

Abschlussprüfung 2020

an den Realschulen in Bayern



Gesamtprüfungsdauer
120 Minuten

Physik

Nachtermin

Elektrizitätslehre I

C1

1.1.0 In einem Experiment zur Aufnahme der U-I-Kennlinie eines Aluminiumdrahtes ($d = 0,30 \text{ mm}$) wird die Stromstärke in Abhängigkeit von der Spannung gemessen.

Es ergeben sich folgende Messwerte:

U in V	0	0,40	0,90	1,20	1,60	2,20
I in mA	0	16	35	50	60	85

1.1.1 Erstellen Sie zu diesem Experiment eine Schaltskizze.

1.1.2 Stellen Sie die Stromstärke in Abhängigkeit von der Spannung grafisch dar und treffen Sie anhand des Diagramms eine begründete Aussage über den Widerstand des Drahts im gemessenen Bereich.

1.1.3 Berechnen Sie mithilfe des Diagramms aus 1.1.2 die Länge des Aluminiumdrahtes.

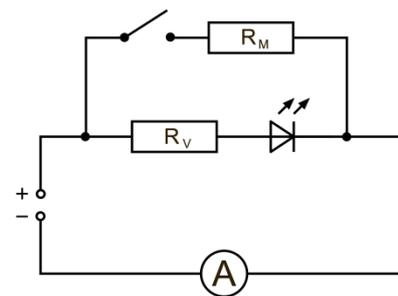
1.1.4 Skizzieren Sie in einem neuen Diagramm qualitativ den typischen Verlauf der Kennlinie eines Metalldrahtes.

1.1.5 Stellen Sie eine begründete Vermutung zum Versuchsaufbau an, weshalb nicht der bei Aluminium zu erwartende Kurvenverlauf eingetreten ist.

1.2.0 Ein elektrischer Staubsauger-Roboter wird mit 18 V betrieben.

Als Betriebszustandsanzeige dient eine LED-Lampe ($P_L = 30 \text{ mW}$). Diese ist entsprechend nebenstehender Skizze parallel zum Motor ($R_M = 4,5 \Omega$) des Staubsauger-Roboters geschaltet.

Der Schalter ist geöffnet. Das Stromstärkemessgerät zeigt eine Gesamtstromstärke von 15 mA an.



1.2.1 Berechnen Sie den Wert des notwendigen Vorwiderstands R_V der LED.

1.2.2 Bei Inbetriebnahme des Staubsaugers wird der Schalter geschlossen. Beschreiben Sie die Änderung der Gesamtstromstärke und begründen Sie Ihre Antwort.



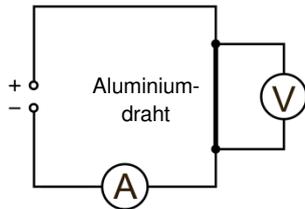
Lösungsvorschlag

Physik

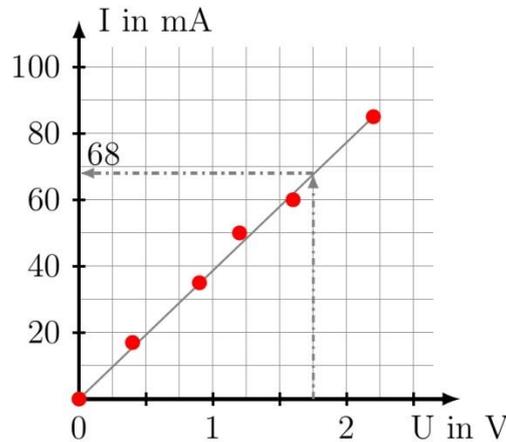
Nachtermin **Elektrizitätslehre I** C1

Lösungen entsprechend dem Unterricht

1.1.1 Schaltskizze:



1.1.2



Der Graph ist eine Ursprungsstrecke.

