

10.
Klasse

Realschule MSA Bayern 2021

Physik

- Ideal für Homeschooling geeignet -

INKLUSIVE:

- ✓ Original-Prüfungen 2013 - 2020
- ✓ Ausführlichen Lösungen zu den einzelnen Prüfungen
- ✓ kostenloser Downloadbereich per QR-Code

SCAN ME



RS 10

Realschule 10. Klasse | Mittlerer Schulabschluss | Bayern

MSA 2021

2020/2021 Schuljahresplaner

September	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli
1 Di 1 Do	1 So Allerheiligen	1 Di 1 Fr Neujahr	1 Mo 5 1 Mo	9 1 Do Tag der Arbeit	1 Sa Tag der Arbeit	1 Di 1 Do Sozialwesen	1 Di 1 Do Sozialwesen	1 Di 1 Do Sozialwesen	1 Di 1 Do Sozialwesen	1 Di 1 Do Sozialwesen
2 Mi 2 Fr	2 Mo 45 2 Mi	2 Sa 2 Sa	2 Di 2 Di	2 Fr Karfreitag	2 So Karfreitag	2 Mi 2 Mi	2 Mi 2 Mi	2 Mi 2 Mi	2 Mi 2 Mi	2 Fr Werken
3 Do 3 Sa Tag der Dt. Einheit	3 Di 3 Do	3 So 3 So	3 Mi 3 Mi	3 Sa 3 Sa	3 Mo 3 Mo	18 3 Do Frühstück	3 Sa 3 Sa	3 Sa 3 Sa	3 Sa 3 Sa	3 Sa 3 Sa
4 Fr 4 So	4 Mi 4 Fr	4 Mo 1 4 Mo	4 Do 1 4 Do	4 Do 4 Do	4 So Ostern	4 Di 4 Di	4 Fr 4 Fr	4 So 4 So	4 So 4 So	4 So 4 So
5 Sa 5 Mo 41	5 Do 5 Sa	5 Di 5 Fr	5 Fr 5 Fr	5 Mo 5 Mi	5 Mo 5 Mi	5 Sa 5 Sa	5 Mo 5 Mo	5 Sa 5 Sa	5 Mo 5 Mo	27
6 So 6 Di	6 Fr 6 Fr	6 So 6 So	6 Mi Heiligabend	6 Sa 6 Sa	6 Sa 6 Sa	6 Di 6 Di	6 Do 6 Do	6 So 6 So	6 Di 6 Di	
7 Mo 37	7 Mi 7 Sa	7 Mo 50	7 Mo 50	7 Do 7 So	7 So 7 So	7 Mi 7 Fr	7 Mo 7 Mo	7 Mi 7 Mi	7 Mi 7 Mi	
8 Di 8 Do	8 So 8 So	8 Di 8 Fr	8 Mo 6	8 Mo 10	8 Do 8 Sa	8 Di 8 Di	8 Do 8 Do	8 Sa 8 Sa	8 Do 8 Do	
9 Mi 9 Fr	9 Mo 45	9 Mi 9 Sa	9 Di 9 Di	9 Fr 9 Fr	9 So Muttertag	9 Mi 9 Fr	9 Mi 9 Mi	9 Fr 9 Fr	9 Fr 9 Fr	
10 Do 10 Sa	10 Di 10 Do	10 So 10 So	10 Mi 10 Mi	10 Sa 10 Sa	10 Mo 10 Mo	10 Do 10 Do	10 Sa 10 Sa	10 Sa 10 Sa	10 Sa 10 Sa	
11 Fr 11 So	11 Mi 11 Mi	11 Mo 2	11 Do 11 Do	11 Do 11 So	11 Di 11 Di	11 Fr 11 Fr	11 So 11 So	11 So 11 So	11 So 11 So	
12 Sa 12 Mo	12 Fr 12 Do	12 Sa 12 Sa	12 Di 12 Fr	12 Fr 12 Fr	12 Mo 15 12 Mi	12 Sa 12 Mo	12 Mo 12 Mo	12 Mo 12 Mo	12 Mo 12 Mo	28
13 So 13 Di	13 Fr 13 Fr	13 So 13 So	13 Mi 13 Mi	13 Sa 13 Sa	13 Di 13 Di	13 Do Christi Himmelfahrt	13 So 13 So	13 Di 13 Di	13 Di 13 Di	
14 Mo 38	14 Mi 14 Mi	14 Sa 14 Sa	14 Mo 51	14 Do 14 So	14 So 14 So	14 Mi 14 Mi	14 Fr 14 Fr	14 Mo 14 Mo	14 Fr 14 Fr	
15 Di 15 Do	15 So 15 So	15 Di 15 Fr	15 Mo Normaltag	15 Do 15 Mo	15 Do 15 Do	15 Sa 15 Sa	15 Di 15 Di	15 Do 15 Do	15 Do 15 Do	
16 Mi 16 Fr	16 Mo 47	16 Mi 16 Mi	16 Sa 16 Di	16 Di 16 Di	16 Fr 16 So	16 Mi 16 Mi	16 Mi 16 Mi	16 Fr 16 Fr	16 Mi 16 Mi	
17 Do 17 Sa	17 Di 17 Do	17 So 17 So	17 Mi 17 Mi	17 Mi 17 Mi	17 Sa 17 Sa	17 Mo 20	17 Do 17 Do	17 Sa 17 Sa	17 Sa 17 Sa	
18 Fr 18 So	18 Mi 18 Mi	18 Fr 18 Fr	18 Mo 3	18 Do 18 Do	18 So 18 So	18 Di 18 Fr	18 Fr 18 Fr	18 So 18 So	18 So 18 So	
19 Sa 19 Mo	19 Do 19 Do	19 Sa 19 Sa	19 Di 19 Di	19 Fr 19 Fr	19 Fr 19 Fr	19 Mo 16	19 Mi 19 Mi	19 Sa 19 Sa	19 Mo 19 Mo	29
20 So 20 Do	20 Di 20 Fr	20 So 20 So	20 Mi 20 Mi	20 Sa 20 Sa	20 Sa 20 Sa	20 Di 20 Do	20 Do 20 Do	20 So 20 So	20 Di 20 Di	
21 Mo 39	21 Mi 21 Mi	21 Sa 21 Sa	21 Mo 52	21 Do 21 Do	21 So 21 So	21 Mi 21 Mi	21 Fr 21 Fr	21 Mo 21 Mo	21 Mi 21 Mi	
22 Di 22 Do	22 Fr 22 Fr	22 So 22 So	22 Di 22 Fr	22 Mo 8	22 Mo 22 Mo	22 Do 12	22 Do 22 Do	22 Sa 22 Sa	22 Di Französisch	22 Do
23 Mi 23 Fr	23 Mo 48	23 Mi 23 Mi	23 Sa 23 Sa	23 Di 23 Di	23 Fr 23 Fr	23 Mi 23 Mi	23 Fr 23 Fr	23 So Prüfung	23 Mi Deutsch	23 Fr 23 Fr
24 Do 24 Sa	24 Di 24 Di	24 Do 24 Do	24 Fr Heiligabend	24 So 24 So	24 Mi 24 Mi	24 Fr 24 Fr	24 Mi 24 Mi	24 Sa 24 Mo	24 Do Französisch	24 Sa 24 Sa
25 Fr Ende der Sommerzeit	25 Mi 25 Mi	25 Fr 1. Weihnachtstag	25 Mo 4	25 Do 25 Do	25 So 25 So	25 Di 25 Di	25 Fr Englisch	25 So 25 So	25 Fr Englisch	
26 Sa 26 Mo	26 Mo 44	26 Do 26 Do	26 Sa 26 Sa	26 Di 26 Fr	26 Fr 26 Fr	26 Mo 17	26 Mi 26 Mi	26 Sa 26 Sa	26 Mo 26 Mo	30
27 So 27 Di	27 Fr 27 Fr	27 So 27 So	27 Mi 27 Mi	27 Sa 27 Sa	27 Di 27 Di	27 Fr 27 Fr	27 Do 27 Do	27 So 27 So	27 Di 27 Di	
28 Mo 40	28 Mi 28 Mi	28 Sa 28 Sa	28 Mo 53	28 Do 28 So	28 So Beginn der Sommerzeit	28 Mi 28 Mi	28 Fr 28 Fr	28 Mo Mathe	28 Mi 28 Mi	
29 Di 29 Do	29 Do 29 Do	29 So Vorname	29 Di 29 Di	29 Fr 29 Fr	29 Mo 13	29 Do 29 Do	29 Sa 29 Sa	29 Di BwR	29 Do 29 Do	
30 Mi 30 Fr	30 Mo 49	30 Mi 30 Mi	30 Sa 30 Sa	30 Di 30 Di	30 Fr 30 Fr	30 Mi 30 Mi	30 So 30 So	30 Mi Physik	30 Fr 30 Fr	
31 Sa Reformationstag	31 Do Silvester	31 So 31 So		31 Mi 31 Mi		31 Mo 22		31 Sa 31 Sa		

