \text{ kW}$ $P_p = \frac{P_s}{\eta} \qquad P_p = \frac{0,18 \text{ kW}}{0,97} \qquad P_p = 0,19 \text{ kW}$ $I_p = \frac{P_p}{U_p} \qquad I_p = \frac{0,19 \text{ kW}}{230 \text{ V}} \qquad I_p = 0,83 \text{ A}$ | E |
| 2.2.1 | Die Fallzeit des Magneten durch das geschlitzte Kupferrohr (2) ist deutlich geringer als durch das Kupferrohr (1). | B
K |
| 2.2.2 | <ul style="list-style-type: none"> Das Kupferrohr (1) wird durch den fallenden Magneten von einem sich zeitlich ändernden Magnetfeld durchsetzt. Dadurch werden im Kupferrohr Wirbelströme induziert. Diese Wirbelströme sind nach der Regel von Lenz stets so gerichtet, dass ihre Magnetfelder der Ursache der Induktion (die Bewegung des fallenden Magneten) entgegen wirken. Der Fall der Kugel wird gebremst. | K |
| 2.2.3 | <ul style="list-style-type: none"> Aufgrund des größeren spezifischen Widerstands ist der Widerstand des Zinnrohrs größer als der Widerstand des Kupferrohrs. Somit ist die Stärke der induzierten Wirbelströme kleiner und damit sind auch die erzeugten Magnetfelder im Zinnrohr schwächer als im Kupferrohr. Die Bremswirkung auf den Magneten im Zinnrohr ist folglich geringer. Die Fallgeschwindigkeit des Magneten ist dadurch größer. | B
K |



Gesamtdauer
120 Minuten

Physik

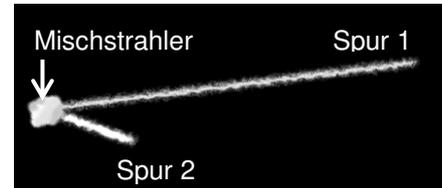
Nachtermin

Atom- und Kernphysik

C3

- 3.1.0 Eine Nebelkammer ist ein Behälter, der mit einem übersättigten Luft-Alkohol-Gemisch gefüllt ist.

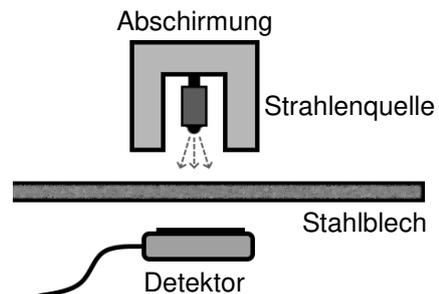
Wenn ionisierende Strahlung aus einem radioaktiven Mischstrahler das Gas durchquert, bilden sich entlang der Bahnen sichtbare Spuren (Kondensstreifen), wie in nebenstehendem Bild zu sehen ist.



- 3.1.1 Die Spur 1 wurde durch ein β -Teilchen verursacht. Begründen Sie, durch welche Strahlenart die Spur 2 verursacht wurde.
- 3.1.2 Erläutern Sie mithilfe einer beschrifteten Skizze eine Möglichkeit, wie die beiden Strahlenarten aus 3.1.1 experimentell getrennt werden können.

- 3.2.0 Zur Messung von Materialstärken in der Stahlproduktion kann z. B. das radioaktive Isotop Cobalt-60 (Co-60) verwendet werden.

Beim Zerfall von Co-60 wird neben β - auch γ -Strahlung emittiert.



- 3.2.1 Geben Sie die dazugehörige Zerfallsgleichung an.
- 3.2.2 Für die Messung der Materialstärke eines mehrere Millimeter dicken Stahlblechs kann ausschließlich die ausgesandte γ -Strahlung verwendet werden. Begründen Sie, weshalb β -Strahlung dafür nicht geeignet ist.
- 3.2.3 Aufgrund eines Lecks in der Abschirmung muss die Anlage gewartet werden. Dabei tritt in der unmittelbaren Nähe eine Strahlenbelastung von 40 mSv pro Stunde auf. Überprüfen Sie rechnerisch, ob ein Wartungstechniker bei einer Aufenthaltsdauer von vier Minuten in direkter Umgebung der Anlage eine Strahlendosis von 3,0 mSv überschreitet.
- 3.2.4 Co-60 besitzt eine Halbwertszeit von 5,3 Jahre. Stellen Sie die Aktivität von Co-60 über einen Zeitraum von 26,5 Jahren grafisch dar.
- 3.2.5 Die Aktivität eines Co-60 -Präparats wird nach dem Einbau in die Apparatur aus 3.2.0 mit der Zeit geringer. Berechnen Sie, auf wie viel Prozent seine Aktivität nach 180 Tagen abgenommen hat.



