

Abschlussprüfung 2019

an den Realschulen in Bayern



Gesamtprüfungsdauer
120 Minuten

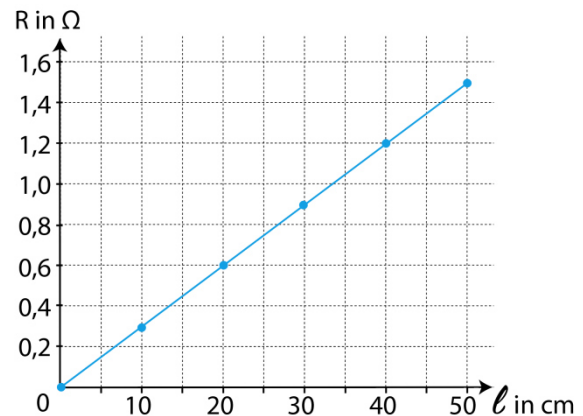
Physik

Haupttermin

Elektrizitätslehre I

A1

- 1.1.0 Auf einer Modelleisenbahnanlage wird eine Bahnsteigseite mit drei baugleichen Leuchtdioden (2,0 V | 40 mW) beleuchtet. Diese sind zusammen mit einem Vorwiderstand R_V in einem unverzweigten Stromkreis an eine 16 V-Gleichspannungsversorgung angeschlossen.
- 1.1.1 Zeichnen Sie die dazugehörige Schaltskizze.
- 1.1.2 Begründen Sie, warum zum Betrieb der drei in Reihe geschalteten LEDs ein Vorwiderstand notwendig ist.
- 1.1.3 Berechnen Sie den Wert des Vorwiderstandes R_V , wenn die LEDs mit ihrer Nennspannung betrieben werden.
- 1.1.4 Berechnen Sie den Wirkungsgrad dieser Schaltung.
- 1.1.5 Erklären Sie das Entstehen der ladungsträgerarmen Zone am pn-Übergang einer LED mithilfe der Modellvorstellung.
- 1.2.0 In einem Versuch wird für einen Konstantendraht der elektrische Widerstand in Abhängigkeit von der Drahtlänge untersucht. Nebenstehendes Diagramm zeigt die grafische Auswertung des Versuchs.
- 1.2.1 Formulieren Sie das Versuchsergebnis.
- 1.2.2 Berechnen Sie mithilfe des Diagramms die Querschnittsfläche des verwendeten Konstantendrahts.
- 1.2.3 Der Versuch aus 1.2.0 wird mit einem Konstantendraht mit doppeltem Durchmesser wiederholt. Beschreiben Sie die Änderung der Widerstandswerte bei gleicher Drahtlänge. Begründen Sie Ihre Aussage.





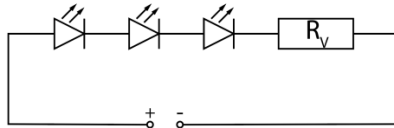
Lösungsvorschlag

Physik

HauptterminElektrizitätslehre IA1

Lösungen entsprechend dem Unterricht

1.1.1



K

1.1.2

- Bei einer Reihenschaltung teilt sich die Gesamtspannung der Spannungsversorgung auf die Einzelwiderstände auf.
- Ohne Vorwiderstand würde somit an jeder der drei baugleichen LEDs eine Spannung von 5,3 V anliegen.
- Diese Spannung liegt deutlich über der Nennspannung (2,0 V) der LEDs und würde zu einer Beschädigung der LEDs führen.
- An einem geeigneten Vorwiderstand fällt so viel Spannung ab, dass an den LEDs die Nennspannung anliegt.

K

1.1.3

$$I = \frac{P_{LED}}{U_{LED}} \qquad I = \frac{0,040 \text{ W}}{2,0 \text{ V}} \qquad I = 0,020 \text{ A}$$

E

$$U_V = U_{ges} - 3 \cdot U_{LED} \qquad U_V = 16 \text{ V} - 3 \cdot 2,0 \text{ V} \qquad U_V = 10 \text{ V}$$

$$R_V = \frac{U_V}{I} \qquad R_V = \frac{10 \text{ V}}{0,020 \text{ A}} \qquad R_V = 0,50 \text{ k}\Omega$$

1.1.4

$$P_{nutz} = 3 \cdot P_{LED} \qquad P_{nutz} = 3 \cdot 0,040 \text{ W} \qquad P_{nutz} = 0,12 \text{ W}$$

E

$$P_{zu} = U_{ges} \cdot I \qquad P_{zu} = 16 \text{ V} \cdot 0,020 \text{ A} \qquad P_{zu} = 0,32 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_{nutz}}{P_{zu}} \qquad \eta = \frac{0,12 \text{ W}}{0,32 \text{ W}} \qquad \eta = 0,38$$

1.1.5

- An der Kontaktfläche zwischen n- und p-dotierten Halbleitern rekombinieren die freien Elektronen aus der n-dotierten Schicht mit den Elektronenfehlstellen (Defektelektronen, Löchern) aus der p-dotierten Schicht.
- Die Dichte der frei beweglichen Ladungsträger wird dadurch in der Grenzschicht geringer (Ausbildung einer ladungsträgerarmen Zone).