Sonn- und Feiertage

Ferien

Abschlussprüfungen

**Original-Prüfungen
Physik
Realschule Bayern
2021**

erstellt

für Schülerinnen und Schüler der Realschule
Bayern mit der Wahlpflichtfächergruppe I



Vorwort

Liebe Schülerinnen, liebe Schüler,
liebe Kolleginnen, liebe Kollegen,

in diesem speziellen Prüfungsvorbereitungsbuch **Original-Prüfungen Physik Realschule Bayern 2021** sind die letzten acht zentral gestellten Originalprüfungen der Jahre 2013 bis 2020 enthalten. Dazu gibt es schülergerechte, lehrplankonforme und ausführliche Lösungen, die für den Schüler leicht verständlich und nachvollziehbar erstellt worden sind.

Dieses Prüfungsvorbereitungsbuch ist durch die ausführlichen und schülergerechten Lösungen auch eine ideale Unterstützung während der 10. Klasse in der Realschule, um sich auf die einzelnen Leistungsnachweise optimal vorzubereiten.

Hinweise

Die Abschlussprüfung 2021 findet nach Vorgaben des *Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus* am **30.06.2021** statt und dauert **120 Minuten**.

(Stand 01.09.2020 - Angaben ohne Gewähr)

Als **Hilfsmittel** ist ein elektronischer Taschenrechner und eine Formelsammlung erlaubt.

Tipps

Fangen Sie rechtzeitig an, sich auf die Abschlussprüfung vorzubereiten und arbeiten Sie kontinuierlich alte Prüfungen durch. Wiederholen Sie die einzelnen Prüfungen mehrmals, um die notwendige Sicherheit zu erlangen. Nutzen Sie den **kostenlosen Downloadbereich**, den Sie über den **QR-Code** erreichen können. Dort finden Sie weitere Übungen.

Üben Sie also, so oft Sie können.

Notenschlüssel

Der Notenschlüssel wird von der jeweiligen Schule vergeben und unterschiedlich angewandt.



Impressum

lern.de Bildungsgesellschaft mbH

Geschäftsführer: Sascha Jankovic

Fürstenrieder Str. 52

80686 München

Amtsgericht München: HRB 205623

E-Mail: kontakt@lern-verlag.de – <https://www.lern-verlag.de>
lernverlag, lern.de und cleverlag sind eingetragene Marken von Sascha Jankovic, Inhaber und Verleger.

Druck: Deutschland

Lösungen:

Sascha Jankovic, Simon Rümmler und das Team aus Pädagogen und Naturwissenschaftlern der lern.de Bildungsgesellschaft mbH.
©lern.de, ©lernverlag und ©cleverlag - Alle Rechte vorbehalten.

Trotz sorgfältiger Recherche kann es vorkommen, dass nicht alle Rechteinhaber ausfindig gemacht werden konnten. Bei begründeten Ansprüchen nehmen Sie bitte direkt mit uns Kontakt auf.

6. ergänzte Auflage ©2020 1. Druck

ISBN-Nummer: 978-3-7430-0070-4

Artikelnummer:

EAN 9783743000704

Nachweise Abbildungen/Bilder:

Alle Abbildungen/Bilder haben chronologisch folgende Nachweise und sind urheberrechtlich geschützt:

2020: ©lern.de – 2017: ©lern.de

2016: Jeweils bei jedem Bild angegeben

2015: wikipedia: ©Dbachmann (A3) ©apollo (B3), ©Mennekes (B4) ©lern.de (A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3)

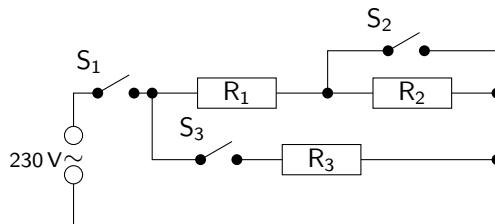
2014: wikipedia: ©Lamiot (A3), ©Bard-Offshore (A4), wikipedia: ©Luan S. R. (A4), ©dwgregory (B3), ©lern.de (A1, A2, B2, B4)

2013: ©wildkogel-arena (B4), ©lern.de (A1, A2, A3, A4, B1, B2)

Wir danken dem *Bayerischen Staatsministerium für Unterricht und Kultus* für die freundliche Genehmigung, die Originalprüfungen abdrucken zu dürfen. Die Lösungsvorschläge liegen nicht in der Verantwortung des Ministeriums.

