

# Abschlussprüfung 2019

an den Realschulen in Bayern



Gesamtprüfungsdauer  
120 Minuten

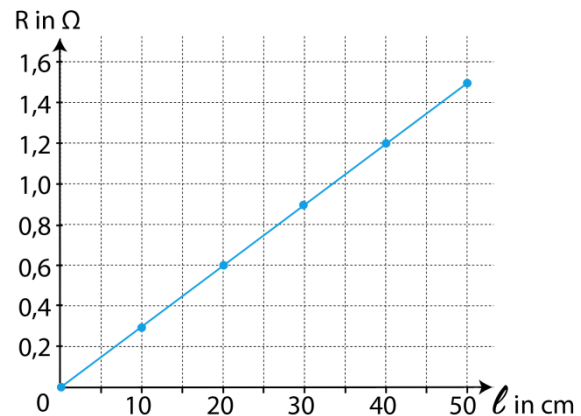
## Physik

Haupttermin

Elektrizitätslehre I

A1

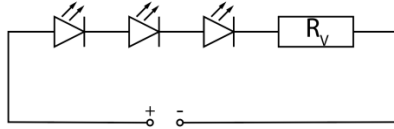
- 1.1.0 Auf einer Modelleisenbahnanlage wird eine Bahnsteigseite mit drei baugleichen Leuchtdioden (2,0 V | 40 mW) beleuchtet. Diese sind zusammen mit einem Vorwiderstand  $R_V$  in einem unverzweigten Stromkreis an eine 16 V-Gleichspannungsversorgung angeschlossen.
- 1.1.1 Zeichnen Sie die dazugehörige 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. Nebstehendes 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.





## 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

$$I = \frac{P_{LED}}{U_{LED}}$$

$$I = \frac{0,040 \text{ W}}{2,0 \text{ V}}$$

$$I = 0,020 \text{ A}$$

E

$$U_V = U_{ges} - 3 \cdot U_{LED}$$

$$U_V = 16 \text{ V} - 3 \cdot 2,0 \text{ V}$$

$$U_V = 10 \text{ V}$$

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

$$R_V = \frac{10 \text{ V}}{0,020 \text{ A}}$$

$$R_V = 0,50 \text{ k}\Omega$$

1.1.4

$$P_{nutz} = 3 \cdot P_{LED}$$

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

$$P_{nutz} = 0,12 \text{ W}$$

E

$$P_{zu} = U_{ges} \cdot I$$

$$P_{zu} = 16 \text{ V} \cdot 0,020 \text{ A}$$

$$P_{zu} = 0,32 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_{nutz}}{P_{zu}}$$

$$\eta = \frac{0,12 \text{ W}}{0,32 \text{ W}}$$

$$\eta = 0,38$$

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

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

$$A = \frac{0,50 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 0,40 \text{ m}}{1,2 \Omega}$$

$$A = 0,17 \text{ mm}^2$$

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

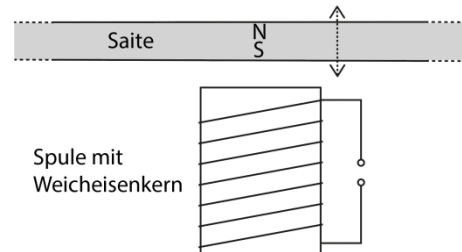
Haupttermin

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.



## Lösungen entsprechend dem Unterricht

- 2.1.1
- Schwingt die Saite, so ändert sich das Magnetfeld im Weicheisenkern und in der ihn umgebenden Spule zeitlich. **K**
  - In der Folge wird zwischen den Anschlüssen der Spule eine Spannung induziert.
- 2.1.2
- 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. **K**
  - Dieses Magnetfeld durchsetzt die Spule des Tonabnehmers und induziert dort eine Wechselspannung mit der gleichen Frequenz. **E**
  - Die entstehenden Ströme werden im Verstärker in akustische Signale umgewandelt und führen am Lautsprecher zu sogenanntem „Netzbrummen“.
- 2.2.1
- 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
- $$P_p = \frac{P_s}{\eta} \qquad P_p = \frac{380 \text{ kW}}{0,95} \qquad P_p = 0,40 \text{ MW} \qquad \textbf{E}$$
- $$I_p = \frac{P_p}{U_p} \qquad I_p = \frac{0,40 \text{ MW}}{10 \text{ kV}} \qquad I_p = 40 \text{ A}$$
- 2.2.3
- $$R_{SW} = \frac{U_{SW}}{I_{SW}} \qquad R_{SW} = \frac{230 \text{ V}}{4,4 \text{ A}} \qquad R_{SW} = 52 \, \Omega \qquad \textbf{E}$$
- $$R_{ges} = R_{SW} + R_{Kabel} \qquad R_{ges} = 52 \, \Omega + 3,0 \, \Omega \qquad R_{ges} = 55 \, \Omega$$
- $$I = \frac{U_{ges}}{R_{ges}} \qquad I = \frac{230 \text{ V}}{55 \, \Omega} \qquad I = 4,2 \text{ A}$$
- 2.2.4
- $$P_{th} = R_{Kabel} \cdot I^2 \qquad P_{th} = 3,0 \, \Omega \cdot (4,2 \text{ A})^2 \qquad P_{th} = 53 \text{ W} \qquad \textbf{E}$$

