



**Physik**

Nachtermin

**Elektrizitätslehre I**

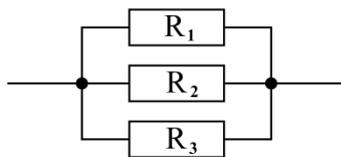
C1

- 1.1.0 In einem Experiment wird für einen Draht die Stromstärke  $I$  in Abhängigkeit von der Spannung  $U$  gemessen.  
Dabei ergeben sich folgende Messwerte:

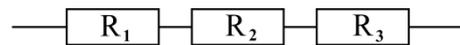
U in V	0	1,0	2,0	4,0	6,0	9,0
I in A	0	0,07	0,14	0,24	0,29	0,31

- 1.1.1 Stellen Sie die Messwerte in einem I-U-Diagramm graphisch dar.
- 1.1.2 Interpretieren Sie den Verlauf der Kennlinie.
- 1.1.3 Aus welchem Material könnte der Draht bestehen?
- 1.1.4 Das Experiment aus 1.1.0 wird wiederholt, wobei der Draht durch Kühlung auf Raumtemperatur gehalten wird.  
Zeichnen Sie in das Diagramm aus 1.1.1 die dazugehörige Kennlinie ein.
- 1.2 Drei Widerstände mit den Werten  $R_1 = 470 \Omega$ ,  $R_2 = 220 \Omega$  und  $R_3 = 50 \Omega$  werden so geschaltet, dass sich ein Gesamtwiderstand von  $R_{\text{ges}} = 200 \Omega$  ergibt.  
Entscheiden Sie, welche der folgenden Schaltungen verwendet werden muss, und begründen Sie Ihre Entscheidung.

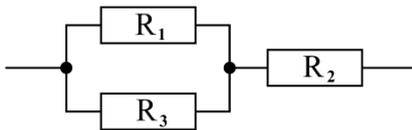
a)



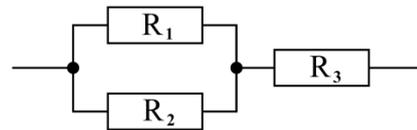
b)



c)



d)



- 1.3.0 Ein Spannungsmessgerät besitzt einen Innenwiderstand  $R_i = 100 \text{ k}\Omega$ . Es kann maximal eine Spannung von 30 V messen. Der Messbereich des Spannungsmessgeräts soll auf 300 V erweitert werden.
- 1.3.1 Fertigen Sie eine Schaltskizze an.
- 1.3.2 Berechnen Sie den Wert des erforderlichen Widerstands.



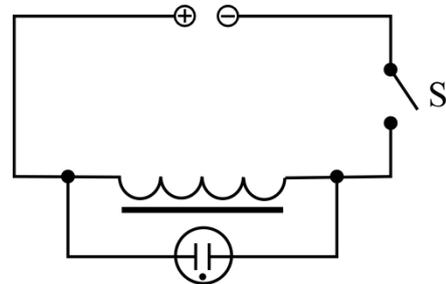
**Physik**

Nachtermin

Elektrizitätslehre II

C2

- 2.1.0 Entsprechend nebenstehender Skizze ist eine Spule mit Eisenkern an eine Elektrizitätsquelle mit einer Gleichspannung von 6,0 V angeschlossen. Parallel zur Spule ist eine Glimmlampe mit einer Zündspannung von 90 V geschaltet.