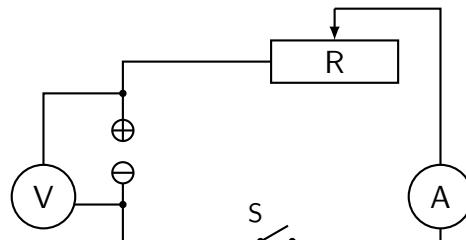
- 1.1.0 Bei Kinderärzten befinden sich oft oberhalb von Untersuchungstischen Heizstrahler, die an das Haushaltsnetz (230 V) angeschlossen sind. Durch einen Zugmechanismus werden verschiedene Schalter im Gerät betätigt, wodurch unterschiedlich hohe Heizleistungen eingestellt werden können.

In der nebenstehenden Schaltskizze sind die Heizwendeln eines Heizstrahlers als Widerstände dargestellt, deren Werte jeweils 50Ω betragen.



- 1.1.1 Die Schalter S_1 und S_3 werden geschlossen.
Zeigen Sie durch Rechnung, dass die Gesamtstromstärke 7,0 A beträgt.
- 1.1.2 Berechnen Sie die Heizleistung bei der Schalterstellung aus 1.1.1.
- 1.1.3 Wie ändert sich die Heizleistung aus 1.1.2, wenn alle drei Schalter geschlossen sind?
Begründen Sie in Worten.

- 1.2.0 In einem Versuch entsprechend nebenstehender Skizze wird der Wert des Schiebewiderstands schrittweise verringert. Dabei wird die Betriebsspannung U_B der Elektrizitätsquelle in Abhängigkeit von der Stromstärke I gemessen.



Es ergeben sich folgende Messwerte:

I in A	0,40	0,80	1,2	1,6	2,0	2,4
U_B in V	3,9	3,3	2,7	2,1	1,5	0,90

- 1.2.1 Stellen Sie die Betriebsspannung U_B in Abhängigkeit von der Stromstärke I graphisch dar.
- 1.2.2 Bestimmen Sie mit Hilfe des Diagramms aus 1.2.1 die Leerlaufspannung U_0 und die Kurzschlussstromstärke I_K .
- 1.2.3 Berechnen Sie den Wert des Innenwiderstands R_i der Elektrizitätsquelle.
- 1.2.4 Stellen Sie in einer Tabelle die im Schiebewiderstand umgesetzte Leistung P_R in Abhängigkeit von der Stromstärke I dar und werten Sie die Tabelle graphisch aus.

Elektrizitätslehre I

- 1.1.1 Die Widerstände R_1 und R_2 sind in Reihe geschalten, der resultierende Widerstand ergibt sich zu:

$$R_{1,2} = R_1 + R_2 = 50\Omega + 50\Omega = 100\Omega$$

Der Gesamtwiderstand entspricht nun einer Parallelschaltung von $R_{1,2}$ und R_3 und berechnet sich wie folgt:

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_{\text{ges}}} &= \frac{1}{R_{1,2}} + \frac{1}{R_3} \\ \iff \frac{1}{R_{\text{ges}}} &= \frac{1}{100\Omega} + \frac{1}{50\Omega} && | \cdot 100\Omega \\ \iff \frac{100\Omega}{R_{\text{ges}}} &= 1 + 2 && | \cdot R_{\text{ges}} \\ \iff 100\Omega &= 3R_{\text{ges}} && | : 3 \\ \iff R_{\text{ges}} &\approx 33\Omega \end{aligned}$$

Mithilfe des ohmschen Gesetzes $U = R \cdot I$ kann dann die Stromstärke bestimmt werden:

$$I_{\text{ges}} = \frac{U_{\text{ges}}}{R_{\text{ges}}} = \frac{230\text{V}}{33\Omega} \approx 7,0\text{A}$$

- 1.1.2 Die Heizleistung berechnet sich wie folgt:

$$P = U \cdot I = 230\text{V} \cdot 7,0\text{A} \approx 1,6\text{kW}$$

- 1.1.3 Begründung:

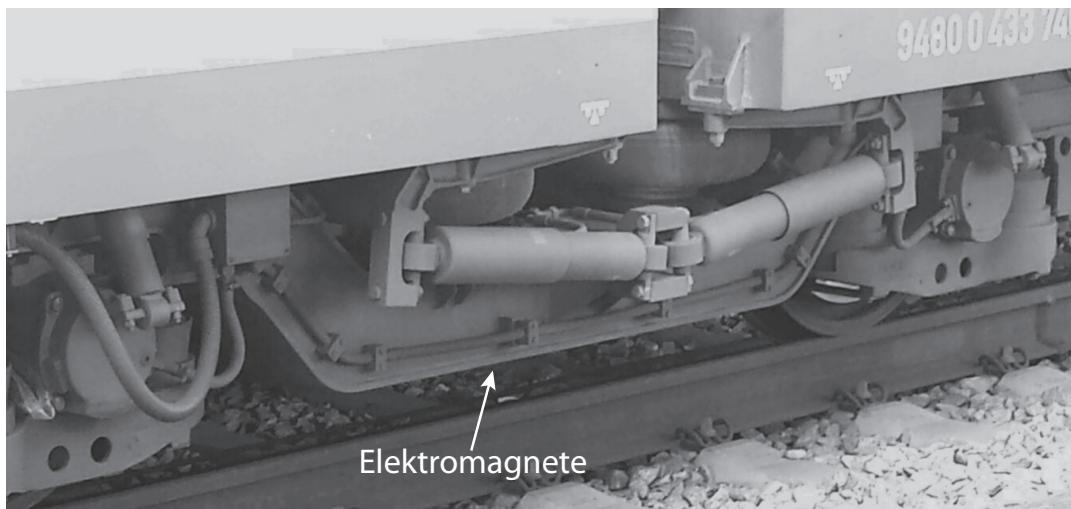
- Durch das Schließen des Schalters S_2 wird der Widerstand R_2 überbrückt, wird in der Schaltung nicht mehr beachtet und es liegt nur noch eine Parallelschaltung von R_1 und R_3 vor.
- Der Gesamtwiderstand der Schaltung sinkt, da $R_1 < R_1 + R_2$.
- Die Spannung bleibt jedoch konstant. Nach dem ohmschen Gesetz $U = R \cdot I$ wächst die Stromstärke bei sinkendem Widerstand und konstanter Spannung.
- Aus der steigenden Gesamtstromstärke resultiert eine steigende Heizleistung.

Elektrizitätslehre II

- 2.1.0 Ein Zug hat voneinander unabhängige Bremssysteme.

Bei niedrigen Geschwindigkeiten wird der Zug mit Hilfe von Scheibenbremsen abgebremst.

