

# Abschlussprüfung 2022

an den Realschulen in Bayern



Gesamtprüfungsdauer  
120 Minuten

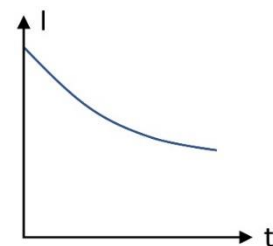
## Physik

Nachtermin

Elektrizitätslehre I

C1

- 1.1 Die Firma H.E.L.L. hat die Taschenlampe T1 im Angebot. Die Schaltung des Modells T1 ist ein unverzweigter Stromkreis mit einem Schalter, einer Glühlampe ( $P_{el} = 5,4 \text{ W}$ ) und einer  $7,0 \text{ V}$ -Gleichspannungsversorgung. Berechnen Sie die Stärke des Stroms durch die Glühlampe, wenn diese mit ihrer Nennleistung betrieben wird.
- 1.2.0 Im Nachfolgemodell T2 wird die Glühlampe durch eine LED mit Vorwiderstand ( $R_V = 190 \Omega$ ) ersetzt. Die Spannungsversorgung bleibt unverändert.
- 1.2.1 Zeichnen Sie eine Schaltskizze für die Taschenlampe aus 1.2.0.
- 1.2.2 Beim Betrieb der Taschenlampe T2 wird die LED von einem Strom der Stärke  $I = 20 \text{ mA}$  durchflossen. Berechnen Sie die an der LED anliegende Spannung.
- 1.2.3 Eine LED ist eine besondere Halbleiterdiode, die aus einem p- und einem n-dotierten Halbleiter aufgebaut ist. Beschreiben Sie, was man unter Dotierung versteht.
- 1.3.0 In einem Versuch experimentiert eine Gruppe von Schülerinnen und Schülern mit einer Glühlampe, deren Glühwendel ( $d_1 = 0,060 \text{ mm}$ ) eine Länge von  $1,0 \text{ m}$  besitzt.
- 1.3.1 Die Gruppe bestimmt den Widerstand der Glühwendel bei einer Temperatur von  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  und erhält  $R_1 = 19,8 \Omega$ . Bestimmen Sie rechnerisch das Material, aus dem die Wendel besteht.
- 1.3.2 Eine zweite Glühlampe verfügt über eine materialgleiche Wendel mit identischer Länge, jedoch einem Durchmesser von  $d_2 = 0,120 \text{ mm}$ . Sie besitzt den Widerstand  $R_2$ . Entscheiden Sie begründet, welche nachfolgende Beziehung zwischen den beiden Widerständen  $R_1$  und  $R_2$  gilt.  
(A)  $R_1 = 2 \cdot R_2$     (B)  $R_2 = 2 \cdot R_1$     (C)  $R_2 = 4 \cdot R_1$     (D)  $R_1 = 4 \cdot R_2$
- 1.3.3 In nebenstehendem qualitativen  $I(t)$ -Diagramm ist die Stromstärke  $I$  in Abhängigkeit der Zeit  $t$  kurz nach dem Einschalten der Glühlampe aus 1.3.0 abgebildet. Die Spannung bleibt dabei konstant. Erklären Sie den Verlauf des Graphen mithilfe des elektrischen Widerstands der Wendel.