- 2.1.1 Wird der Schalter S geschlossen, leuchtet die Glimmlampe nicht. Erst beim Öffnen des Schalters leuchtet sie kurz auf.  
Begründen Sie die Beobachtung mit Hilfe der Regel von Lenz.  
Geben Sie an, auf welcher Seite der Glimmlampe das Aufleuchten sichtbar ist.
- 2.1.2 Wird statt der Glimmlampe aus 2.1.0 eine Glimmlampe mit einer Zündspannung von 140 V verwendet, leuchtet diese beim Öffnen des Schalters nicht auf.  
Geben Sie zwei mögliche Änderungen im Versuchsaufbau an, damit die neue Glimmlampe beim Öffnen des Schalters doch aufleuchtet.
- 2.2.0 In einem Kraftwerk wird die Generatorspannung von 18 kV durch einen Transformator mit einem Wirkungsgrad von 98% auf 380 kV hochtransformiert.  
Die Stromstärke in der Fernleitung beträgt 0,90 kA.
- 2.2.1 Berechnen Sie die vom Generator bereitgestellte Leistung.  
[Ergebnis:  $P_{\text{Generator}} = 0,35 \text{ GW}$ ]
- 2.2.2 Bestimmen Sie die Stromstärke im Generator durch Rechnung.
- 2.2.3 Der Widerstandswert der Fernleitung beträgt 20  $\Omega$ .  
Bestätigen Sie durch Rechnung, dass die in der Fernleitung umgesetzte elektrische Leistung 16 MW beträgt.
- 2.2.4 Wie groß ist der Gesamtwirkungsgrad der Energieübertragung, wenn auch der zweite Transformator am Ende der Fernleitung einen Wirkungsgrad von 98% hat?



**Physik**

Nachtermin

Atom- und Kernphysik

C3

- 3.1.0 Im ehemaligen Salzbergwerk Asse wurde die Endlagerung radioaktiver Abfälle erprobt. Unter anderem wurden Abfälle aus einer Wiederaufbereitungsanlage eingelagert, die auch das hochgiftige Plutoniumisotop Pu-239 enthalten.
- 3.1.1 Pu-239 ist ein  $\alpha$ -Strahler.  
Geben Sie die Kernreaktionsgleichung für diesen Zerfall an.
- 3.1.2 Im Jahr 1975 wurden 28 kg Plutonium Pu-239 in der Anlage Asse eingelagert. Die Halbwertszeit von Pu-239 beträgt  $24,1 \cdot 10^3$  a.  
Stellen Sie die noch vorhandene Masse  $m$  in Abhängigkeit von der Zeit  $t$  für einen Zeitraum von fünf Halbwertszeiten graphisch dar.
- 3.1.3 Berechnen Sie, nach welcher Zeit noch 10% des eingelagerten Plutoniums vorhanden sein wird und prüfen Sie das Ergebnis mit Hilfe der Graphik aus 3.1.2 nach.
- 3.1.4 In das ehemalige Salzbergwerk Asse dringen täglich rund  $12 \text{ m}^3$  Wasser ein. Die radioaktiven Abfälle sollen deshalb so schnell wie möglich an einen sicheren Ort gebracht werden.  
Nennen Sie einen weiteren möglichen Risikofaktor, der bei der Wahl eines neuen Standortes in Betracht gezogen werden muss.
- 3.2.0 Die Lungenzintigraphie ist eine Untersuchungsmethode zur Beurteilung der Durchblutungs- und Atemfunktion der Lunge. Der Patient atmet dabei ein mit dem  $\beta$ -Strahler Xenon-133 angereichertes Gas ein. Die radioaktive Strahlung wird anschließend über einen Detektor erfasst und graphisch ausgewertet.
- 3.2.1 Geben Sie zwei Gründe an, weshalb für diese Untersuchung kein  $\alpha$ -Strahler verwendet wird.
- 3.2.2 Die industrielle Herstellung von Xenon-133 kann durch Kernspaltung von Uran-235 erfolgen, nachdem dieses ein thermisches Neutron eingefangen hat.  
Geben Sie dafür die Kernreaktionsgleichung an, wenn dabei drei Neutronen freigesetzt werden.