Bei höheren Geschwindigkeiten kommen Wirbelstrombremsen zum Einsatz.



- 2.1.1 Zum Abbremsen eines Zuges werden, wie im obigen Bild dargestellt, Elektromagnete sehr nahe an die Schienen abgesenkt.

Begründen Sie, warum der Zug dadurch abgebremst wird.

- 2.1.2 Nennen Sie zwei Maßnahmen, mit denen man die Wirkung dieser Wirbelstrombremsen verstärken kann.

- 2.1.3 Nennen Sie zwei Vorteile der Wirbelstrombremse gegenüber der Scheibenbremse.

- 2.2.0 Die von einem Generator abgegebene elektrische Leistung beträgt 160 MW. Mit Hilfe eines Transformators, der einen Wirkungsgrad von 95 % hat, wird die Generatorenspannung auf 380 kV hochtransformiert.

- 2.2.1 Berechnen Sie die Sekundärstromstärke.

[Ergebnis: $I_{\text{sekundär}} = 0,39 \text{ kA}$]

- 2.2.2 Die elektrische Energie wird nach dem Transformator über eine Fernleitung mit dem Widerstandswert $R = 35 \Omega$ übertragen.

Berechnen Sie die thermische Leistung, die zur Erwärmung der Fernleitung führt.

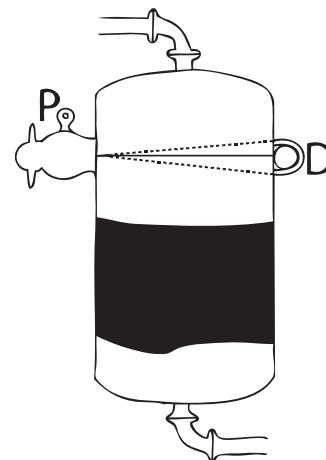
- 2.2.3 Der Wirkungsgrad eines Transformators ist stets kleiner als 100 %.

Geben Sie hierfür vier Gründe an.

Atom- und Kernphysik

- 3.0 Der in nebenstehender Skizze dargestellte Stahltank (Wandstärke fünf Millimeter) soll so befüllt werden, dass die Flüssigkeitszufuhr bei Erreichen des vorgegebenen Flüssigkeitsstandes gestoppt werden kann.

Dazu werden ein radioaktives Präparat (P) und ein Detektor (D) in der gewünschten Füllhöhe außen am Tank angebracht.



- 3.1 Beschreiben Sie die Funktionsweise dieser Messmethode.

Berührungsloses Messen
bei aggressiven Flüssigkeiten

- 3.2 Welche Strahlenart kommt für diesen Einsatz in Frage?

Begründen Sie Ihre Antwort.

- 3.3 Nennen Sie noch zwei weitere Eigenschaften dieser Strahlenart.

- 3.4 Als radioaktives Präparat verwendet man Co-60. Es zerfällt in Ni-60.

Geben Sie die Kernreaktionsgleichung für diesen Zerfall an.

- 3.5 Co-60 hat eine Halbwertszeit von 5,3 a. Beim Einbau hat der Strahler eine Aktivität von 0,50 GBq. Zur sicheren Messung muss das Präparat eine Mindestaktivität von 185 MBq aufweisen.

Berechnen Sie, nach wie vielen Jahren der Strahler ausgetauscht werden muss.

- 3.6.0 Die maximale erlaubte Jahresdosis für beruflich strahlenexponierte Personen beträgt 20 mSv. Im gesamten Berufsleben dürfen jedoch 400 mSv nicht überschritten werden. In einem Abstand von einem Meter hat der Strahler – trotz Abschirmung – pro Stunde eine durchschnittliche Äquivalentdosis von $0,40 \mu\text{Sv}$.

- 3.6.1 Wie viele Jahre dürfte sich ein Arbeiter ohne Unterbrechung in einem Meter Abstand zum Strahler höchstens aufhalten, bis er die Dosis von 400 mSv erreicht hätte?

- 3.6.2 Wie beurteilen Sie die Gefährlichkeit dieses Arbeitsplatzes hinsichtlich der Strahlenbelastung?

3.1 Funktionsweise der Messmethode:

- Ist der Sollpegel der Flüssigkeit noch nicht erreicht, so zeigt der Detektor eine bestimmte Grundaktivität an.
- Wenn die Füllhöhe erreicht ist, werden die Strahlen von der Flüssigkeit teilweise absorbiert. Die am Detektor angezeigte Aktivität ist kleiner.

3.2 Da sich das radioaktive Präparat außen am Tank befindet, würden α - und β -Strahlen durch die Tankhülle nahezu vollständig absorbiert. Demnach ist nur die Verwendung eines γ -Strahlers sinnvoll.

3.3 Weitere Eigenschaften von γ -Strahlung:

- Ausbreitung mit Lichtgeschwindigkeit
- keine Wechselwirkung mit elektrischen oder magnetischen Feldern

3.4 Cobalt Co-60 besitzt die Darstellung $^{60}_{27}\text{Co}$, Nickel Ni-60 besitzt die Darstellung $^{60}_{28}\text{Ni}$. Damit kann die folgende Zerfallsgleichung aufgestellt werden. Dabei ist zu beachten, dass die Summe Massenzahl (obere Zahl) und die Summe der Protonenzahl (untere Zahl) auf beiden Seiten der Gleichung gleich sind.



3.5 Aus dem Zerfallsgesetz folgt $A(t) = A_0 \cdot 0,5^{\frac{t}{T}}$. Daraus ergibt sich die Formel für die Zeit:

$$\begin{aligned} A(t) &= A_0 \cdot 0,5^{\frac{t}{T}} && | : A_0 \\ \iff \frac{A(t)}{A_0} &= 0,5^{\frac{t}{T}} && | \log_{0,5}() \\ \iff \log_{0,5} \frac{A(t)}{A_0} &= \frac{t}{T} && | \cdot T \\ \iff t &= T \cdot \log_{0,5} \frac{A(t)}{A_0} \end{aligned}$$

Dabei ist $T = 5,3\text{ a}$ die Halbwertszeit, $A_0 = 0,5\text{ GBq}$ die Aktivität zu Beginn und $A(t) = 185\text{ MBq} = 0,185\text{ GBq}$ die Aktivität nach einer bestimmten Zeit t . Eingesetzt in obige Formel ergibt sich die Zeit, nach welcher dieser Wert erreicht ist:

$$t = 5,3\text{ a} \cdot \log_{0,5} \frac{0,185\text{ GBq}}{0,5\text{ GBq}} = 5,3\text{ a} \cdot \log_{0,5} 0,37 \approx 7,6\text{ a}$$

3.6.1 Die Zeit ergibt sich aus dem Verhältnis der gesamten erlaubten Dosis zur gegebenen Äquivalentdosis pro Stunde:

$$t = \frac{400\text{ mSv}}{0,40\frac{\mu\text{Sv}}{\text{h}}} = 1,0 \cdot 10^6\text{ h}$$

Dies entspricht etwa einer Zeit von 110 Jahren.