$$I \sim U$$

$$\Rightarrow \frac{I}{U} = \text{konstant}$$

$$\Rightarrow \frac{U}{I} = \text{konstant}$$

$$\Rightarrow R = \text{konstant}$$

1.1.3 Mithilfe des Diagramms bestimmt: z. B. (1,75 V/ 68 mA)

$$R = \frac{1,75 \text{ V}}{0,068 \text{ A}}$$

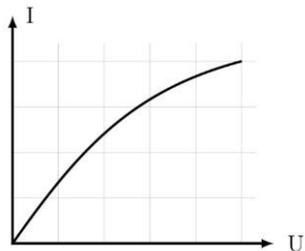
$$R = 26 \Omega$$

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

$$\ell = \frac{26 \Omega \cdot \left(\frac{0,30 \text{ mm}}{2}\right)^2 \cdot \pi}{0,027 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}}$$

$$\ell = 68 \text{ m}$$

1.1.4



1.1.5 Der Aluminiumdraht wurde während des Versuchs gekühlt, um die Temperatur des Drahtes konstant zu halten. Bei kleinen Stromstärken reicht hierzu bereits die Kühlung durch die umgebende Luft. Folglich erwärmt sich der Aluminiumdraht nicht nennenswert und der elektrische Widerstand steigt nicht wie zu erwarten mit zunehmender Spannung an.

1.2.1

$$U_L = \frac{P_L}{I}$$

$$U_L = \frac{0,030 \text{ W}}{0,015 \text{ A}}$$

$$U_L = 2,0 \text{ V}$$

$$U_V = U_{\text{ges}} - U_L$$

$$U_V = 18 \text{ V} - 2,0 \text{ V}$$

$$U_V = 16 \text{ V}$$

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

$$R_V = \frac{16 \text{ V}}{0,015 \text{ A}}$$

$$R_V = 1,1 \text{ k}\Omega$$

1.2.2

- Nach dem Schließen des Schalters liegt eine Parallelschaltung der Widerstände vor.
- Bei dieser ist der Gesamtwiderstand kleiner als der kleinste Einzelwiderstand.
- Dadurch verringert sich der Gesamtwiderstand der Schaltung ($R_{\text{ges}} < 4,5 \Omega$).
- Bei gleicher Spannung steigt folglich die Gesamtstromstärke sehr stark an.

K
K
E

E

K
K
B

E

K
B

Abschlussprüfung 2020

an den Realschulen in Bayern



Gesamtprüfungsdauer
120 Minuten

Physik

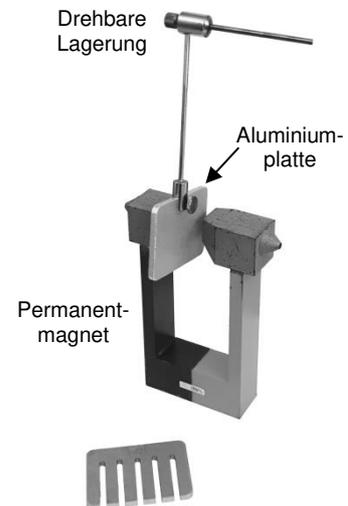
Nachtermin

Elektrizitätslehre II

C2

2.1.0 Wie im Bild rechts dargestellt schwingt eine massive Aluminiumplatte im Magnetfeld eines Permanentmagneten.

In einem Versuch wird sie ausgelenkt und losgelassen. Es lässt sich eine deutliche Abbremsung der Platte beobachten.

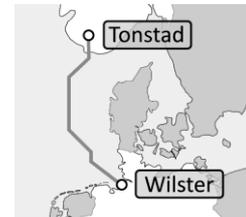


2.1.1 Erklären Sie die Beobachtung aus 2.1.0.

2.1.2 Die massive Aluminiumplatte wird durch eine geschlitzte ausgetauscht. Bei einer erneuten Durchführung des Versuchs wird die schwingende Platte kaum gebremst.

Geben Sie eine Begründung für die reduzierte Bremswirkung.

2.2.0 Zwischen Tonstad in Norwegen und dem 623 km entfernten Wilster in Deutschland wird mit dem Seekabel „NordLink“ eine direkte Verbindung gebaut, die maximal eine eingespeiste Leistung von 1,40 GW mit einer Hochspannung von 525 kV übertragen kann.