# Abschlussprüfung 2022

an den Realschulen in Bayern



Gesamtprüfungsdauer  
120 Minuten

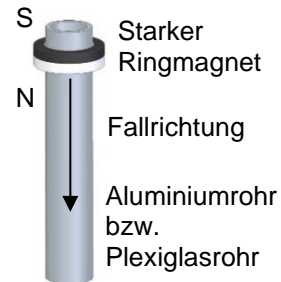
## Physik

Nachtermin

Elektrizitätslehre II

C2

- 2.1.0 In einem Versuch wird ein starker Ringmagnet mit passender Bohrung wie rechts zu sehen über ein Rohr geführt und losgelassen. Der Versuch wird zuerst mit einem Aluminiumrohr und danach mit einem Plexiglasrohr mit identischen Abmessungen durchgeführt.
- 2.1.1 Vergleichen Sie die Beobachtungen, die Sie bei den beiden Versuchsdurchführungen machen können.
- 2.1.2 Erklären Sie die Beobachtung bei Verwendung des Aluminiumrohres mithilfe der Regel von Lenz.
- 2.1.3 Nennen Sie zwei Änderungen im Versuchsaufbau, wie der bei der Verwendung des Aluminiumrohres beobachtete Effekt geschwächt werden kann.
- 2.2.0 In einem Umspannwerk wandelt ein Transformator ( $\eta_1 = 0,98$ ) die Hochspannung aus dem regionalen Netz (110 kV) in Mittelspannung (20 kV) um und stellt dabei sekundärseitig eine Leistung von  $P_s = 40$  MW zur Verfügung.
- 2.2.1 Fertigen Sie eine beschriftete Skizze des Aufbaus eines Transformators an.
- 2.2.2 Berechnen Sie die Primärstromstärke  $I_p$  des Transformators aus 2.2.0.
- 2.2.3 Erläutern Sie einen Vorteil bei der Verwendung von Hochspannung zur Übertragung von elektrischer Energie über weite Strecken.
- 2.2.4 Für die Nutzung in Haushalten muss die Mittelspannung mit einem zweiten Transformator auf 230 V heruntertransformiert werden. Bei Vernachlässigung der Energieentwertung in der Fernleitung ergibt sich für die beiden Transformatoren ein Gesamtwirkungsgrad von 92 Prozent. Bestimmen Sie den Wirkungsgrad  $\eta_2$  des zweiten Transformators.



# Abschlussprüfung 2022

an den Realschulen in Bayern



Gesamtprüfungsdauer  
120 Minuten

## Physik

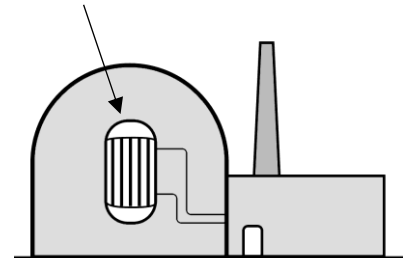
Nachtermin

Atom- und Kernphysik

C3

- 3.1.0 Bis zum Ende des Jahres 2022 werden in Deutschland schrittweise alle Kernkraftwerke vom Netz genommen. Der anschließende Rückbau eines Reaktors ist mit einer großen Strahlenbelastung für die Arbeitskräfte verbunden, weil das Material des Reaktordruckbehälters während des Betriebs durch Absorption von Neutronen selbst radioaktiv geworden ist.

Reaktordruckbehälter



- 3.1.1 Ein großer Teil der Aktivität des verstrahlten Materials beruht hierbei auf dem Isotop Kobalt-60 (Co-60), welches durch den Einfang eines Neutrons entsteht. Stellen Sie die zugehörige Kernreaktionsgleichung auf.
- 3.1.2 Dem Reaktordruckbehälter wird eine Materialprobe entnommen. Das darin enthaltene Co-60 besitzt eine Halbwertszeit von rund 5,3 Jahren und eine Aktivität von 9,6 MBq. Stellen Sie seine Aktivität  $A$  in Abhängigkeit von der Zeit  $t$  über einen Zeitraum von fünf Halbwertszeiten in einem  $A(t)$ -Diagramm grafisch dar.
- 3.1.3 Ermitteln Sie mithilfe des Diagramms aus 3.1.2 die Zeitspanne in Jahren, nach der die Aktivität von Co-60 auf 3,0 MBq gefallen ist.
- 3.1.4 Eine strahlenexponierte Arbeitskraft ( $m = 75,0$  kg) absorbiert während des Rückbaus eines Kernreaktors an jedem Arbeitstag durchschnittlich eine Energie von 0,820 mJ in Form von Neutronenstrahlung ( $q = 10$ ). Berechnen Sie, wie viele Tage die Arbeitskraft diese Tätigkeit ausüben darf, ehe sie die gesetzlich erlaubte maximale Äquivalentdosis von 20,0 mSv pro Jahr absorbiert hat.
- 3.1.5 Erläutern Sie, warum beim Zerlegen des Reaktors die Gefahr von Strahlenschäden durch das Tragen eines aluminiumbeschichteten Ganzkörperschutzanzuges und einer Atemschutzmaske verringert werden kann.
- 3.2.0 Beim Betrieb eines Kernkraftwerks findet im Reaktordruckbehälter die kontrollierte Freisetzung von Energie durch Spaltung von Kernen des Isotops Uran-235 (U-235) infolge des Einfangs thermischer Neutronen statt.
- 3.2.1 Nach dem Neutroneneinfang zerfällt ein U-235-Kern beispielsweise in das Isotop Barium-144 (Ba-144), einen weiteren Kern sowie drei schnelle Neutronen. Formulieren Sie die Kernreaktionsgleichung für diese Spaltung.
- 3.2.2 Im Reaktordruckbehälter wird meist Wasser als Moderator eingesetzt. Erläutern Sie die Aufgabe eines Moderators in einem Kernreaktor.