3.6.2 Da die Zeitdauer, nach der der Grenzwert erreicht wird, über der durchschnittlichen Lebenszeit eines Menschen liegt, ist der Arbeitsplatz – was die Strahlenbelastung betrifft – im Normalbetrieb vermutlich ungefährlich.

Elektrizitätslehre II

2014

- 2.1.0 Beim Verpacken von Lebensmitteln wird der Inhalt oftmals mit einer Aluminiumfolie geschützt. Dazu wendet man ein Verfahren mit Induktionsversiegelung an:
Zuerst wird eine Aluminiumfolie, deren Unterseite am Rand mit einem Schmelzkleber beschichtet ist, auf die Gefäßöffnung gelegt. Anschließend nähert man eine Spule, durch die Wechselstrom fließt, ohne die Folie zu berühren. Dabei erwärmt sich die Folie so stark, dass sie mit dem Gefäß verklebt.
- 2.1.1 Begründen Sie, warum sich die Aluminiumfolie erwärmt.
- 2.1.2 Die Aluminiumfolie kann nicht durch Papier ersetzt werden. Begründen Sie dies.
- 2.2.0 Zur Übertragung elektrischer Energie über große Entfernungen werden Transformatoren verwendet.
- 2.2.1 Stellen Sie den schematischen Aufbau der elektrischen Energieübertragung von einem Generator eines Kraftwerks zu einem Versorgungsgebiet in einer Schaltskizze dar.
- 2.2.2 Der Transformator am Ende der Fernleitung aus 2.2.1 setzt die Spannung von 110 kV auf 20 kV herunter. Die Sekundärstromstärke beträgt 1,4 kA, der Wirkungsgrad des Transformators 97 %.
Berechnen Sie die Primärleistung, die diesem Transformator zugeführt wird.
[Ergebnis: $P_p = 29 \text{ MW}$]
- 2.2.3 Die thermische Leistung in der Fernleitung hat einen Wert von 2,0 MW.
Berechnen Sie den Widerstandswert der Fernleitung.
- 2.2.4 Der Transformator am Beginn der Fernleitung besitzt einen Wirkungsgrad von 98 %.
Berechnen Sie den Gesamtwirkungsgrad dieser Energieübertragung.

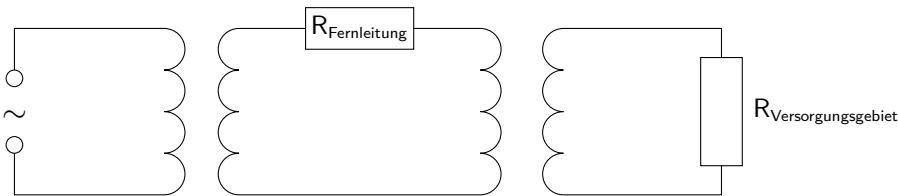


2.1.1 Begründung:

- Der Wechselstrom in der Spule bewirkt ein magnetisches Wechselfeld, dessen Stärke und Richtung sich periodisch ändern.
- Dieses magnetische Wechselfeld durchsetzt die Aluminiumfolie und induziert in dieser Wirbelströme, die eine starke Erwärmung bewirken.

2.1.2 Papier ist kein elektrischer Leiter. Es können somit keine Wirbelströme induziert werden und somit erfolgt keine Erwärmung des Papiers/Klebers.

2.2.1 In der Schaltskizze werden zwei Transformatoren gezeichnet (erster Transformator: Kraftwerk - Fernleitung, zweiter Transformator: Fernleitung - Versorgungsgebiet). Außerdem ist jeweils der Widerstand der Leitungen zu berücksichtigen.



2.2.2 Zunächst wird die Sekundärleistung aus den gegebenen Werten berechnet:

$$P_S = U_S \cdot I_S = 20 \text{ kV} \cdot 1,4 \text{ kA} = 28 \text{ MW}$$

Der Wirkungsgrad entspricht dem Verhältnis von Primär- und Sekundärleistung. Darüber kann die Primärleistung bestimmt werden:

$$P_P = \frac{P_S}{\eta} = \frac{28 \text{ MW}}{0,97} \approx 29 \text{ MW}$$

2.2.3 Um den Widerstand zu bestimmen, wird zunächst die Stromstärke bestimmt. Diese ergibt sich aus der Formel zur Berechnung der Leistung $P = U \cdot I$ zu:

$$I_{Fern} = \frac{P_P}{U_P} = \frac{29 \text{ MW}}{110 \text{ kV}} \approx 0,26 \text{ kA}$$

In die Formel zur Berechnung des Widerstandes $R = \frac{U}{I}$ wird nun die Spannung aus $P = U \cdot I$ eingesetzt. Damit kann der Widerstand ermittelt werden:

$$R_{Fern} = \frac{U_{Fern}}{I_{Fern}} = \frac{P_{Fern}}{(I_{Fern})^2} = \frac{2,0 \text{ MW}}{(0,26 \text{ kA})^2} \approx 30 \Omega$$

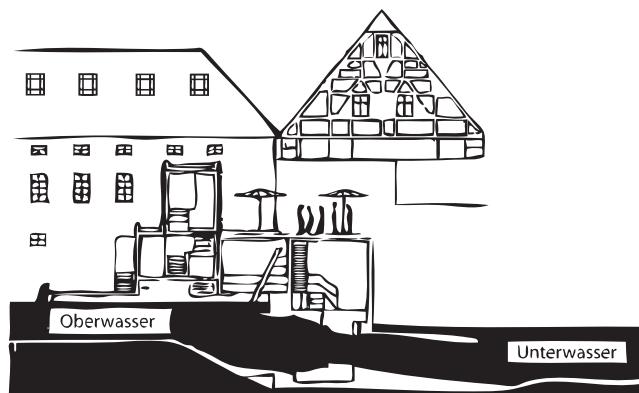
2.2.4 Zunächst wird der Wirkungsgrad der Fernleitung bestimmt:

$$\eta_{Fern} = \frac{P_P}{P_P + P_{Fern}} = \frac{29 \text{ MW}}{29 \text{ MW} + 2,0 \text{ MW}} \approx 0,94$$

Der Gesamtwirkungsgrad entspricht dem Produkt aller in der Energieübertragung vorkommenden Wirkungsgrade:

$$\eta_{ges} = \eta_1 \cdot \eta_{Fern} \cdot \eta_2 = 0,98 \cdot 0,94 \cdot 0,97 \approx 0,89$$

- 4.0 In Bamberg befindet sich an der Regnitz das Unterflurwasserkraftwerk „Obere Mühlen“. Das Besondere an diesem Laufwasserkraftwerk ist, dass es sich für Besucher der Weltkulturerbestadt kaum sichtbar unter der Wasseroberfläche befindet.