K

1.2.1

$$R \sim \ell$$

K

1.2.2

aus dem Diagramm entnommene Werte, z. B.: $\ell = 40 \text{ cm}$; $R = 1,2 \Omega$

E

$$A = \frac{\rho \cdot \ell}{R} \qquad A = \frac{0,50 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 0,40 \text{ m}}{1,2 \Omega} \qquad A = 0,17 \text{ mm}^2$$

1.2.3

- Bei doppeltem Durchmesser ist die Querschnittsfläche ($A = \pi \cdot r^2$) des zweiten Drahtes viermal so groß.
- Wegen der indirekten Proportionalität von R und A beträgt der Wert des Widerstandes (bei gleicher Länge) nur noch ein Viertel des ursprünglichen Widerstandswertes.

K
E



Gesamtprüfungsdauer
120 Minuten

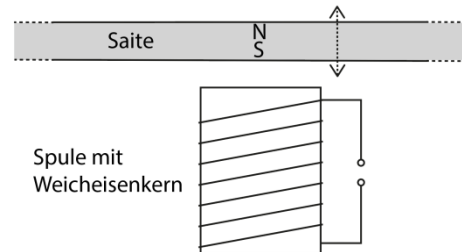
Physik

Haupttermin

Elektrizitätslehre II

A2

- 2.1.0 Bei einem Tonabnehmer eines Musikinstruments schwingt eine magnetisierte Saite über einer Spule mit Weicheisenkern. Diese wandelt die Schwingungen der Saite in elektrische Signale um, mit deren Hilfe Töne erzeugt werden.



- 2.1.1 Erklären Sie, wieso durch die schwingende Saite eine Spannung zwischen den Anschlüssen der Spule entsteht.
- 2.1.2 Der oben skizzierte Tonabnehmer ist störanfällig. Sind in der Nähe stromdurchflossene, magnetisch schlecht abgeschirmte Spulen am Haushaltsnetz angeschlossen, kann es zu Brummgeräuschen am Lautsprecher („Netzbrummen“) kommen. Erklären Sie die Entstehung solcher Brummgeräusche.
- 2.2.0 Eine Konzerthalle wird über eine 10 kV-Hochspannungsleitung mit elektrischer Energie versorgt. Die Hochspannung wird am Gebäude durch einen Transformator ($\eta = 0,95$) auf die Netzspannung von 230 V heruntertransformiert.
- 2.2.1 Nennen Sie drei Ursachen dafür, dass der Wirkungsgrad eines Transformators stets kleiner als 1 ist.
- 2.2.2 Bei einem Konzert wird eine maximale Nutzleistung von 380 kW benötigt. Berechnen Sie die hierfür benötigte Primärstromstärke.
- 2.2.3 Ein Bühnentechniker schließt einen Scheinwerfer (230 V | 4,4 A) über ein Verlängerungskabel ($R_{\text{Kabel}} = 3,0 \Omega$) an. Bestätigen Sie durch Rechnung, dass in diesem Fall die tatsächliche Stromstärke im Scheinwerfer nur 4,2 A beträgt.
- 2.2.4 Berechnen Sie die elektrische Leistung, die aufgrund der Erwärmung des Verlängerungskabels aus 2.2.3 zum Betrieb des Scheinwerfers nicht mehr zur Verfügung steht.

Abschlussprüfung 2019

an den Realschulen in Bayern



Lösungsvorschlag

Physik

Haupttermin

Elektrizitätslehre II

A2

Lösungen entsprechend dem Unterricht

- | | | |
|-------|---|--------|
| 2.1.1 | <ul style="list-style-type: none"> • Schwingt die Saite, so ändert sich das Magnetfeld im Weicheisenkern und in der ihn umgebenden Spule zeitlich. • In der Folge wird zwischen den Anschlüssen der Spule eine Spannung induziert. | K |
| 2.1.2 | <ul style="list-style-type: none"> • Die in Geräten (z. B. Elektromotoren, Leuchtstoffröhren oder Computernetzgeräten) enthaltenen, von Wechselstrom (Haushaltsstromkreis: $f = 50 \text{ Hz}$) durchflossenen Spulen erzeugen ein sich zeitlich änderndes Magnetfeld im Raum. • Dieses Magnetfeld durchsetzt die Spule des Tonabnehmers und induziert dort eine Wechselspannung mit der gleichen Frequenz. • Die entstehenden Ströme werden im Verstärker in akustische Signale umgewandelt und führen am Lautsprecher zu sogenanntem „Netzbrummen“. | K
E |
| 2.2.1 | <ul style="list-style-type: none"> • Erwärmung der Spulendrähte bei Stromfluss (ohmscher Widerstand) • Erwärmung des Weicheisenkerns durch Wirbelströme • Erwärmung des Weicheisenkerns durch ständiges Ummagnetisieren • Auftreten von magnetischen Streufeldern | |
| 2.2.2 | $P_p = \frac{P_s}{\eta} \qquad P_p = \frac{380 \text{ kW}}{0,95} \qquad P_p = 0,40 \text{ MW}$ | E |
| | $I_p = \frac{P_p}{U_p} \qquad I_p = \frac{0,40 \text{ MW}}{10 \text{ kV}} \qquad I_p = 40 \text{ A}$ | |
| 2.2.3 | $R_{SW} = \frac{U_{SW}}{I_{SW}} \qquad R_{SW} = \frac{230 \text{ V}}{4,4 \text{ A}} \qquad R_{SW} = 52 \Omega$ | E |
| | $R_{ges} = R_{SW} + R_{Kabel} \qquad R_{ges} = 52 \Omega + 3,0 \Omega \qquad R_{ges} = 55 \Omega$ | |
| | $I = \frac{U_{ges}}{R_{ges}} \qquad I = \frac{230 \text{ V}}{55 \Omega} \qquad I = 4,2 \text{ A}$ | |
| 2.2.4 | $P_{th} = R_{Kabel} \cdot I^2 \qquad P_{th} = 3,0 \Omega \cdot (4,2 \text{ A})^2 \qquad P_{th} = 53 \text{ W}$ | E |