**Physik**

Nachtermin

Energie

C4

- 4.0 Das Solarturmkraftwerk „Planta Solar 10“ ging im März 2007 in der Nähe von Sevilla (Spanien) in Betrieb. 624 nachführbare Spiegel reflektieren das Sonnenlicht und bündeln es auf einen Absorber in der Turmspitze. Dort wird Wasserdampf erzeugt, der über eine Turbine Generatoren antreibt.  
Das Kraftwerk hat eine maximale elektrische Leistung von 11 MW.  
„Planta Solar 10“ stellt im Schnitt jährlich 23,4 GWh elektrische Energie bereit.
- 4.1 Geben Sie die Energieumwandlungskette des Kraftwerks bis zur Einspeisung in das Verbundnetz an.
- 4.2 Erläutern Sie den Begriff Energieentwertung am Beispiel des Absorbers.
- 4.3 Ein Haushalt benötigt jährlich durchschnittlich 3800 kWh an elektrischer Energie. In welcher Zeit stellt das Kraftwerk „Planta Solar 10“ diesen Energiebetrag bereit, wenn es bei maximaler Leistung betrieben wird?
- 4.4 Die Investitionen für den Bau von „Planta Solar 10“ betragen 35 Millionen Euro. Die laufenden Betriebskosten werden mit jährlich 0,70 Millionen Euro angegeben. In welchem Jahr sind die Gesamtkosten (für den Bau und den laufenden Betrieb) erwirtschaftet, wenn der Energiepreis 27 Cent pro Kilowattstunde beträgt?
- 4.5 Berechnen Sie die Fläche eines einzelnen der 624 Spiegel, wenn durch die Sonne eine Strahlungsenergie von 1,7 MWh pro Jahr und pro Quadratmeter zugeführt wird. Der Gesamtwirkungsgrad dieses Kraftwerks beträgt 18%.
- 4.6 Moderne Solarturmkraftwerke können bei Bedarf mit Verbrennung von Erdgas betrieben werden.  
Nennen Sie je ein Argument für und gegen den zusätzlichen Betrieb des Solarturm- kraftwerks mit Erdgas.



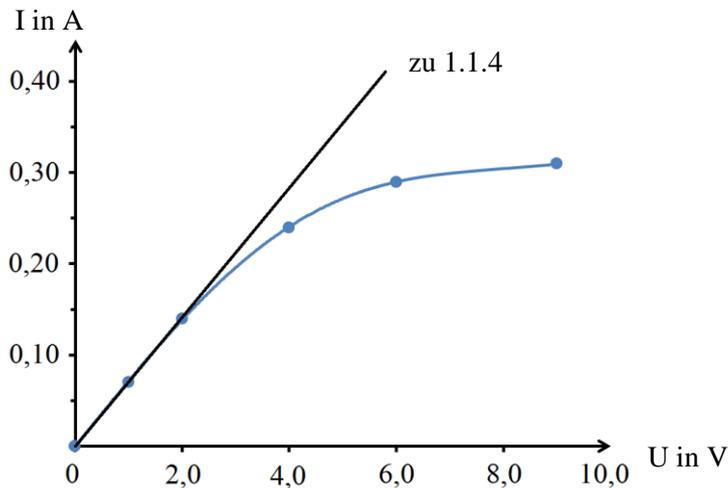
## Physik

Nachtermin

Elektrizitätslehre I

C1

1.1.1



K

1.1.2

Entsprechend dem Unterricht, z. B.:  
Bei gleichmäßig zunehmender Spannung wird die Zunahme der Stromstärke geringer.

K

1.1.3

Entsprechend dem Unterricht, z. B.:  
Das Drahtmaterial könnte Eisen oder Kupfer sein.

1.2

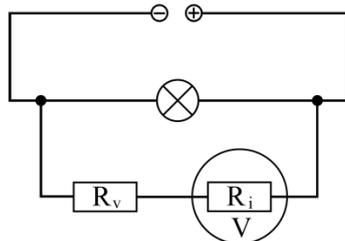
Die richtige Antwort ist d.  
Entsprechend dem Unterricht, z. B.:

- Antwort a ist falsch, weil bei einer reinen Parallelschaltung der Gesamtwiderstandswert kleiner als der kleinste Einzelwiderstandswert ist, also wäre  $R_{\text{ges}} < 50 \Omega$ .
- Antwort b ist falsch, weil bei einer Reihenschaltung der Gesamtwiderstandswert gleich der Summe der Einzelwiderstandswerte ist, also wäre  $R_{\text{ges}} > 200 \Omega$ .
- Antwort c ist falsch, weil der Ersatzwiderstandswert der Parallelschaltung  $0 \Omega < R_{1,3} < 50 \Omega$  ist und somit der Gesamtwiderstandswert größer als  $220 \Omega$  wäre.