# Abschlussprüfung 2022

an den Realschulen in Bayern



Gesamtprüfungsdauer  
120 Minuten

## Physik

Nachtermin

Energie

C4

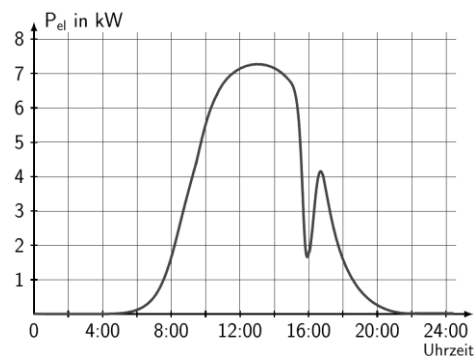
4.0 Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) werden häufig auf den Dächern von Einfamilienhäusern installiert und leisten somit einen Beitrag zur sogenannten Energiewende.

Eine solche PV-Anlage mit einer Fläche von  $36 \text{ m}^2$  hat einen Gesamtwirkungsgrad von 18 Prozent. Sie wird an einem Tag im Juli 7,5 h lang mit einer mittleren Strahlungsleistung von  $1,05 \text{ kW}$  pro  $\text{m}^2$  beschienen.

4.1 Berechnen Sie die an diesem Tag von der PV-Anlage bereitgestellte elektrische Energie.

4.2 Nennen Sie zwei Gründe, die für die Installation von PV-Anlagen auf Einfamilienhäusern sprechen.

4.3.0 In nebenstehendem, stark vereinfachtem Diagramm ist die Leistung einer PV-Anlage während eines Sommertages zu sehen.



4.3.1 Begründen Sie, weshalb die Leistung der PV-Anlage im Laufe des Vormittags zunimmt.

4.3.2 Geben Sie eine mögliche Begründung für das Absinken der elektrischen Leistung um 16:00 Uhr an.

4.3.3 Erläutern Sie einen Grund, weshalb die Kopplung der PV-Anlage mit einem Batteriespeicher aus physikalischer Sicht sinnvoll ist.

4.4.0 Für die jährliche Fahrstrecke von 11700 km ersetzt ein Elektrofahrzeug ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotor.

4.4.1 Das Fahrzeug mit Verbrennungsmotor benötigt 7,8 Liter Benzin pro 100 Kilometer. Es stößt beim Verbrennen von einem Liter Treibstoff 2320 g  $\text{CO}_2$  aus. Berechnen Sie die jährliche  $\text{CO}_2$ -Ersparnis durch den Wechsel auf das Elektrofahrzeug, wenn dessen Batterie ausschließlich mithilfe einer PV-Anlage geladen wird.

4.4.2 Die Ladestation ( $\eta = 94 \%$ ) für das Elektrofahrzeug kann außer an die PV-Anlage auch an das Verbundnetz angeschlossen werden.

Kosten pro kWh elektrischer Energie:	
aus dem Verbundnetz	32 Cent
aus der PV-Anlage	8 Cent

Beim Laden wird der Fahrzeugbatterie eine Energie von 53 kWh übertragen. Berechnen Sie die Kostenersparnis der Aufladung mit der PV-Anlage gegenüber der Aufladung über das Verbundnetz.