Abschlussprüfung 2019

an den Realschulen in Bayern



Gesamtprüfungsdauer
120 Minuten

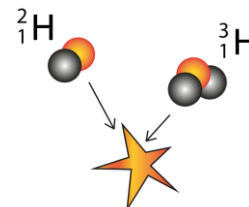
Physik

Haupttermin

Atom- und Kernphysik

A3

3.1.0 In einem Kernfusionsreaktor verschmelzen die Atomkerne der beiden Wasserstoffisotope Deuterium (H-2) und Tritium (H-3) miteinander.



3.1.1 Beschreiben Sie den Unterschied der beiden Wasserstoffisotope im Kernaufbau.

3.1.2 Bei der Fusion der beiden Wasserstoffisotope entsteht ein neuer Atomkern und ein Neutron wird freigesetzt. Formulieren Sie die vollständige Kernreaktionsgleichung.

3.1.3 In einem Kernfusionsreaktor findet die Kernverschmelzung bei einer Temperatur von über 100 Millionen Grad Celsius statt. Die kinetische Energie der Wasserstoffisotope ist dabei so hoch, dass ihre Kerne zusammenstoßen können. Erklären Sie mithilfe der auftretenden Kräfte, weshalb sich zwei Wasserstoffisotope nur bei dieser extrem hohen Temperatur verschmelzen lassen.

3.1.4 Beim radioaktiven Zerfall von Tritium kann keine α -Strahlung auftreten. Begründen Sie.

3.1.5 Beschreiben Sie die beim β -Zerfall stattfindenden Vorgänge im Atomkern.

3.2.0 In einem Experiment wird für das Isotop Radon-222 (Rn-222) die Impulsrate in Abhängigkeit von der Zeit t ermittelt. Dabei werden nach jeweils 20 Stunden für eine Zeitdauer von einer Minute die Impulse gezählt. Es ergeben sich folgende bereits um den Nulleffekt korrigierte Messwerte:

t in h	0	20	40	60	80	100	120	140
Impulsrate in min^{-1}	850	732	628	540	465	400	342	295

3.2.1 Erklären Sie, was man unter dem Nulleffekt versteht.

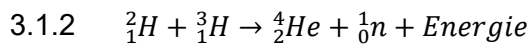
3.2.2 Werten Sie die Messwertetabelle grafisch aus und entnehmen Sie dem Diagramm die Zeit, nach der die Impulsrate um 20 % gesunken ist.

3.2.3 Rn-222 hat eine Halbwertszeit von 3,8 Tagen. Berechnen Sie die im Experiment nach zwei Wochen zu erwartende Impulsrate.



Lösungen entsprechend dem Unterricht

3.1.1 Der Deuterium-Atomkern enthält ein Neutron weniger als der Tritium-Atomkern.



K

- 3.1.3
- Damit die Kernfusion stattfindet, müssen die beiden Kerne so nah zusammen kommen, dass die zur Verschmelzung notwendigen kurzreichweitigen, anziehenden Kernkräfte wirken können.
 - Da die Atomkerne positiv geladen sind, wirken zwischen den Kernen abstoßende elektrische Kräfte, deren Reichweite größer ist als die der Kernkräfte.
 - Erst bei extrem hohen Temperaturen besitzen die Kerne ausreichend kinetische Energie, um einen hinreichend kleinen Abstand zu erlangen, damit die anziehenden Kernkräfte die elektrisch abstoßenden Kräfte überwiegen.

K

- 3.1.4
- α -Strahlung besteht aus (positiv geladenen) Heliumkernen, die jeweils aus zwei Protonen und zwei Neutronen zusammengesetzt sind.
 - Da ein Tritiumkern aus einem Proton und zwei Neutronen besteht, kann er kein α -Teilchen (α -Strahlung) aussenden.

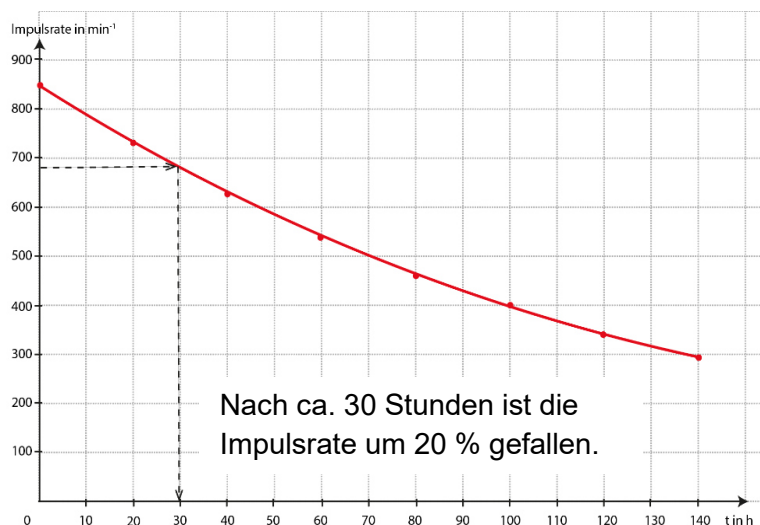
K

- 3.1.5
- Im Atomkern wandelt sich ein Neutron in ein Proton und in ein Elektron um.
 - Das Proton verbleibt im Atomkern. Das Elektron verlässt den Kern mit hoher kinetischer Energie.