Durch die vier Turbinen strömen pro Sekunde durchschnittlich insgesamt $27,5 \text{ m}^3$ Wasser. Dabei beträgt die elektrische Leistung 300 kW. Das Wasserkraftwerk hat einen Wirkungsgrad von 85 %.

- 4.1 Berechnen Sie die Fallhöhe des Wassers beim Durchströmen der Turbinen.
- 4.2 Berechnen Sie die elektrische Energie, die das Laufwasserkraftwerk pro Jahr zur Verfügung stellt.
[Ergebnis: $E_{\text{el}} = 2,63 \text{ GWh}$]
- 4.3 Bestimmen Sie bei einem durchschnittlichen jährlichen Bedarf von 3 800 kWh pro Haushalt, wie viele Haushalte von diesem Laufwasserkraftwerk mit elektrischer Energie versorgt werden können.
- 4.4 Beschreiben Sie die Energieumwandlungen in einem Laufwasserkraftwerk bis zur Übergabe in das Verbundnetz.
- 4.5 Nennen Sie zwei Vorteile eines Laufwasserkraftwerks gegenüber einem Braunkohlekraftwerk.
- 4.6 Wind ist ein weiterer regenerativer Energieträger. Trotz vieler Vorteile der Windenergie bilden sich häufig Bürgerinitiativen gegen die Errichtung von Windparks.
Geben Sie zwei Gründe an, die gegen die Errichtung von Windparks sprechen.

Energie

- 4.1 Der Wirkungsgrad entspricht hier dem Verhältnis aus elektrischer Energie und potentieller Energie. Damit kann die potentielle Energie berechnet werden:

$$E_{\text{pot}} = \frac{E_{\text{el}}}{\eta} = \frac{300 \text{ kJ}}{0,85} \approx 0,35 \text{ MJ}$$

Für Wasser gilt aufgrund seiner Dichte: $27,5 \text{ m}^3 \triangleq 27,5 \cdot 10^3 \text{ kg}$. Mithilfe der Formel für die potentielle Energie $E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$ kann nun die Fallhöhe bestimmt werden:

$$h = \frac{E_{\text{pot}}}{m \cdot g} = \frac{0,35 \text{ MJ}}{27,5 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} \approx 1,3 \text{ m}$$

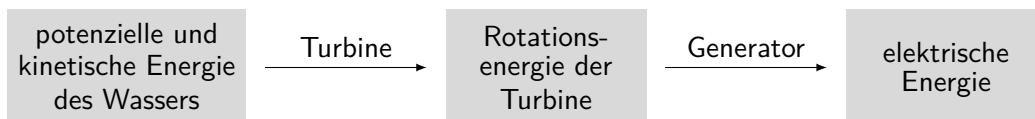
- 4.2 Leistung entspricht dem Verhältnis aus Arbeit pro Zeit. In diesem Fall ist die Arbeit die übertragene Energie, welche sich dann für ein Jahr wie folgt berechnet:

$$E_{\text{el}} = P_{\text{el}} \cdot t = 300 \text{ kW} \cdot 24 \text{ h} \cdot 365 \approx 2,63 \text{ GWh}$$

- 4.3 Die Anzahl der versorgten Haushalte ergibt sich aus dem Verhältnis der zur Verfügung gestellten Energie und der benötigten Energie pro Haushalt:

$$n = \frac{2,63 \cdot 10^6 \text{ kWh}}{3800 \text{ kWh}} \approx 692$$

- 4.4 Energieumwandlung im Laufwasserkraftwerk:



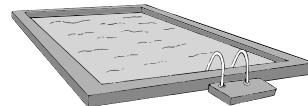
- 4.5 Mögliche Vorteile:

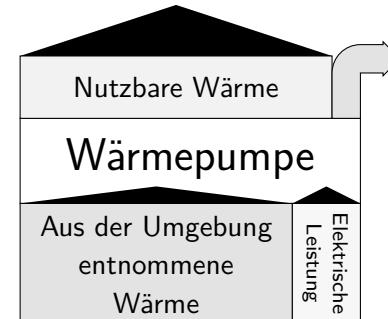
- kein CO₂-Ausstoß
- regenerativer Energieträger
- höherer Wirkungsgrad

- 4.6 Mögliche Gründe gegen die Errichtung von Windparks:

- Veränderung des Landschaftsbildes
- Eingriff in die Lebensumgebung von Tieren
- Schattenwurf von Windkraftanlagen

Energie

- 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 $2,0^{\circ}\text{C}$ 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 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 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.

- 4.1 Zunächst muss die gesamte Masse des Wassers im Becken berechnet werden. Diese ergibt sich aus der Dichte von Wasser und dem Volumen des Schwimmbeckens aus den gegebenen Maßen:

$$\rho = \frac{m}{V} \iff m = \rho \cdot V = 1,0 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot (15,0 \text{ dm} \cdot 140,0 \text{ dm} \cdot 80,0 \text{ dm}) \approx 1,7 \cdot 10^5 \text{ kg}$$

Mithilfe der spezifischen Wärmekapazität wird nun die thermische Arbeit berechnet, die benötigt wird um diese Masse Wasser um zwei Grad zu erwärmen:

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

Über den Durchlauferhitzer ergibt sich durch den Wirkungsgrad die benötigte elektrische Arbeit:

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

Um eine Referenz zum Strompreis zu bekommen wird dieser Wert noch in eine andere Einheit umgerechnet:

$$W_{\text{el}} = 1,6 \text{ GJ} = 1,6 \cdot 10^6 \text{ kJ} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \approx 444 \text{ kWh}$$

Aus dem angegebenen Strompreis ergeben sich schließlich die täglichen Kosten:

$$K = 444 \text{ kWh} \cdot 0,28 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \approx 124 \text{ €}$$

- 4.2 Für die jährliche Emission gilt mit den ermittelten Werten:

$$m_{\text{CO}_2} = 444 \text{ kWh} \cdot 0,56 \frac{\text{kg}}{\text{kWh}} \cdot 138 \approx 34312 \text{ kg} \approx 34 \text{ t}$$

Die CO₂-Emission durch das Heizen des Wassers ist also $\frac{34}{2} = 17$ -mal so hoch wie die durchschnittliche Emission eines Mittelklassewagens.