# Lösungsvorschlag

## Aufgabengruppe C

### Anmerkungen zur Korrektur:

Die Bewertung erfolgt durch die jeweilige Lehrkraft in eigener pädagogischer Verantwortung (Art. 52 BayEUG).

- Die Korrektur erfolgt nach eigenem Lösungsmuster entsprechend dem gehaltenen Unterricht. Die beiliegende Lösung stellt einen Vorschlag dar.
- Die Verteilung der Punkte soll in der den Schülern bekannten Art und Weise erfolgen.  
Dabei ist es nicht erforderlich, dass die vier gewählten Aufgaben gleich gewichtet werden.
- Der Notenschlüssel soll linear sein.
- Bei Diagrammen sind Maßstab, Genauigkeit und richtige Achsenwahl zu bewerten.  
Zeitlicher Aufwand und Sauberkeit bei der Diagrammerstellung sollten angemessen berücksichtigt werden. Bei Angabe von Ergebnissen sind Abweichungen im Rahmen der Zeichengenauigkeit zulässig.
- Informationen, die der Formelsammlung entnommen wurden, sollen im Allgemeinen nicht bewertet werden, es sei denn, die Zuordnung entsprechender Informationen zu einer Aufgabenstellung ist eine für die Bewertung relevante Eigenleistung.
- Zu jeder Aufgabe ist eine Zuordnung zu den Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss angegeben. Da für jede Aufgabe Fachwissen erforderlich ist, werden nur die Kompetenzbereiche **E**: Erkenntnisgewinnung, **K**: Kommunikation, **B**: Bewertung ausgewiesen.

<b><u>Matrix</u></b>	<b>Anforderungsbereich</b>			
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	
<b>Kompetenzbereich</b>	<b>Fachwissen</b>	<p><i>Wissen wiedergeben</i></p> <p>Fakten und einfache physikalische Sachverhalte reproduzieren.</p>	<p><i>Wissen anwenden</i></p> <p>Physikalisches Wissen in einfachen Kontexten anwenden, einfache Sachverhalte identifizieren und nutzen, Analogien benennen.</p>	<p><i>Wissen transferieren und verknüpfen</i></p> <p>Wissen auf teilweise unbekannte Kontexte anwenden, geeignete Sachverhalte auswählen.</p>
	<b>Erkenntnisgewinnung</b>	<p><i>Fachmethoden beschreiben</i></p> <p>Physikalische Arbeitsweisen, insb. experimentelle, nachvollziehen bzw. beschreiben.</p>	<p><i>Fachmethoden nutzen</i></p> <p>Strategien zur Lösung von Aufgaben nutzen, einfache Experimente planen und durchführen, Wissen nach Anleitung erschließen.</p>	<p><i>Fachmethoden problembezogen auswählen und anwenden</i></p> <p>Unterschiedliche Fachmethoden, auch einfaches Experimentieren und Mathematisieren, kombiniert und zielgerichtet auswählen und einsetzen, Wissen selbstständig erwerben.</p>
	<b>Kommunikation</b>	<p><i>Mit vorgegebenen Darstellungsformen arbeiten</i></p> <p>Einfache Sachverhalte in Wort und Schrift oder einer anderen vorgegebenen Form unter Anleitung darstellen, sachbezogene Fragen stellen.</p>	<p><i>Geeignete Darstellungsformen nutzen</i></p> <p>Sachverhalte fachsprachlich und strukturiert darstellen, auf Beiträge anderer sachgerecht eingehen, Aussagen sachlich begründen.</p>	<p><i>Darstellungsformen selbständig auswählen und nutzen</i></p> <p>Darstellungsformen sach- und adressatengerecht auswählen, anwenden und reflektieren, auf angemessenem Niveau begrenzte Themen diskutieren.</p>
	<b>Bewertung</b>	<p><i>Vorgegebene Bewertungen nachvollziehen</i></p> <p>Auswirkungen physikalischer Erkenntnisse benennen, einfache, auch technische Kontexte aus physikalischer Sicht erläutern.</p>	<p><i>Vorgegebene Bewertungen beurteilen und kommentieren</i></p> <p>Den Aspektcharakter physikalischer Betrachtungen aufzeigen, zwischen physikalischen und anderen Komponenten einer Bewertung unterscheiden.</p>	<p><i>Eigene Bewertungen vornehmen</i></p> <p>Die Bedeutung physikalischer Kenntnisse beurteilen, physikalische Erkenntnisse als Basis für die Bewertung eines Sachverhalts nutzen, Phänomene in einen physikalischen Kontext einordnen.</p>