K  
E

Alternativ: Nachweis durch Rechnung

1.3.1



K

1.3.2

$$R_V = \frac{U_V \cdot R_i}{U_i}$$

$$R_V = \frac{270 \text{ V} \cdot 100 \text{ k}\Omega}{30 \text{ V}}$$

$$R_V = 0,90 \text{ M}\Omega$$



## Physik

Nachtermin

Elektrizitätslehre II

C2

2.1.1 Entsprechend dem Unterricht, z. B.:

- Die Stromstärke und damit das von der Spule umfasste Magnetfeld nehmen in sehr kurzer Zeit ab.
- Die rasche zeitliche Änderung des Magnetfelds bewirkt in der Spule eine so hohe Selbstinduktionsspannung, dass die Zündspannung der Glimmlampe überschritten wird.
- Der Induktionsstrom fließt in der Spule – nach der Regel von Lenz – in dieselbe Richtung wie der ursprüngliche Strom, d. h. die Leitungselektronen fließen von der Spule aus gegen den Uhrzeigersinn zur linken Elektrode.

Das Gas um die linke Elektrode leuchtet kurz auf.

2.1.2 Mögliche Veränderungen im Versuchsaufbau:

- eine Spule mit höherer Windungszahl (bei gleichem Widerstandswert) verwenden
- eine deutlich höhere Gleichspannung anlegen

2.2.1  $P_S = U_S \cdot I_S$

$P_S = 380 \text{ kV} \cdot 0,90 \text{ kA}$

$P_S = 0,34 \text{ GW}$

$P_{\text{Generator}} = \frac{P_S}{\eta}$

$P_{\text{Generator}} = \frac{0,34 \text{ GW}}{0,98}$

$P_{\text{Generator}} = 0,35 \text{ GW}$

2.2.2  $I_{\text{Generator}} = \frac{P_{\text{Generator}}}{U_{\text{Generator}}}$

$I_{\text{Generator}} = \frac{0,35 \text{ GW}}{18 \text{ kV}}$

$I_{\text{Generator}} = 19 \text{ kA}$

2.2.3  $P_{\text{Fern}} = R_{\text{Fern}} \cdot I_{\text{Fern}}^2$

$P_{\text{Fern}} = 20 \Omega \cdot (0,90 \text{ kA})^2$

$P_{\text{Fern}} = 16 \text{ MW}$

2.2.4  $\eta_{\text{Fern}} = \frac{P_S - P_{\text{Fern}}}{P_S}$

$\eta_{\text{Fern}} = \frac{0,34 \text{ GW} - 0,016 \text{ GW}}{0,34 \text{ GW}}$