3.2.1 Unter dem Nulleffekt versteht man die Impulsrate, die bei Abwesenheit der eigentlich zu messenden Strahlung auftritt.

K

3.2.2



K

3.2.3
$$A(t) = A_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$

$$A(14 d) = 850 \text{ min}^{-1} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{14 d}{3,8 d}} \quad A(14 d) = 66 \text{ min}^{-1}$$

E

Abschlussprüfung 2019

an den Realschulen in Bayern



Gesamtprüfungsdauer
120 Minuten

Physik

Haupttermin

Energie

A4

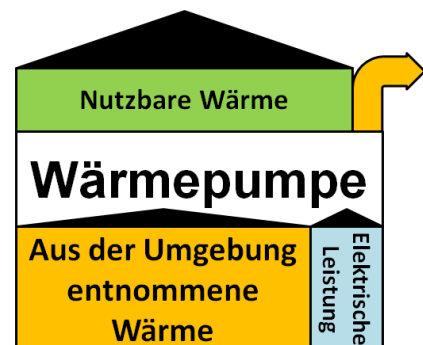
- 4.0 Ein Schwimmbecken wird von Mai bis September so beheizt, dass die Wassertemperatur 29 °C beträgt. Um die Energieabgabe an die Umgebung auszugleichen, muss das Wasser täglich um durchschnittlich $2,0\text{ °C}$ erwärmt werden.
Wassertiefe: 150 cm, Länge: 14,00 m, Breite: 8,00 m
- 4.1 Das Wasser wird mit einem elektrischen Durchlauferhitzer ($\eta = 0,88$) erwärmt.
Berechnen Sie die täglichen Kosten bei einem Preis von 28 ct pro kWh.
[Zwischenergebnis: $W_{\text{el}} = 0,44\text{ MWh}$]
- 4.2 Bei der Bereitstellung der elektrischen Energie werden $0,56\text{ kg CO}_2$ pro kWh freigesetzt. Ein Mittelklassewagen emittiert im Jahr durchschnittlich $2,0\text{ t CO}_2$.
Vergleichen Sie die jährliche CO_2 -Emission durch das Heizen des Wassers während einer Saison (138 Tage) mit der eines Mittelklassewagens.
- 4.3 Die für das tägliche Heizen des Wassers benötigte thermische Energie von $0,39\text{ MWh}$ kann auch mithilfe von Sonnenkollektoren ($\eta = 0,55$) bereitgestellt werden. Die Strahlungsleistung der Sonne beträgt durchschnittlich $1,0\text{ kW pro m}^2$, die Sonne scheint im Mittel 6,8 Stunden am Tag.
Berechnen Sie die nötige Kollektorfläche.
- 4.4 Zur Erwärmung des Wassers werden in vielen Bädern Blockheizkraftwerke verwendet, die aufgrund von Kraft-Wärme-Kopplung einen hohen Wirkungsgrad besitzen.
Erklären Sie, was man unter Kraft-Wärme-Kopplung versteht.
- 4.5 Alternativ kann zur Heizung des Pools auch eine Wärmepumpe eingesetzt werden.

Wärmepumpen entziehen der Umgebung (z. B. Grundwasser, Boden oder Luft) Wärme und geben diese als nutzbare Wärme ab. Ein Elektromotor dient als Antrieb der Wärmepumpe (siehe Flussdiagramm rechts).

Auf der Wärmepumpe findet man folgende Angaben:

- Zugeführte elektrische Motorleistung: $1,0\text{ kW}$
- Nutzbare Heizleistung: $4,5\text{ kW}$

Ein Verkäufer berechnet daraus einen „Wirkungsgrad“ von 4,5. Dieser berechnete „Wirkungsgrad“ ist physikalisch nicht sinnvoll. Begründen Sie mithilfe des Flussdiagramms.



Abschlussprüfung 2019

an den Realschulen in Bayern



Lösungsvorschlag

Physik

Haupttermin

Energie

A4

Lösungen entsprechend dem Unterricht

4.1 $m = \rho \cdot V$ $m = 1,0 \frac{kg}{dm^3} \cdot 140,0 dm \cdot 80,0 dm \cdot 15,0 dm$ $m = 1,7 \cdot 10^5 kg$ **E**

$W_{th} = c \cdot m \cdot \Delta\vartheta$ $W_{th} = 4,18 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C} \cdot 1,7 \cdot 10^5 kg \cdot 2,0 ^\circ C$ $W_{th} = 1,4 GJ$

$W_{el} = \frac{W_{th}}{\eta}$ $W_{el} = \frac{1,4 GJ}{0,88}$ $W_{el} = 1,6 GJ$

$W_{el} = 1,6 \cdot 10^3 MJ \cdot \frac{1 h}{3600 s}$ $W_{el} = 0,44 MWh$

$K = 4,4 \cdot 10^2 kWh \cdot 0,28 \frac{\text{€}}{kWh}$ $K = 1,2 \cdot 10^2 \text{€}$

4.2 $m_{CO_2} = 4,4 \cdot 10^2 \frac{kWh}{d} \cdot 138 d \cdot 0,56 \frac{kg}{kWh}$ $m_{CO_2} = 34 t$ **E**

$n = \frac{34 t}{2,0 t}$ $n = 17$ **B**

Die CO₂-Emission durch das Heizen des Wassers ist 17-mal so hoch wie die durchschnittliche Emission eines Mittelklassewagens.