# Abschlussprüfung 2022

an den Realschulen in Bayern



Lösungsvorschlag

Physik

Nachtermin

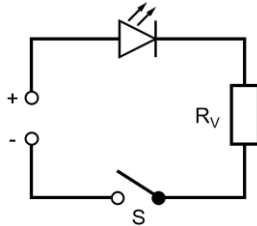
Elektrizitätslehre I

C1

## Lösungen entsprechend dem Unterricht

$$1.1 \quad I = \frac{P_{el}}{U_{ges}} \qquad I = \frac{5,4 \text{ W}}{7,0 \text{ V}} \qquad I = 0,77 \text{ A}$$

1.2.1



$$1.2.2 \quad U_V = R_V \cdot I \qquad U_V = 190 \, \Omega \cdot 0,020 \text{ A} \qquad U_V = 3,8 \text{ V}$$
$$U_{LED} = U_{ges} - U_V \qquad U_{LED} = 7,0 \text{ V} - 3,8 \text{ V} \qquad U_{LED} = 3,2 \text{ V}$$

1.2.3 Unter Dotierung versteht man die gezielte Verunreinigung reiner Halbleitermaterialien mit drei- bzw. fünfwertigen Fremdatomen zur Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit. K

$$1.3.1 \quad A = r^2 \cdot \pi \qquad A = (0,5 \cdot 0,060 \text{ mm})^2 \cdot \pi \qquad A = 0,0028 \text{ mm}^2$$
$$\rho = \frac{R \cdot A}{\ell} \qquad \rho = \frac{19,8 \, \Omega \cdot 0,0028 \text{ mm}^2}{1,0 \text{ m}} \qquad \rho = 0,055 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

Die Glühlampe besteht (vermutlich) aus Wolfram.

- 1.3.2
- Die Glühlampe der zweiten Lampe besitzt den doppelten Durchmesser und damit auch den doppelten Radius.
  - Gemäß  $A = r^2 \cdot \pi$  ist ihre Querschnittsfläche viermal so groß.
  - Nach dem Widerstandsgesetz ist der Widerstand indirekt proportional zur Querschnittsfläche, weshalb der Widerstandswert  $R_2$  nur ein Viertel des Wertes von  $R_1$  ist bzw. der Widerstandswert von  $R_1$  viermal so groß ist wie der von  $R_2$ .
  - Demzufolge ist die Beziehung (D) korrekt.
- B  
E  
K

- 1.3.3
- Kurz nach dem Einschalten der Glühlampe ist ihre Wendel kalt und ihr Widerstand niedrig.
  - Demzufolge ist die Stromstärke zu Beginn sehr hoch.
  - Durch die hohe Stromstärke nimmt die Temperatur der Glühlampe stark zu, wodurch auch ihr Widerstand ansteigt.
  - Bei konstanter Spannung nimmt die Stromstärke mit zunehmender Betriebsdauer der Wendel ab.
- E  
K

# Abschlussprüfung 2022

an den Realschulen in Bayern



Lösungsvorschlag

Physik

Nachtermin

Elektrizitätslehre II

C2

## Lösungen entsprechend dem Unterricht

2.1.1 Der Magnet gleitet am Aluminiumrohr im Vergleich zum Plexiglasrohr deutlich langsamer nach unten.

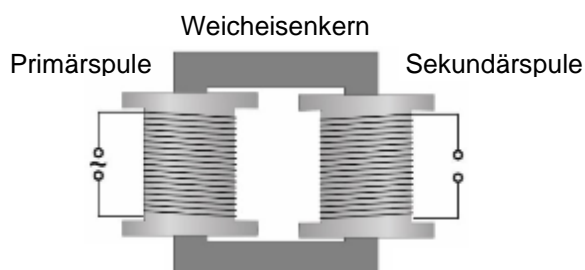
K

- 2.1.2
- Das Aluminiumrohr wird durch den fallenden Magneten von einem sich zeitlich ändernden Magnetfeld durchsetzt.
  - Dadurch werden in ihm (anders als im Plexiglasrohr) 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, wodurch der Magnet gebremst wird.