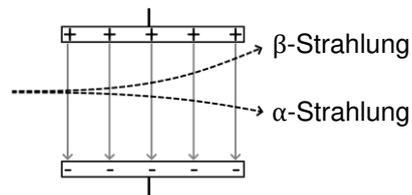
Lösungen entsprechend dem Unterricht

3.1.1 Die Spur 2 wurde durch α -Strahlung erzeugt.

Mögliche Begründungen:

- Die Spur 2 ist breiter als die Spur 1, da α -Strahlung sehr viel stärker ionisiert als β -Strahlung.
- Die Spur 2 ist kürzer als die Spur 1, da die Reichweite von α -Strahlung im Luft-Alkohol-Gemisch wesentlich geringer als die von β -Strahlung ist.

3.1.2 z. B. Trennung der Strahlung durch ein elektrisches Querfeld:

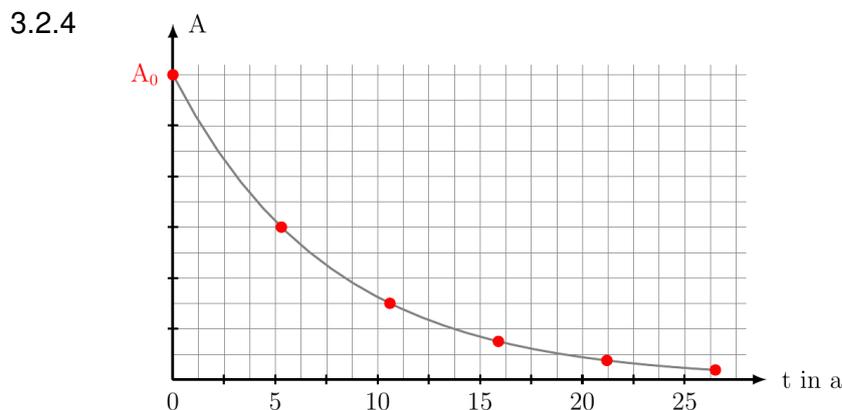


3.2.1 ${}^{60}_{27}\text{Co} \rightarrow {}^{60}_{28}\text{Ni} + {}^0_{-1}\text{e} + \gamma + \text{Energie}$

3.2.2 β -Strahlung würde von einem wenige Millimeter dicken Stahlblech (fast) vollständig abgeschirmt, so dass der Detektor keine Änderung der Impulsrate in Abhängigkeit von der Schichtdicke erfassen könnte.

3.2.3
$$H = 40 \frac{\text{mSv}}{\text{h}} \cdot \frac{4}{60} \text{ h} \qquad H = 2,7 \text{ mSv}$$

Bei einem Aufenthalt von vier Minuten wird die Strahlendosis nicht überschritten.



3.2.5
$$A(t) = A_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} \qquad A(180 \text{ d}) = A_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{180 \text{ d}}{5,3 \cdot 365 \text{ d}}} \qquad A(180 \text{ d}) = 0,94 \cdot A_0$$

Die Aktivität des Präparats hat auf 94 Prozent abgenommen.

B
E
K

K

K

B
K

B
E

K

E



Gesamtdauer
120 Minuten

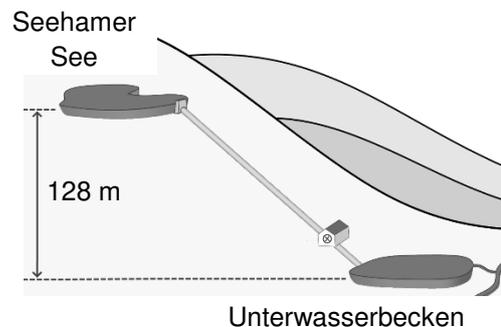
Physik

Nachtermin

Energie

C4

4.1.0 Das rechts schematisch dargestellte Leitzachwerk 2 ist ein Pumpspeicherkraftwerk, das den Seehamer See mit einem 128 m tiefer liegenden Unterwasserbecken an der Mangfall verbindet.



4.1.1 Beschreiben Sie die Energieumwandlungen im Pumpbetrieb.

4.1.2 Durch das Kraftwerk wird in Spitzenzeiten über die beiden Turbinen zusammen eine maximale Nutzleistung von 49,2 MW in das Netz eingespeist. Dabei fließen durch jede Turbine $77,8 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ Wasser pro Stunde. Berechnen Sie in diesem Fall den Wirkungsgrad des Kraftwerks.