$\eta_{\text{Fern}} = \frac{0,32 \text{ GW}}{0,34 \text{ GW}}$

$\eta_{\text{Fern}} = 0,94$

$\eta_{\text{ges}} = \eta \cdot \eta_{\text{Fern}} \cdot \eta$

$\eta_{\text{ges}} = 0,98 \cdot 0,94 \cdot 0,98$

$\eta_{\text{ges}} = 0,90$

K  
E

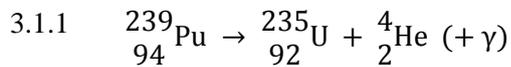


## Physik

Nachtermin

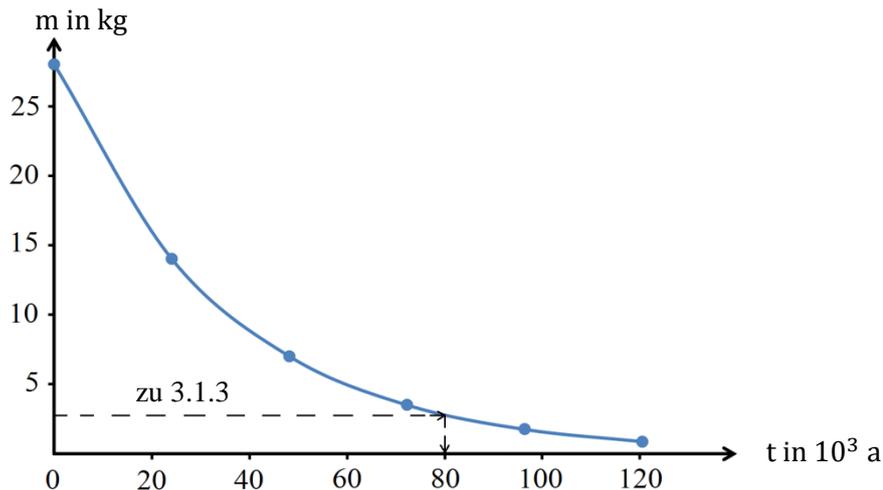
Atom- und Kernphysik

C3



K

3.1.2



K

3.1.3  $t = T \cdot \log_{0,5} \left( \frac{m(t)}{m_0} \right)$        $t = 24,1 \cdot 10^3 \text{ a} \cdot \log_{0,5} 0,10$        $t = 80 \cdot 10^3 \text{ a}$

K

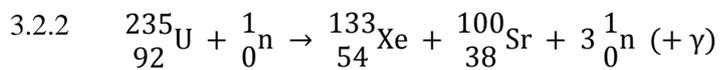
3.1.4 Entsprechend dem Unterricht, z. B.:

- Erdbeben
- mangelnde politische Stabilität
- Gasentwicklung durch chemische Reaktionen

3.2.1 Entsprechend dem Unterricht, z. B.:

- Die  $\alpha$ -Strahlung wird vollständig durch umgebendes Gewebe absorbiert. Dadurch ist keine Messung von außen möglich.
- Die  $\alpha$ -Strahlung ist durch ihr hohes Ionisationsvermögen (Qualitätsfaktor  $q = 20$ ) extrem schädigend.

K



K



## Physik

Nachtermin

Energie

C4

- 4.1
- Strahlungs-  
energie der  
Sonne

Absorber  
→

innere  
Energie und  
Bewegungs-  
energie des  
Dampfes

Turbine  
→

Rotations-  
energie der  
Turbine

Generator  
→

elektrische  
Energie
- K**
- 4.2 Entsprechend dem Unterricht, z. B.:  
Der Absorber gibt an die Umgebung insbesondere durch Wärmestrahlung einen Teil der zugeführten Energie ab, die nicht weiter nutzbar ist.
- 4.3  $t = \frac{E_{el}}{P_{max}}$        $t = \frac{3800 \cdot 3,6 \text{ MJ}}{11 \text{ MW}}$        $t = 21 \text{ min}$       **E**
- 4.4 Jährliche Vergütung:  $23,4 \cdot 10^6 \text{ kWh} \cdot 0,27 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 6,3 \cdot 10^6 \text{ €}$
- Anzahl n der Jahre, nach welchen die Gesamtkosten erwirtschaftet sind:
- $$n = \frac{35 \cdot 10^6 \text{ €}}{(6,3 - 0,70) \cdot 10^6 \text{ €}} = 6,3$$
- E**
- Im Laufe des Jahres 2013 sind die Gesamtkosten erwirtschaftet.
- 4.5 Jährlich insgesamt zugeführte Strahlungsenergie:
- $$E_{zu} = \frac{E_{el}}{\eta_{ges}} \quad E_{zu} = \frac{23,4 \text{ GWh}}{0,18} \quad E_{zu} = 1,3 \cdot 10^2 \text{ GWh}$$
- Spiegelfläche eines Heliostaten:
- $$A = \frac{1,3 \cdot 10^5 \text{ MWh}}{1,7 \frac{\text{MWh}}{\text{m}^2} \cdot 624} \quad A = 1,2 \cdot 10^2 \text{ m}^2$$
- E**
- 4.6 Entsprechend dem Unterricht, z. B.:
- Vorteil: konstante Leistungsabgabe möglich
  - Nachteil: Emission von CO<sub>2</sub>