# Abschlussprüfung 2019

an den Realschulen in Bayern



Gesamtprüfungsdauer  
120 Minuten

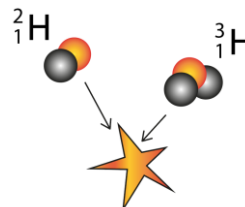
## Physik

Haupttermin

Atom- und Kernphysik

A3

- 3.1.0 In einem Kernfusionsreaktor verschmelzen die Atomkerne der beiden Wasserstoffisotope Deuterium ( ${}^2_1\text{H}$ ) und Tritium ( ${}^3_1\text{H}$ ) 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  $\alpha$ -Strahlung auftreten. Begründen Sie.
- 3.1.5 Beschreiben Sie die beim  $\beta$ -Zerfall stattfindenden Vorgänge im Atomkern.

- 3.2.0 In einem Experiment wird für das Isotop Radon-222 ( $\text{Rn-222}$ ) 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:

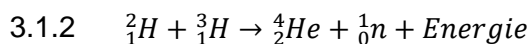
$t$ in h	0	20	40	60	80	100	120	140
Impulsrate in $\text{min}^{-1}$	850	732	628	540	465	400	342	295

- 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  $\text{Rn-222}$  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
- $\alpha$ -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  $\alpha$ -Teilchen ( $\alpha$ -Strahlung) aussenden.

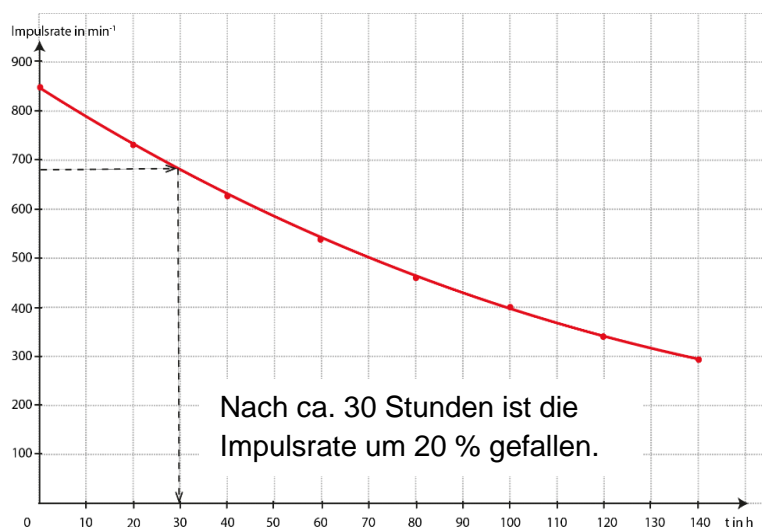
K

- 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  $A(t) = A_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$   $A(14\text{ d}) = 850\text{ min}^{-1} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{14\text{ d}}{3,8\text{ d}}}$   $A(14\text{ d}) = 66\text{ min}^{-1}$

E

# Abschlussprüfung 2019

an den Realschulen in Bayern



Gesamtprüfungsdauer  
120 Minuten

## Physik

Haupttermin

Energie

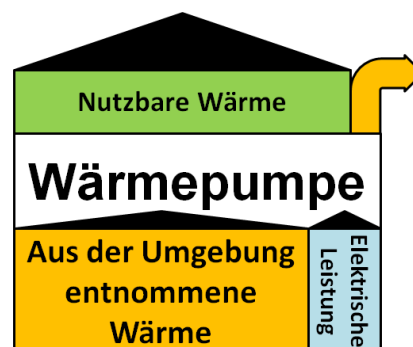
A4

- 4.0 Ein Schwimmbecken wird von Mai bis September so beheizt, dass die Wassertemperatur  $29\text{ }^{\circ}\text{C}$  beträgt. Um die Energieabgabe an die Umgebung auszugleichen, muss das Wasser täglich um durchschnittlich  $2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  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  $\text{CO}_2$ -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

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

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

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

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

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

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

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

Die CO<sub>2</sub>-Emission durch das Heizen des Wassers ist 17-mal so hoch wie die durchschnittliche Emission eines Mittelklassewagens.

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

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

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  
B

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