4.1.3 Der jährliche Bedarf an elektrischer Energie eines Vier-Personen-Haushaltes beträgt 14,4 GJ. Das Kraftwerk aus 4.1.0 stellt im Jahr insgesamt rund $56,1 \cdot 10^6 \text{ kWh}$ an elektrischer Energie zur Verfügung. Ermitteln Sie die Anzahl derartiger Haushalte, für die diese bereitgestellte Energie ausreichen würde.

4.1.4 Pumpspeicherkraftwerke sind eine einfache Möglichkeit, überschüssige elektrische Energie über einen längeren Zeitraum zu speichern. Nennen Sie zwei weitere grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten, überschüssige elektrische Energie zu speichern.

4.2.0 Eine Photovoltaikanlage besteht aus drei Solarmodulen ($\eta = 16,8 \%$). In ihnen wird die Strahlungsenergie der Sonne in elektrische Energie umgewandelt. Mithilfe von Wechselrichtern ($\eta = 0,98$) wird die entstandene Gleichspannung in Wechselspannung umgewandelt und für die Energieversorgung bereitgestellt.



$$A_{\text{ges}} = 4,92 \text{ m}^2$$
$$\eta_{\text{Solarmodul}} = 16,8 \%$$

4.2.1 In einer Region beträgt die jährliche Sonnenscheindauer durchschnittlich 1700 h bei einer Strahlungsleistung von 1,0 kW pro Quadratmeter. Berechnen Sie die von der Photovoltaikanlage pro Jahr bereitgestellte elektrische Energie.

4.2.2 Nennen Sie drei Vorteile der Energieversorgung durch Solarmodule.

Abschlussprüfung 2021

an den Realschulen in Bayern



Lösungsvorschlag

Physik

Nachtermin

Energie

C4

Lösungen entsprechend dem Unterricht

4.1.1	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">elektrische Energie</div> → Pumpen → <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">kinetische und potenzielle Energie des Wassers</div> → Rohrleitung → <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">potenzielle Energie des Wassers im Speichersee</div>	K
4.1.2	$E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$ $E_{\text{pot}} = 77,8 \cdot 10^6 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 128 \text{ m}$ $E_{\text{pot}} = 97,7 \text{ GJ}$	E
	$P_{\text{zu}} = \frac{E_{\text{pot}}}{t}$ $P_{\text{zu}} = \frac{97,7 \text{ GJ}}{3600 \text{ s}}$ $P_{\text{zu}} = 27,1 \text{ MW}$	
	$\eta = \frac{P_{\text{nutz}}}{2 \cdot P_{\text{zu}}}$ $\eta = \frac{49,2 \text{ MW}}{2 \cdot 27,1 \text{ MW}}$ $\eta = 90,8 \%$	
4.1.3	$E_{\text{Haushalt}} = 14,4 \cdot 10^3 \cdot \frac{1000}{3600} \text{ kWh}$ $E_{\text{Haushalt}} = 4,00 \text{ MWh}$	E
	$n = \frac{E_{\text{Kraftwerk}}}{E_{\text{Haushalt}}}$ $n = \frac{56,1 \cdot 10^6 \text{ kWh}}{4,00 \cdot 10^3 \text{ kWh}}$ $n = 14,0 \cdot 10^3$	
4.1.4	<ul style="list-style-type: none"> • Speicherung in Akkumulatoren <ul style="list-style-type: none"> ○ Batterien in Elektroautos ○ Stationäre Batteriespeicher • Erzeugung von Wasserstoff durch Elektrolyse (Power-to-gas) • Erwärmung von Wasser (saisonale Wärmespeicher) • Speicherung in geänderten Aggregatzustand (z. B. Verflüssigung von Salz) 	
4.2.1	<p>zugeführte Strahlungsenergie:</p> $E_{\text{zu}} = 4,92 \text{ m}^2 \cdot 1,0 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \cdot 1700 \text{ h}$ $E_{\text{zu}} = 8,4 \text{ MWh}$	E
	<p>nutzbare elektrische Energie:</p> $E_{\text{nutz}} = 8,4 \text{ MWh} \cdot 0,168 \cdot 0,98$ $E_{\text{nutz}} = 1,4 \text{ MWh}$	
4.2.2	<ul style="list-style-type: none"> • Solarzellen emittieren keine Schadstoffe während des Betriebes. • Solarzellen nutzen die Sonnenstrahlung als kostenlosen, unerschöpflichen Energieträger. • Solarzellen sind wartungsarm und weitgehend verschleißfrei. • Solarzellen arbeiten lautlos. • Solarzellen dienen der dezentralen Energieversorgung (Wegfall von Energie-transport über weite Strecken). 	B K