E  
K

- 2.1.3
- Verwendung eines schwächeren Ringmagneten
  - Verwendung eines Aluminiumrohres mit (Längs-)Schlitzen
  - Verwendung eines baugleichen Rohres aus einem Stoff mit einem höheren spezifischen Widerstand

2.2.1



K

2.2.2  $P_p = \frac{P_s}{\eta_1}$   $P_p = \frac{40 \text{ MW}}{0,98}$   $P_p = 41 \text{ MW}$

E

$I_p = \frac{P_p}{U_p}$   $I_p = \frac{41 \cdot 10^6 \text{ W}}{110 \cdot 10^3 \text{ V}}$   $I_p = 0,37 \text{ kA}$

- 2.2.3
- Bei Verwendung von Hochspannung zur Übertragung von elektrischer Energie pro Sekunde stellt sich im Leiter eine geringe Stromstärke ein ( $P_{el} = U \cdot I$ ).
  - Die Entwertung der elektrischen Energie pro Sekunde (thermische Leistung) hängt gemäß der Formel  $P_{th} = R \cdot I^2$  vom Quadrat der Stromstärke ab.
  - Für einen hohen Wirkungsgrad der Energieübertragung ist es folglich ratsam, die elektrische Energie bei möglichst geringer Stromstärke zu übertragen.

B  
E  
K

2.2.4  $\eta_2 = \frac{\eta_{ges}}{\eta_1}$   $\eta_2 = \frac{0,92}{0,98}$   $\eta_2 = 0,94$

E



# Abschlussprüfung 2022

an den Realschulen in Bayern



Lösungsvorschlag

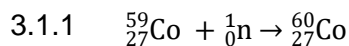
Physik

Nachtermin

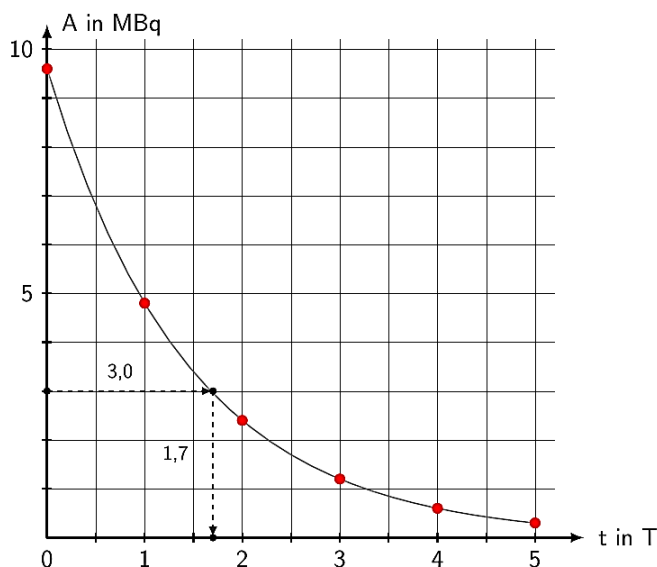
Atom- und Kernphysik

C3

## Lösungen entsprechend dem Unterricht



3.1.2  
3.1.3



3.1.3 Aus dem Diagramm:

$$t = 1,7 \cdot 5,3 \text{ a}$$

$$t = 9,0 \text{ a}$$

3.1.4

$$D = \frac{0,820 \text{ mJ}}{75,0 \text{ kg}}$$

$$D = 1,09 \cdot 10^{-5} \text{ Gy}$$

$$H = 10 \cdot 1,09 \cdot 10^{-5} \text{ Sv}$$

$$H = 1,09 \cdot 10^{-4} \text{ Sv}$$

Anzahl n der Tage:

$$n = \frac{20,0 \text{ mSv}}{1,09 \cdot 10^{-1} \text{ mSv}}$$

$$n = 183$$

Die Arbeitskraft darf sich höchstens 183 Tage am beschriebenen Arbeitsplatz aufhalten.