2.2.1 Der Widerstand der Leitung beträgt $9,95 \Omega$.

Zeigen Sie durch Rechnung, dass bei maximaler Leistung in dem Seekabel 5,06 % der Leistung thermisch entwertet werden.

2.2.2 Bei „NordLink“ wird Gleichspannung zur Energieübertragung verwendet. Für den Anschluss an das landseitige Wechselstromnetz sind in Tonstad und Wilster jeweils sogenannte Konverterstationen ($\eta_{K1} = 0,99$, $\eta_{K2} = 0,99$) vorhanden.

Berechnen Sie den Gesamtwirkungsgrad dieser Energieübertragung.

2.2.3 In Wilster wird die elektrische Energie ins deutsche Verbundnetz eingespeist, dafür sind unter anderem Transformatoren notwendig. Nennen Sie zwei mögliche Energieentwertungen beim Transformator.

2.2.4 Mit Hilfe von „NordLink“ kann bei Bedarf elektrische Energie zwischen den Stromnetzen beider Länder ausgetauscht werden.

Nennen Sie zwei Argumente, warum die Kopplung der Stromnetze mit elektrischer Leistung aus Wasserkraft aus Norwegen und der Leistung aus Wind- und Solarkraftwerken aus Deutschland sinnvoll ist.

Abschlussprüfung 2020

an den Realschulen in Bayern



Lösungsvorschlag

Physik

Nachtermin

Elektrizitätslehre II

C2

Lösungen entsprechend dem Unterricht

- 2.1.1
- Durch die Bewegung der Aluminiumplatte ändert sich das Magnetfeld innerhalb der Platte mit der Zeit.
 - Diese zeitliche Magnetfeldänderung bewirkt die Ausbildung von Wirbelströmen in der Aluminiumplatte.
 - Gemäß der Regel von Lenz sind diese Wirbelströme so gerichtet, dass deren Magnetfelder der Ursache ihrer Entstehung entgegenwirken. Die Ursache ist die zeitliche Änderung des Magnetfelds innerhalb der Aluminiumplatte.
 - Durch die Wechselwirkung der beiden Magnetfelder wird die Aluminiumplatte abgebremst.

K

- 2.1.2
- In der geschlitzten Aluminiumplatte können sich kaum Wirbelströme ausbilden. Die durch sie erzeugten Magnetfelder sind somit deutlich schwächer und führen zu einer stark reduzierten Bremswirkung.

K

2.2.1

$$I = \frac{P_{el}}{U} \qquad I = \frac{1,40 \text{ GW}}{525 \text{ kV}} \qquad I = 2,67 \cdot 10^3 \text{ A}$$

E

$$P_{th} = R \cdot I^2 \qquad P_{th} = 9,95 \Omega \cdot (2,67 \cdot 10^3 \text{ A})^2 \qquad P_{th} = 70,9 \text{ MW}$$

$$p = \frac{P_{th}}{P_{el}} \qquad p = \frac{70,9 \text{ MW}}{1,40 \text{ GW}} \qquad p = 5,06$$

Bei maximaler Leistung werden in dem Seekabel 5,06 % der Leistung thermisch entwertet.

2.2.2

$$\eta_{Fern} = 100 \% - 5,06 \% \qquad \eta_{Fern} = 94,94 \%$$

E

$$\eta_{Ges} = \eta_{K1} \cdot \eta_{Fern} \cdot \eta_{K2} \qquad \eta_{Ges} = 0,99 \cdot 0,9494 \cdot 0,99 \qquad \eta_{Ges} = 0,93$$

- 2.2.3
- Streuung des Magnetfelds der Primärspule
 - Erwärmung des Eisenkerns durch ständiges Ummagnetisieren
 - Erwärmung der Spulendrähte durch den Stromfluss
 - Erwärmung des Eisenkerns aufgrund von Wirbelströmen

- 2.2.4
- Wind- und Solarkraftwerke speisen nicht regelmäßig und gleichmäßig elektrische Leistung ins Stromnetz ein. Elektrische Leistung aus Wasserkraftwerken ist regelbarer:

B
K

- Bei zu geringer Leistung aus Wind- und Solarkraftwerken oder Spitzen im Energiebedarf kann zusätzlich elektrische Leistung aus norwegischen Wasserkraftwerken eingespeist werden.
- Überschüssige elektrische Leistung aus deutschen Wind- und Solarkraftwerken kann nach Norwegen exportiert werden.