4.3 $W_{zu} = \frac{W_{th}}{\eta}$ $W_{zu} = \frac{0,39 MWh}{0,55}$ $W_{zu} = 0,71 MWh$ **E**

$A = \frac{0,71 \cdot 10^3 kWh}{6,8 h \cdot 1,0 \frac{kW}{m^2}}$ $A = 1,0 \cdot 10^2 m^2$

4.4 Die bei der Bereitstellung von elektrischem Strom anfallende Abwärme wird nicht an die Umgebung abgegeben (entwertet), sondern z. B. für Heizzwecke oder Bereitstellung von warmem Wasser genutzt. **K**

4.5 Der Energieerhaltungssatz gilt nur im abgeschlossenen System. Bei der Wärmepumpe wird der Umgebung Wärme entnommen. Zusätzlich wird durch die Wärmepumpe Energie entwertet. Beides müsste im abgeschlossenen System mitbetrachtet werden. **K**

Bei der Berechnung des „Wirkungsgrades“ ist die aus der Umgebung entnommene Wärme nicht berücksichtigt. **B**

Abschlussprüfung 2019

an den Realschulen in Bayern



Gesamtprüfungsdauer
120 Minuten

Physik

Haupttermin

Elektrizitätslehre I

B1

- 1.1.0 In einer Messreihe wird der elektrische Widerstand R von Drähten gleichen Materials und gleicher Länge in Abhängigkeit vom Leiterquerschnitt A gemessen. Dabei ergeben sich folgende Wertepaare:

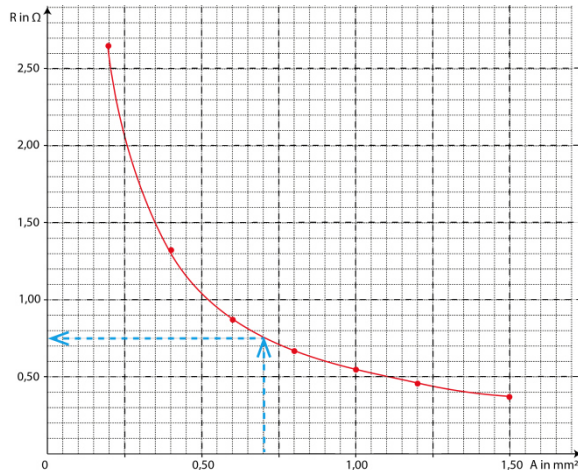
A in mm^2	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50
R in Ω	2,64	1,32	0,87	0,66	0,54	0,45	0,36

- 1.1.1 Werten Sie die Messreihe grafisch aus.
- 1.1.2 Bestimmen Sie anhand des Diagramms aus 1.1.1 den Widerstand eines Drahtes mit einer Querschnittsfläche von $0,70 \text{ mm}^2$.
- 1.1.3 Ein 25 m langer Draht hat eine Querschnittsfläche von $0,25 \text{ mm}^2$ und einen Widerstand von $2,70 \Omega$.
Bestimmen Sie mithilfe einer Rechnung, aus welchem Material der Draht bestehen könnte.
- 1.2.0 In einem Glätteisen sind zwei Heizwiderstände ($R_1 = 1,7 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 3,0 \text{ k}\Omega$) parallel zueinander geschaltet. Mithilfe eines Schalters S_1 wird das Glätteisen eingeschaltet. Zur Änderung der Heizleistung ist in der Parallelschaltung ein Schalter S_2 mit R_2 in Reihe geschaltet.
- 1.2.1 Das Glätteisen ist an das Haushaltsnetz angeschlossen.
Fertigen Sie ein passendes Schaltbild an.
- 1.2.2 Berechnen Sie die maximale Leistung dieses Glätteisens.
- 1.2.3 In einem Frisörsalon sollen gleichzeitig ein Glätteisen ($P = 48 \text{ W}$), ein Heizlüfter ($P = 600 \text{ W}$) und ein Fön ($U = 230 \text{ V}$; $I = 8,0 \text{ A}$) im selben Stromkreis betrieben werden. Dieser Stromkreis ist mit einer 16 A -Sicherung geschützt. Prüfen Sie rechnerisch, ob die Sicherung auslöst.



Lösungen entsprechend dem Unterricht

1.1.1
1.1.2



Aus dem Diagramm:

- 1.1.1 Form des Graphen
Vermutung:
Hyperbelast, also indirekte Proportionalität
- 1.1.2 Bei einer Querschnittsfläche von 0,70 mm² beträgt der Widerstand etwa 0,75 Ω.

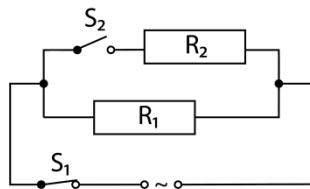
K
E

1.1.3 $\rho = \frac{R \cdot A}{\ell}$ $\rho = \frac{2,70 \Omega \cdot 0,25 \text{ mm}^2}{25 \text{ m}}$ $\rho = 0,027 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$

E

Der Draht könnte aus Aluminium bestehen.