- 4.3 Über den Wirkungsgrad wird zunächst berechnet, wie viel Arbeit zugeführt werden muss:

$$\eta = \frac{W_{\text{th}}}{W_{\text{zu}}} \iff W_{\text{zu}} = \frac{0,39 \text{ MWh}}{0,55} \approx 0,71 \text{ MWh}$$

Aus der Leistung pro Fläche und der durchschnittlichen Sonnenstunden am Tag ergibt sich daraus die benötigte Fläche:

$$A = \frac{0,71 \cdot 10^3 \text{ kWh}}{6,8 \text{ h} \cdot 1,0 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}} \approx 104 \text{ m}^2$$

- 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.

- 4.5 Grundsätzlich kann ein physikalisch sinnvoller Wirkungsgrad nie größer als eins sein. Hier wurde bei der Berechnung des „Wirkungsgrades“ die aus der Umgebung entnommene Wärme nicht berücksichtigt. 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.

Elektrizitätslehre I

- 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.

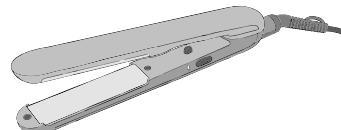


Bild: Glätteisen zum Glätten von Haaren durch Hitze

- 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.

Atom- und Kernphysik

- 3.1.0 Die Bestrahlung von bestimmten getrockneten Kräutern und Gewürzen mit Gammastrahlung ist eine in Deutschland erlaubte Methode zur Konservierung. Hierbei werden unerwünschte Mikroorganismen abgetötet, die zum Verderb der Lebensmittel führen.
- 3.1.1 Zur Bestrahlung darf laut gesetzlicher Verordnung das Radionuklid Cobalt-60 (Co-60) verwendet werden. Neben Gammastrahlung entsteht beim Zerfall von Co-60 auch Betastrahlung.
Geben Sie die vollständige Zerfallsgleichung an.
- 3.1.2 Co-60 hat eine Halbwertszeit von 5,3 Jahren. Die Strahlungsquelle muss ausgetauscht werden, wenn sich ihre Aktivität um 40 % verringert hat. Am heutigen Tag wird eine neue Strahlungsquelle eingesetzt. Berechnen Sie, in welchem Jahr diese Strahlungsquelle ersetzt werden muss.
- 3.1.3 Für Personen, die in der Nähe der Bestrahlungsanlagen arbeiten, müssen Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden.
Nennen Sie drei grundsätzliche Maßnahmen, um die Strahlenbelastung möglichst gering zu halten.
- 3.1.4 Die Strahlendosis, mit der die Kräuter bestrahlt werden, ist gesetzlich auf 10 kGy begrenzt.
Berechnen Sie, welche Energie von 80 Tonnen bestrahltem Basilikum bei dieser Strahlendosis aufgenommen wird.
- 3.2.0 In anderen Ländern ist die Verwendung von radioaktiver Strahlung zur Überprüfung des Mindestfüllstands von Saftkartons erlaubt. Diese sind korrekt gefüllt, wenn sich zwischen Strahlenquelle und Zähler Saft befindet. Die Zählrate beträgt im gezeigten Fall 200 Impulse pro Sekunde.

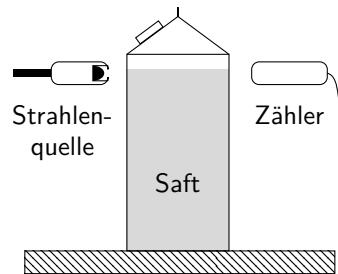
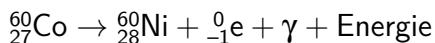


Bild ist urheberrechtlich geschützt

- 3.2.1 Beurteilen Sie die einzelnen Strahlungsarten hinsichtlich ihrer Verwendbarkeit zur Überprüfung des Mindestfüllstands.
- 3.2.2 Ein Saftkarton mit zu niedrigem Füllstand durchquert den Raum zwischen Strahlenquelle und Zähler.
Geben Sie qualitativ an, wie sich dadurch die Zählrate im Vergleich zu einem korrekt gefüllten Saftkarton ändert und begründen Sie Ihre Antwort.
- 3.2.3 Die Strahlenquelle wird aufgrund von Wartungsarbeiten ausgebaut. Trotzdem registriert der Zähler Impulse.
Begründen Sie ausführlich diese Beobachtung.

- 3.1.1 Cobalt-60 besitzt die Darstellung $^{60}_{27}\text{Co}$ und die Beta-Teilchen, also Elektronen, die Darstellung $^0_{-1}\text{e}$. Bei der Kernreaktionsgleichung ist zu beachten, dass die Summe Massenzahl (obere Zahl) und die Summe der Protonenzahl (untere Zahl) auf beiden Seiten der Gleichung gleich sind und dass außerdem Energie und Gammastrahlung frei wird.



- 3.1.2 Die Strahlungsquelle muss ersetzt werden, wenn die Aktivität um 40 % abgenommen hat, also noch 60 % Restaktivität vorhanden ist. Es ist also gesucht, nach welcher Zeit $A(t) = 0,6 \cdot A_0$ erfüllt ist.

Dafür wird das Zerfallsgesetz nach der Zeit umgeformt:

$$\begin{aligned} A(t) &= A_0 \cdot 0,5^{\frac{t}{T}} && | : A_0 \\ \Leftrightarrow \frac{0,6A_0}{A_0} &= 0,5^{\frac{t}{T}} && | \log_{0,5}(\) \\ \Leftrightarrow \log_{0,5}(0,6) &= \frac{t}{5,3 \text{ a}} && | \cdot 5,3 \text{ a} \\ \Leftrightarrow t &= \log_{0,5}(0,6) \cdot 5,3 \text{ a} \\ \Leftrightarrow t &\approx 3,9 \text{ a} \end{aligned}$$

Die Strahlungsquelle muss in 3,9 a, also im Jahr 2024 ausgetauscht werden.

- 3.1.3 Mögliche Maßnahmen:

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

- 3.1.4 Da die Strahlendosis sich gemäß $D = \frac{E}{m}$ ergibt, gilt für die aufgenommene Energie:

$$E = D \cdot m = 10 \text{ kGy} \cdot 80 \text{ t} = 10 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 80 \cdot 10^3 \text{ kg} = 0,80 \text{ GJ}$$

- 3.2.1 Eine Überprüfung ist nur möglich, wenn die Strahlung den Saftkarton auch durchquert.

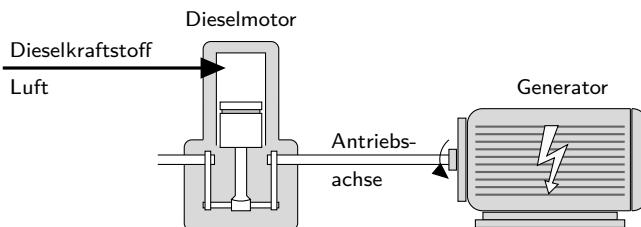
Da Alphastrahlung bereits von der Verpackung abgeschirmt würde, ist diese demnach nicht geeignet.