Durch die Kopplung beider Stromnetze wird die Versorgungssicherheit erhöht.

Abschlussprüfung 2020

an den Realschulen in Bayern



Gesamtprüfungsdauer
120 Minuten

Physik

Nachtermin

Atom- und Kernphysik

C3

- 3.0 Ausgelöst durch ein schweres Erdbeben und einen Tsunami ereigneten sich ab dem 11. März 2011 im japanischen Kernkraftwerk in Fukushima mehrere Störfälle. Dabei wurden viele radioaktive Spaltprodukte in die Umwelt freigesetzt.
- 3.1 Beim Betrieb von Kernreaktoren werden Kerne des Isotops Uran-235 (U-235) durch Einfang eines thermischen Neutrons gespalten. Dabei entstehen zwei Neutronen, das Isotop Tellur-133 (Te-133) sowie ein weiteres Spaltprodukt.
Formulieren Sie die vollständige Kernreaktionsgleichung für diese Spaltung.
- 3.2 Te-133 zerfällt in mehreren Schritten zu Cäsium-133 (Cs-133).
Bestimmen Sie Anzahl und Art dieser Zerfälle mithilfe einer Rechnung oder Argumentation.
- 3.3 Kurz nach dem Störfall hatte eine mit Te-133 (Halbwertszeit: 12,5 min) verunreinigte Bodenprobe eine Aktivität von 800 MBq.
Stellen Sie die Aktivität in Abhängigkeit von der Zeit in einem $A(t)$ -Diagramm für vier Halbwertszeiten dar.
- 3.4 Entnehmen Sie dem Diagramm, nach welcher Zeit die Aktivität auf 20 % gesunken ist.
- 3.5 Berechnen Sie, nach wie vielen Stunden die Aktivität eine Nullrate von 30 Impulsen pro Minute unterschritten hat.
- 3.6 Die Bevölkerung in Fukushima war nach dem Störfall den radioaktiven Spaltprodukten ausgesetzt.
Nennen Sie drei Strahlenschäden, die überwiegend innerhalb der ersten Tage nach einem solchen Störfall auftreten können, sowie eine mögliche Langzeitfolge.
- 3.7 Während des Einsatzes am Unfallort in Fukushima nimmt ein Arbeiter ($m = 75 \text{ kg}$) durch β -Strahlung ($q = 1$) und γ -Strahlung ($q = 1$) eine Energie von insgesamt 9,0 J auf.
Berechnen Sie die vom Arbeiter absorbierte Äquivalentdosis.