1.2.1



K

1.2.2 $\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ $\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{1,7 \text{ k}\Omega} + \frac{1}{3,0 \text{ k}\Omega}$ $R_{ges} = 1,1 \text{ k}\Omega$

E

$I_{max} = \frac{U}{R_{ges}}$ $I_{max} = \frac{230 \text{ V}}{1,1 \text{ k}\Omega}$ $I_{max} = 0,21 \text{ A}$

$P_{max} = U \cdot I_{max}$ $P_{max} = 230 \text{ V} \cdot 0,21 \text{ A}$ $P_{max} = 48 \text{ W}$

1.2.3 $P_{Fön} = U \cdot I$ $P_{Fön} = 230 \text{ V} \cdot 8,0 \text{ A}$ $P_{Fön} = 1,8 \text{ kW}$

E

$P_{ges} = 48 \text{ W} + 1,8 \text{ kW} + 600 \text{ W}$ $P_{ges} = 2,4 \text{ kW}$

$I = \frac{P_{ges}}{U}$ $I = \frac{2,4 \text{ kW}}{230 \text{ V}}$ $I = 10 \text{ A}$

Die 16 A-Sicherung löst nicht aus.

Abschlussprüfung 2019

an den Realschulen in Bayern



Gesamtprüfungsdauer
120 Minuten

Physik

Haupttermin

Elektrizitätslehre II

B2

- 2.1.0 Auf Bild 1 ist eine Balkenwaage zu sehen, die es ermöglicht, den Unterschied zweier Massen sehr genau zu bestimmen. Zur Dämpfung der Schwingungen ist auf einer Seite ein Bügel aus Aluminium angebracht, der sich berührungsfrei durch ein Magnetfeld bewegt (Bilder 2 und 3).
- 2.1.1 Erklären Sie die Funktionsweise dieser Schwingungsdämpfung.
- 2.1.2 Nennen Sie zwei Maßnahmen, wie diese Schwingungsdämpfung verstärkt werden kann.
- 2.2.0 Ein Wasserkraftwerk versorgt ein Industriegebiet mit elektrischer Energie. Die einfache Länge der Übertragungsleitung ist 22 km. Der Generator des Wasserkraftwerks stellt eine Leistung von 49 MW bei einer Stromstärke von 3,2 kA zur Verfügung. Mithilfe eines Transformators ($\eta_1 = 0,98$) wird die Spannung auf 110 kV hochtransformiert.
- 2.2.1 Zeigen Sie durch Rechnung, dass die Stromstärke in der Übertragungsleitung 0,44 kA beträgt.
- 2.2.2 Auf der Übertragungsstrecke wird für Hin- und Rückleitung je ein 9,0 mm dickes Kupferkabel verwendet.
Bestätigen Sie rechnerisch, dass die elektrisch nicht mehr nutzbare Leistung durch Erwärmung der gesamten Übertragungsleitung 2,3 MW beträgt.
- 2.2.3 Im Versorgungsgebiet wird die Hochspannung mithilfe eines Niederspannungstransformators ($\eta_2 = 0,96$) auf 230 V heruntertransformiert.
Berechnen Sie die Nutzleistung, die dem Netz im Industriegebiet entnommen werden kann.
- 2.2.4 Berechnen Sie den Gesamtwirkungsgrad der Energieübertragung vom Generator bis zum Industriegebiet.

Abschlussprüfung 2019

an den Realschulen in Bayern



Lösungsvorschlag

Physik

Haupttermin

Elektrizitätslehre II

B2

Lösungen entsprechend dem Unterricht

2.1.1	<ul style="list-style-type: none"> • Das Magnetfeld durchsetzt den Aluminiumbügel teilweise. • Beim Ein-/Austritt des Aluminiums in das/aus dem Magnetfeld ändert sich das den Bügel durchsetzende Magnetfeld in diesen Bereichen. • Dadurch werden in der Aluplatte Wirbelströme induziert. • Diese sind nach der Regel von Lenz so gerichtet, dass ihr Magnetfeld der Ursache entgegenwirkt. • Die Schwingungen werden gedämpft. 	K
2.1.2	<ul style="list-style-type: none"> • stärkeres Magnetfeld <ul style="list-style-type: none"> ○ stärkerer Magnet ○ geringerer Abstand der Magnetpole • dickere Aluminiumplatte 	K
2.2.1	$P_{\text{nutz}} = \eta_1 \cdot P_{\text{zu}} \quad P_{\text{nutz}} = 0,98 \cdot 49 \text{ MW} \quad P_{\text{nutz}} = 48 \text{ MW}$ $I = \frac{P_{\text{nutz}}}{U} \quad I = \frac{48 \text{ MW}}{110 \text{ kV}} \quad I = 0,44 \text{ kA}$	E
2.2.2	$R = \rho \cdot \frac{\ell}{A} \quad R = 0,017 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{2 \cdot 22 \cdot 10^3 \text{ m}}{(4,5 \text{ mm})^2 \cdot \pi} \quad R = 12 \Omega$ $P_{\text{th}} = R \cdot I^2 \quad P_{\text{th}} = 12 \Omega \cdot (0,44 \text{ kA})^2 \quad P_{\text{th}} = 2,3 \text{ MW}$	E
2.2.3	$P_{2, \text{ Trafo}} = 48 \text{ MW} - 2,3 \text{ MW} \quad P_{2, \text{ Trafo}} = 46 \text{ MW}$ $P_{\text{nutz}} = \eta_2 \cdot P_{\text{zu}} \quad P_{\text{nutz}} = 0,96 \cdot 46 \text{ MW} \quad P_{\text{nutz}} = 44 \text{ MW}$	E
2.2.4	$\eta_{\text{ges}} = \frac{P_{\text{nutz}}}{P_{\text{zu}}} \quad \eta_{\text{ges}} = \frac{44 \text{ MW}}{49 \text{ MW}} \quad \eta_{\text{ges}} = 0,90$	E