Beta- und Gammastrahlung können den Karton durchqueren und sind somit geeignet.

- 3.2.2 Die Zählrate würde im Vergleich zu einem korrekt gefüllten Saftkarton ansteigen. Begründung:

- In Luft wird die Strahlung weniger absorbiert als in der Flüssigkeit.
- Ist der Füllstand im Karton zu gering, durchquert die Strahlung Luft statt Flüssigkeit und wird weniger absorbiert.

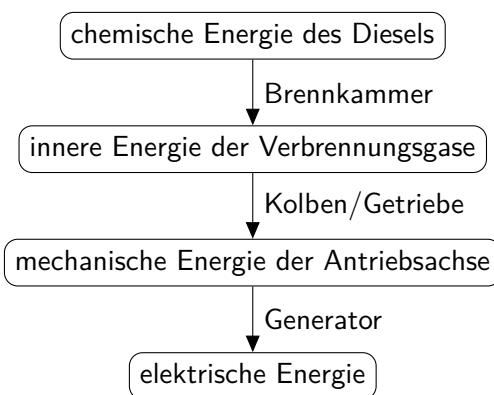
- 4.0 Bis ins Jahr 2018 wurde das Kraftwerk auf der Galapagos-Insel Isabela mit 3,0 MW elektrischer Dauerleistung ausschließlich mit Diesel betrieben.



- 4.1 Beschreiben Sie die in obigem Kraftwerk auftretenden Energieumwandlungen.
- 4.2 Zeigen Sie durch Rechnung, dass durch das Kraftwerk pro Jahr 26 GWh elektrische Energie zur Verfügung gestellt wurden.
- 4.3 Erläutern Sie, wie der Wirkungsgrad eines Wärmekraftwerkes durch Kraft-Wärme-Kopplung erhöht werden kann.
- 4.4 Seit 2018 wird das Kraftwerk aus 4.0 durch eine Photovoltaikanlage mit einer elektrischen Gesamtleistung von 1,0 MW unterstützt. Berechnen Sie die Gesamtfläche der installierten Photovoltaik-Module, wenn diese eine durchschnittliche elektrische Nutzleistung von 300 W pro Quadratmeter besitzen.
- 4.5 Nennen Sie je zwei Vorteile und Nachteile von Photovoltaikanlagen im Vergleich zu Wärmekraftwerken.
- 4.6 Berechnen Sie, wie viele Liter Diesel sich mit der Photovoltaikanlage aus 4.4 jährlich einsparen lassen, wenn die dieselbetriebene Anlage einen Wirkungsgrad von 30 % besitzt. Zur Berechnung kann von durchschnittlich 1500 Sonnenstunden pro Jahr ausgegangen werden.
(Heizwert von Diesel: $10 \frac{\text{kWh}}{\ell}$)

Energie

4.1 Energieumwandlungen:



4.2 Die zur Verfügung gestellte elektrische Energie ergibt sich aus der Nutzleistung und dem betrachteten Zeitraum von einem Jahr:

$$E_{\text{el}} = P_{\text{nutz}} \cdot t = 3,0 \text{ MW} \cdot 365 \text{ d} \cdot 24 \frac{\text{h}}{\text{d}} \approx 26 \text{ GWh}$$

4.3 Bei der Bereitstellung der elektrischen Energie fällt Abwärme an, die normalerweise an die Umgebung abgegeben wird. Im Rahmen einer Kraft-Wärme-Kopplung wird diese Abwärme stattdessen beispielsweise zum Heizen oder für Warmwasser verwendet. Damit wird weniger Energie entwertet und der Wirkungsgrad steigt.

4.4 Die Fläche ergibt sich aus der Leistung und der Nutzleistung pro Fläche:

$$A = \frac{1,0 \cdot 10^6 \text{ W}}{300 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}} \approx 3,3 \cdot 10^3 \text{ m}^2$$

4.5 Mögliche Vorteile:

- keine CO₂-Emission (im Betrieb)
- Primärenergie ist regenerativ
- Sonnenenergie steht kostenlos zur Verfügung

Mögliche Nachteile:

- tageszeitabhängig
- wetterabhängig
- hoher Flächenverbrauch

4.6 Aus der Leistung der Photovoltaikanlage und der durchschnittlichen Anzahl der Sonnenstunden pro Jahr kann zunächst die Nutzenergie der Photovoltaikanlage berechnet werden:

$$E_{\text{nutz}} = P_{\text{nutz}} \cdot t = 1,0 \text{ MW} \cdot 1500 \text{ h} = 1,5 \text{ GWh}$$

Über den Wirkungsgrad kann damit berechnet werden, wie viel Energie der Dieselgenerator für diese Nutzenergie zuführen müsste:

$$E_{\text{zu}} = \frac{E_{\text{nutz}}}{\eta} = \frac{1,5 \text{ GWh}}{0,30} = 5,0 \text{ GWh}$$

Das könnte Sie auch interessieren:



10. KLASSE

DIE PERFEKTE PRÜFUNGSVORBEREITUNG!



REALSCHULE BAYERN

- ABSCHLUSSPRÜFUNG
MATHEMATIK WPFG I ODER II/III
UND PHYSIK



**TIPPI! PRÜFUNGSVORBEREITUNG PFINGSTEN 2021 FÜR REALSCHÜLER
IN 5 TAGEN FIT WERDEN IN MATHE ODER BWR - Mehr unter <https://lern.de>**

Jetzt überall im Buchhandel oder direkt
auf <https://www.lern-verlag.de>
bestellen!

Hier wachsen kluge Köpfe



Original-Abschlussprüfungen Physik Realschule 10. Klasse Bayern 2021

- ✓ Original-Abschlussprüfungen 2013 - 2020
- ✓ Anschauliche, ausführliche und nachvollziehbare Lösungswege
- ✓ Ideal zur Vorbereitung auf einzelne Schulaufgaben geeignet
- ✓ Kostenloser Downloadbereich mit Übungen und Lösungen
- ✓ Mit Ferien- und Prüfungsplaner 2020/2021

PHYSIK - Trainer für Realschule MSA 2021

- Ideal für das SELBSTLERNEN ZU HAUSE geeignet -

Aus unserem Lernprogramm
sind viele weitere Titel erhältlich!

Hier wachsen kluge Köpfe



lernverlag[®]
www.lern-verlag.de

Bestell-Nr.:
EAN 9783743000704

Realschule 10. Klasse | Mittlerer Schulabschluss | Bayern



lern.de Bildungsgesellschaft mbH
lernverlag
Fürstenrieder Straße 52
80686 München
E-Mail: kontakt@lern-verlag.de