3.1.5

- Die aluminiumbeschichtete Kunststoffolie absorbiert die gesamte  $\alpha$ -Strahlung und je nach Dicke auch einen Großteil der  $\beta$ -Strahlung.
- Die Atemschutzmaske filtert radioaktiven Staub aus der Atemluft, so dass keine radioaktiven Staubteilchen in die Lunge gelangen und sich dort ablagern können.



3.2.2

Ein Moderator bremst die bei jeder Kernspaltung frei werdenden schnellen Neutronen, da nur langsame (thermische) Neutronen weitere Kernspaltungen auslösen können.

E  
K

K

E  
K

B  
E  
K

K

K

# Abschlussprüfung 2022

an den Realschulen in Bayern



Lösungsvorschlag

Physik

Nachtermin

Energie

C4

## Lösungen entsprechend dem Unterricht

4.1		$P_{PV} = 0,18 \cdot 1,05 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \cdot 36 \text{ m}^2$	$P_{PV} = 6,8 \text{ kW}$	E
	$E_{PV} = P_{PV} \cdot t$	$E_{PV} = 6,8 \text{ kW} \cdot 7,5 \text{ h}$	$E_{PV} = 51 \text{ kWh}$	
4.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine CO<sub>2</sub>-Emissionen während des Betriebs</li> <li>sinnvolle Nutzung der sonst ungenutzten Dachfläche</li> <li>Nutzung des regenerativen und kostenlosen Energieträgers Sonnenstrahlung</li> <li>Vergütung für Einspeisung überschüssiger elektrischer Energie</li> </ul>			K
4.3.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durch den steigenden Sonnenstand bis zur Mittagszeit wird der Einfallswinkel der Sonnenstrahlung auf die Module der PV-Anlage immer größer, wodurch die pro Quadratmeter auftreffende Strahlungsenergie ebenfalls zunimmt.</li> <li>Zudem wird der Weg der Strahlung durch die Atmosphäre mit zunehmendem Einfallswinkel immer kürzer und ein geringerer Anteil der Strahlungsenergie durch die Atmosphäre absorbiert.</li> <li>Beide Effekte führen zu einer Zunahme der Leistung der PV-Anlage im Laufe des Vormittags.</li> </ul>			K
4.3.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wolken am Himmel infolge eines Sommergewitters</li> <li>Verschattung durch umstehende Bäume bzw. umliegende Häuser verursacht durch den Winkel der Sonneneinstrahlung</li> </ul>			B
4.3.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nachts wird der Eigenbedarf nicht durch die Photovoltaikanlage abgedeckt und es muss Energie aus dem Netz bezogen werden.</li> <li>Tagsüber wird oftmals mehr Sonnenenergie in elektrische Energie umgewandelt, die nicht vollständig genutzt werden kann. Ein Speicher würde die überschüssige Energie des Tages für den nächtlichen Bedarf speichern und sie dann zur Verfügung stellen.</li> </ul>			B K
4.4.1	Benötigter Treibstoff:	$V = \frac{11700 \text{ km}}{100 \text{ km}} \cdot 7,8 \ell$	$V = 9,1 \cdot 10^2 \ell$	E
	CO <sub>2</sub> -Ersparnis:	$m = 9,1 \cdot 10^2 \ell \cdot 2320 \frac{\text{g}}{\ell}$	$m = 2,1 \text{ t}$	
4.4.2	$E_{zu} = \frac{E_{\text{nutz}}}{\eta}$	$E_{zu} = \frac{53 \text{ kWh}}{0,94}$	$E_{zu} = 56 \text{ kWh}$	B E
	Kostensparnis:	$K = (32 - 8) \frac{\text{ct}}{\text{kWh}} \cdot 56 \text{ kWh}$	$K = 13 \text{ €}$	