Abschlussprüfung 2019

an den Realschulen in Bayern



Gesamtprüfungsdauer
120 Minuten

Physik

Haupttermin

Atom- und Kernphysik

B3

- 3.1.0 Im Jahr 2017 wurde der Fundort des sogenannten Löwenmenschen in der Nähe von Ulm zum UNESCO-Weltkulturerbe erklärt. Der Löwenmensch, eine kleine Figur aus Elfenbein, gehört zu den ältesten Kunstwerken der Menschheit.
- 3.1.1 Mithilfe der C-14-Methode wurde das Alter des Löwenmenschen bestimmt.
Beschreiben Sie diese Methode zur Altersbestimmung.
- 3.1.2 Neben dem Löwenmenschen wurden auch Bronzenägel gefunden. Kann auch deren Alter mit der C-14-Methode bestimmt werden?
Begründen Sie Ihre Antwort.
- 3.1.3 Die Aktivität des im Elfenbein enthaltenen C-14 ($T = 5730 \text{ a}$) hat im Vergleich zu lebenden Organismen um 97,3 % abgenommen.
Berechnen Sie das Alter des verwendeten Elfenbeins.
- 3.2.0 In einigen Kernreaktoren werden Mischoxid-Brennelemente verwendet, in denen das spaltbare Isotop Plutonium-239 (Pu-239) enthalten ist. Dieses fängt ein Neutron ein und zerfällt anschließend in das Strontiumisotop-94 (Sr-94), einen weiteren Kern sowie zwei freie Neutronen. Während des Reaktorbetriebs führt dies zu einer kontrollierten Kettenreaktion.
- 3.2.1 Formulieren Sie die beiden Kernreaktionsgleichungen.
- 3.2.2 Zum Abschalten des Kernreaktors, z. B. für Wartungsarbeiten, muss dieser heruntergefahren werden.
Erläutern Sie, wie die Kettenreaktion in einem Kernreaktor kontrolliert unterbrochen werden kann.
- 3.3.0 Alle Kernkraftwerke in Deutschland sollen bis 2022 abgeschaltet werden. Bis zu ihrem endgültigen Abbau wird die Strahlung der radioaktiven Bauteile regelmäßig gemessen. Dabei muss der Nulleffekt berücksichtigt werden.
- 3.3.1 Erklären Sie, was man unter dem Nulleffekt versteht, und geben Sie seine wesentlichen Ursachen an.
- 3.3.2 Bei einer Probe eines radioaktiv belasteten Bauteils soll im Labor bestimmt werden, ob dieses neben α - und β - auch γ -Strahlung aussendet.
Beschreiben Sie eine Möglichkeit, nur die γ -Strahlung nachzuweisen.

Abschlussprüfung 2019

an den Realschulen in Bayern



Lösungsvorschlag

Physik

Haupttermin

Atom- und Kernphysik

B3

Lösungen entsprechend dem Unterricht

- 3.1.1
- Lebende Organismen nehmen über den Stoffwechsel auch das radioaktive Kohlenstoffisotop C-14 auf.
 - Durch Aufnahme und Zerfall von C-14 stellt sich ein Gleichgewichtszustand ein, sodass dessen Konzentration im lebenden Organismus nahezu konstant bleibt.
 - Stirbt der Organismus, so wird die Aufnahme von C-14 gestoppt.
 - Die C-14-Kerne zerfallen im Laufe der Zeit.
 - Aufgrund des anteiligen C-14-Gehalts der Probe im Vergleich zu lebenden Organismen kann mithilfe der Halbwertszeit und des Zerfallsgesetzes das Alter der Probe bestimmt werden.
- 3.1.2
- Das Alter der Bronzenägel kann nicht bestimmt werden, da diese aus Metall bestehen. Für eine Altersbestimmung mit der C-14-Methode wird jedoch organisches Material benötigt.
- 3.1.3
- $$t = T \cdot \log_{0,5} \frac{A(t)}{A_0} \qquad t = 5730 \text{ a} \cdot \log_{0,5} 0,027 \qquad t = 30 \cdot 10^3 \text{ a}$$
- 3.2.1
- $${}_{94}^{239}\text{Pu} + {}_0^1n \rightarrow {}_{94}^{240}\text{Pu}$$
- $${}_{94}^{240}\text{Pu} \rightarrow {}_{38}^{94}\text{Sr} + {}_{56}^{144}\text{Ba} + 2 \cdot {}_0^1n + \text{Energie}$$
- 3.2.2
- Um die Kettenreaktion zu beenden, werden die Steuer- bzw. Regelstäbe vollständig zwischen die Brennstäbe eingefahren.
 - Diese absorbieren freie Neutronen.
 - Dadurch stehen immer weniger freie Neutronen für Kernspaltungen zur Verfügung.
 - Der Reaktor fährt herunter.
- 3.3.1
- Unter dem Nulleffekt versteht man die Impulsrate, die bei Abwesenheit der eigentlich zu messenden Strahlung auftritt.
 - Sie ist im Wesentlichen auf ständig vorhandene natürliche (terrestrische und kosmische Strahlung) und/oder künstliche Strahlenquellen zurückzuführen.
- 3.3.2
- Eine ca. 5 mm dicke Aluminiumplatte zwischen Bauteil und Geiger-Müller-Zählrohr absorbiert α - und β -Strahlung. γ -Strahlung wird nicht absorbiert.
 - Schickt man die Strahlung senkrecht zu den Feldlinien durch ein homogenes Magnetfeld, so wird die α - und β -Strahlung gemäß der UVW-Regel in entgegengesetzte Richtungen abgelenkt, γ -Strahlung wird im Magnetfeld nicht abgelenkt.