Abschlussprüfung 2020

an den Realschulen in Bayern

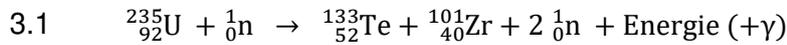


Lösungsvorschlag

Physik

Nachtermin Atom- und Kernphysik C3

Lösungen entsprechend dem Unterricht

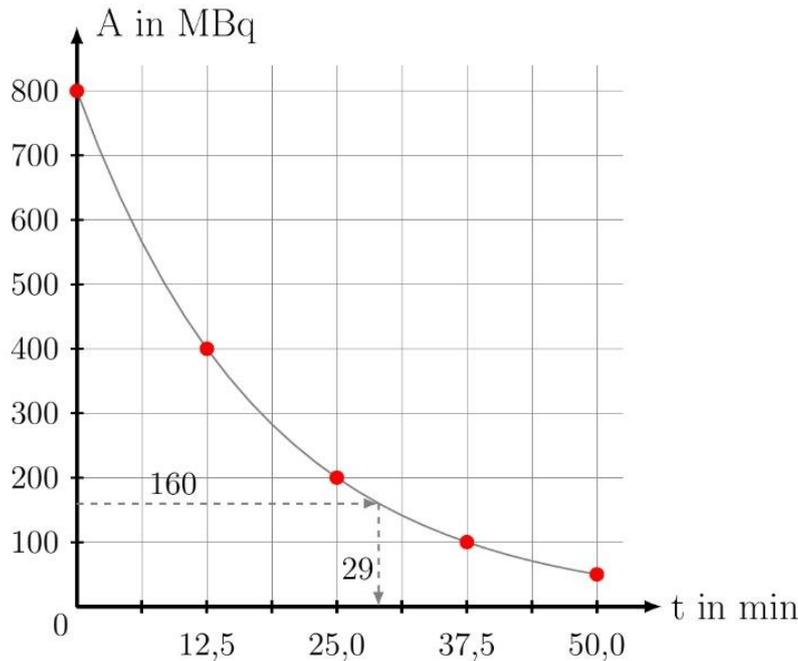


E
K

3.2 Da die Massenzahl unverändert bleibt, sind keine α -Zerfälle beteiligt. Die Kernladungszahl (Ordnungszahl) nimmt um drei zu, also sind es drei β -Zerfälle.

E

3.3



3.4

Die Aktivität ist nach ca. 29 min auf 20 % (160 MBq) gesunken.

K
E

3.5

$$A = \frac{N}{t}$$

$$A = \frac{30}{60 \text{ s}}$$

$$A = 0,50 \text{ Bq}$$

E

$$t = T \cdot \log_{0,5} \frac{A_t}{A_0}$$

$$t = 12,5 \text{ min} \cdot \log_{0,5} \frac{0,50 \text{ Bq}}{800 \text{ MBq}}$$

$$t = 6,4 \text{ h}$$

3.6

Die ionisierende Wirkung der Strahlung führt

- kurzfristig direkt zu Zellschädigungen, die sich zum Beispiel in Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit, Haarausfall, Hautrötungen, Entzündungen oder Organversagen äußern.
- zu Schädigungen der DNA, die langfristig zu Krebs oder Veränderungen des Erbgutes (z. B. Mutation, Unfruchtbarkeit) führen können.

3.7

$$D = \frac{E}{m}$$

$$D = \frac{9,0 \text{ J}}{75 \text{ kg}}$$

$$D = 0,12 \text{ Gy}$$

E

$$H = q \cdot D$$

$$H = 1 \cdot 0,12 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$H = 0,12 \text{ Sv}$$