In beiden Fällen erhält man mit dem Geiger-Müller-Zählrohr eine Impulsrate, die deutlich über dem Nulleffekt liegt, wenn γ -Strahlung ausgesendet wird.

Abschlussprüfung 2019

an den Realschulen in Bayern



Gesamtprüfungsdauer
120 Minuten

Physik

Haupttermin

Energie

B4

- 4.0 In einem Wohnmobil ist ein Campingkühlschrank eingebaut, der entweder mit Strom oder mit Gas betrieben werden kann. Der Kühlschrank ist im Durchschnitt 20 Stunden am Tag in Betrieb.
- Betriebsdaten des Kühlschranks:
- Leistungsaufnahme im 230 V-Betrieb: 130 W
Leistungsaufnahme im Gasbetrieb: 470 W
- 4.1 Während eines 14-tägigen Urlaubs wird der Kühlschrank an das 230 V-Netz des Campingplatzes angeschlossen. Zeigen Sie rechnerisch, dass für seinen Betrieb Kosten von 16 € anfallen, wenn eine Kilowattstunde elektrische Energie mit 0,45 € abgerechnet wird.
- 4.2 Zeigen Sie durch Rechnung, dass 5,1 kg Propangas (Heizwert: $93 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$) nötig wären, um den Kühlschrank 14 Tage ausschließlich mit Gas zu betreiben.
- 4.3 Ein Kilogramm Propangas kostet 1,45 €. Bestimmen Sie rechnerisch die kostengünstigere der beiden Betriebsarten aus 4.1 und 4.2.
- 4.4 Zur Versorgung mit elektrischer Energie soll eine Photovoltaikanlage mit Akku ($\eta_{\text{gesamt}} = 0,16$) auf dem Dach des Wohnmobils verwendet werden. Dazu ist die Montage von Photovoltaikerelementen mit einer Fläche von jeweils $0,53 \text{ m}^2$ geplant. Zur Bestimmung der Anzahl der benötigten Photovoltaikerelemente wird eine Strahlungsleistung der Sonne von durchschnittlich $1,0 \text{ kW}$ pro Quadratmeter angenommen. Berechnen Sie die benötigte Anzahl von Photovoltaikerelementen, um den Kühlschrank (täglicher Energiebedarf: $2,6 \text{ kWh}$) während des Urlaubs bei einer durchschnittlichen Sonnenscheindauer von $7,0$ Stunden pro Tag zu betreiben.
- 4.5 Nennen Sie zwei Vorteile des Kühlschrankbetriebs mittels einer Photovoltaikanlage im Vergleich zu den übrigen Betriebsarten.

Abschlussprüfung 2019

an den Realschulen in Bayern



Lösungsvorschlag

Physik

Haupttermin

Energie

B4

Lösungen entsprechend dem Unterricht

4.1 Benötigte elektrische Energie des Kühlschranks:

$$E_{el} = P_{el} \cdot t \qquad E_{el} = 130 \text{ W} \cdot 14 \text{ d} \cdot 20 \frac{\text{h}}{\text{d}} \qquad E_{el} = 36 \text{ kWh}$$

Kosten Elektrobetrieb: $K_{el} = 36 \text{ kWh} \cdot 0,45 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \qquad K_{el} = 16 \text{ €}$

E

4.2 Benötigte Energie des Kühlschranks im Gasbetrieb:

$$E_{Gas} = P_{Gas} \cdot t \qquad E_{Gas} = 470 \text{ W} \cdot 14 \text{ d} \cdot 20 \frac{\text{h}}{\text{d}} \cdot 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} \qquad E_{Gas} = 0,47 \text{ GJ}$$

Benötigte Masse: $m_{Gas} = \frac{0,47 \cdot 10^3 \text{ MJ}}{93 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}} \qquad m_{Gas} = 5,1 \text{ kg}$

E

4.3 Kosten Gasbetrieb: $K_{Gas} = 5,1 \text{ kg} \cdot 1,45 \frac{\text{€}}{\text{kg}} \qquad K_{Gas} = 7,4 \text{ €}$

E
B

Der Gasbetrieb ist deutlich günstiger als der Elektrobetrieb.

4.4 Nutzleistung eines Photovoltaikelements:

$$P_{PV} = 0,16 \cdot 1,0 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \cdot 0,53 \text{ m}^2 \qquad P_{PV} = 85 \text{ W}$$

Elektrische Energie, die durch ein Photovoltaikelement bereitgestellt wird:

$$E_{PV} = P_{PV} \cdot t \qquad E_{PV} = 85 \text{ W} \cdot 7,0 \text{ h} \qquad E_{PV} = 0,60 \text{ kWh}$$

Anzahl n der benötigten Photovoltaikelemente:

$$n = \frac{2,6 \text{ kWh}}{0,60 \text{ kWh}} \qquad n = 4,3$$

E
K

Es sind fünf Photovoltaikelemente notwendig.

- 4.5
- CO₂-neutraler Betrieb
 - keine laufenden Kosten für Energie
 - unabhängig von Ladestationen und Verkaufsstellen