Abschlussprüfung 2020

an den Realschulen in Bayern



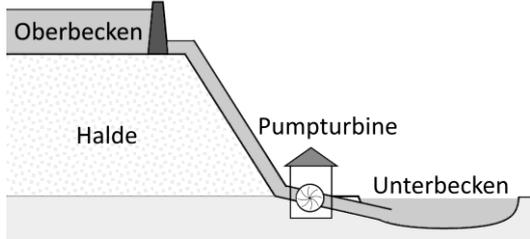
Gesamtprüfungsdauer
120 Minuten

Physik

Nachtermin

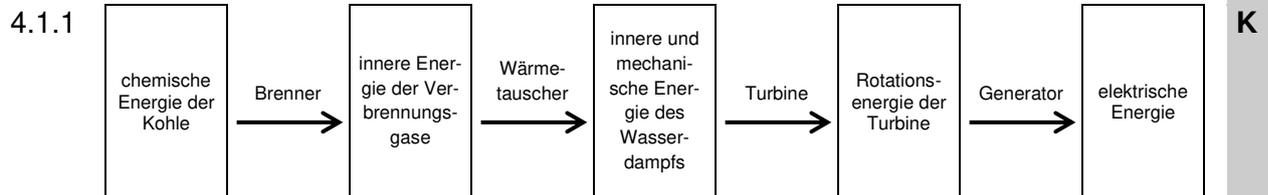
Energie

C4

- 4.1.0 Zur Reduktion der CO₂-Emissionen ist der Ausstieg aus der sogenannten Kohleverstromung geplant.
- 4.1.1 Geben Sie die Energieumwandlungen in einem Kohlekraftwerk bis zur Übergabe an das Verbundnetz an.
- 4.1.2 Erläutern Sie zwei wesentliche Nachteile von Kohlekraftwerken gegenüber Windkraftanlagen.
- 4.1.3 Bei der Umsetzung der Energiewende ist die Nutzung von Windenergie von großer Bedeutung.
Erläutern Sie, warum bei der Planung eines Windkraftwerks die Standortwahl eine wesentliche Rolle spielt.
- 4.2.0 Zur Umsetzung des Ausstiegs aus der Kohleverstromung sind verschiedene Energiespeicher notwendig.
Alte Kohleabbaustätten können dazu in sogenannte Halden-Pumpspeicherkraftwerke umgestaltet werden.
In diesen wird die Höhendifferenz zwischen dem Oberbecken im Aufschüttungsbereich (Halde) und dem Unterbecken im Kohleabbau-bereich genutzt.
- 
- 4.2.1 Im Pumpbetrieb wird in einem Pumpspeicherkraftwerk ein Teil der zugeführten elektrischen Energie entwertet.
Erläutern Sie, warum es dennoch sinnvoll ist, solche Kraftwerke einzusetzen.
- 4.2.2 In einem geplanten Halden-Pumpspeicherkraftwerk in Nordrhein-Westfalen kann eine Energie von 80 MWh gespeichert werden. Der mittlere Höhenunterschied zwischen Unter- und Oberbecken beträgt 50 m.
Berechnen Sie das Volumen des dafür hochzupumpenden Wassers.
- 4.2.3 Bei der Umwandlung von elektrischer Energie in 25 MWh potentielle Energie findet eine Energieentwertung von 950 kWh statt.
Bestimmen Sie den Wirkungsgrad dieser Anlage im Pumpbetrieb.



Lösungen entsprechend dem Unterricht



- 4.1.2
- Kohlekraftwerke verursachen beim Betrieb CO₂-Emissionen, wodurch der Treibhauseffekt begünstigt wird.
 - Kohlekraftwerke benötigen Kohle als endlichen Energieträger, während Wind ein langfristig verfügbarer, regenerativer Energieträger ist.
 - Kohlekraftwerke benötigen zum Betrieb z. B. den Energieträger Braunkohle. Dessen Abbau zerstört große Natur- und Siedlungsflächen, die erst einige Jahre nach Ende des Kohleabbaus renaturiert oder wieder besiedelt werden können.

- 4.1.3
- Windkraftanlagen benötigen für einen wirtschaftlichen Betrieb windreiche Standorte, gleichzeitig müssen gewisse Abstände zu bebauten Gebieten eingehalten werden.
 - Die Energie muss von Regionen mit besonders vielen Windkraftanlagen in andere Regionen Deutschlands übertragen werden. Dazu ist ein entsprechend ausgebautes Stromnetz notwendig.
 - Bereitgestellte Energie, die nicht direkt benötigt wird, muss in Energiespeichern zwischengespeichert werden. Um einen hohen Wirkungsgrad der Speicherung zu erreichen, müssen sich geeignete Energiespeicher in relativer Nähe zur Windkraftanlage befinden.

- 4.2.1
- Im Gegensatz zu Kohle- und Kernkraftwerken können Pumpspeicherkraftwerke elektrische Energie bei plötzlich auftretenden Energieschwankungen schnell bereitstellen oder zwischenspeichern.
 - Pumpspeicherkraftwerke können sehr große Mengen überschüssiger elektrischer Energie über einen längeren Zeitraum speichern.

4.2.2

$$m = \frac{E_{\text{pot}}}{g \cdot h} \qquad m = \frac{80 \cdot 10^6 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s}}{9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 50 \text{ m}} \qquad m = 5,9 \cdot 10^8 \text{ kg}$$

$$V = \frac{m}{\rho} \qquad V = \frac{5,9 \cdot 10^8 \text{ kg}}{0,998 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}} \qquad V = 5,9 \cdot 10^8 \text{ dm}^3$$

4.2.3

$$\eta = \frac{E_{\text{Speicher}}}{E_{\text{Zu}}} \qquad \eta = \frac{25 \text{ MWh}}{25 \text{ MWh} + 0,950 \text{ MWh}} \qquad \eta = 96 \%$$