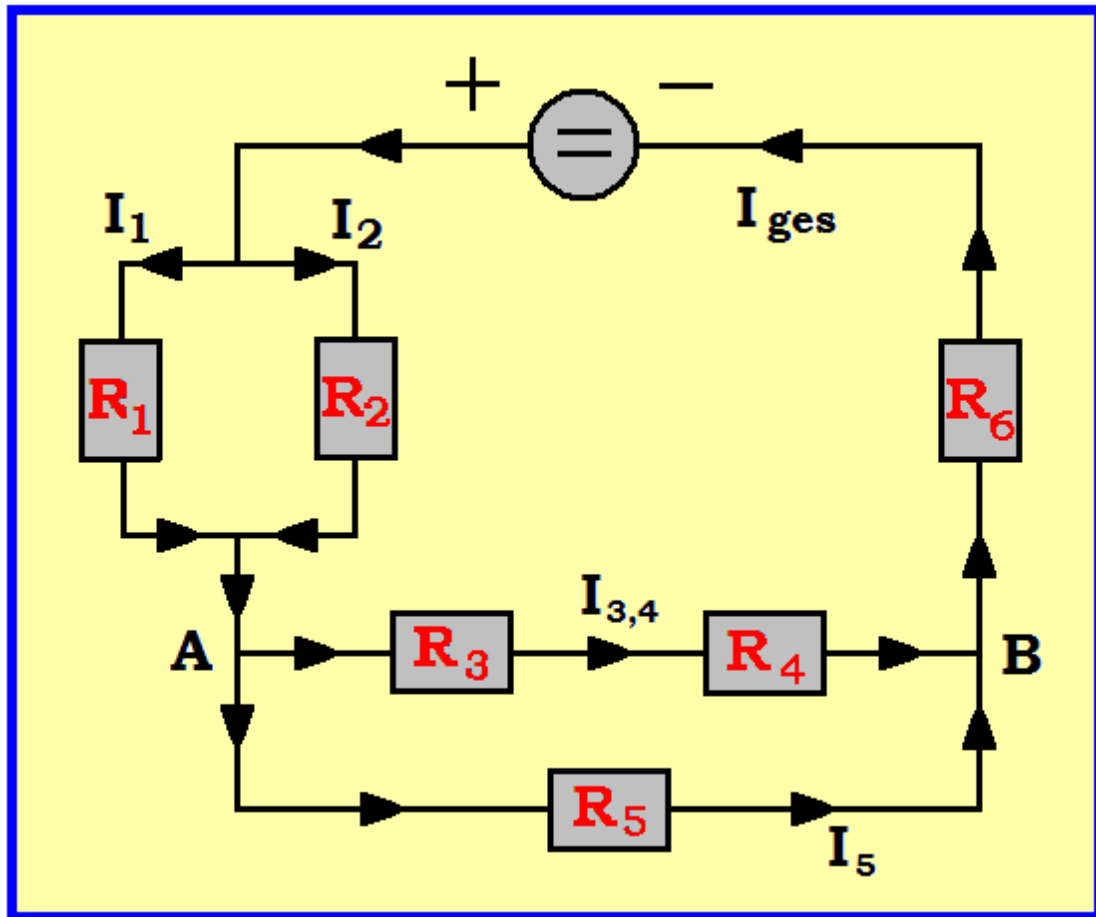


Phy s i k t e s t

Aufgabe 1



- a) Die Spannung an der Stromquelle beträgt $U_Q = 250 \text{ V}$
Die 6 Widerstände haben folgende Größen: $R_1 = 70 \Omega$, $R_2 = 30 \Omega$,
 $R_3 = 35 \Omega$, $R_4 = 25 \Omega$, $R_5 = 90 \Omega$, und $R_6 = 68 \Omega$.
Berechne: R_{ges} , I_{ges} , I_1 , I_2 , U_6 , U_{AB}
Bestimme das Verhältnis der Stromstärken $I_{3,4} : I_5$
- b) Der Widerstand $R_5 = 90 \Omega$ wird durch den Widerstand $R_{5^*} = 20 \Omega$ ersetzt.
1. Wie lautet nun das Verhältnis der Stromstärken $I_{3,4} : I_{5^*}$?
 2. Um wieviel Volt muss man die Spannung der Stromquelle U_Q verändern, damit man wieder die gleiche Stromstärke für den Gesamtstrom I_{ges} wie in Aufgabenteil a) erhält ?



Aufgabe 2

- a) Welche Eigenschaften haben Kernkräfte ?
- b) Erkläre die Begriffe
- 1) α -Zerfall
 - 2) β -Zerfall
- Wie verändert sich bei diesen Zerfallsarten der Atomkern ?
- c) Erkläre die Begriffe
- 1) Ion
 - 2) Isotop
- d) Woran erkennt man, zu welchem chemischen Element ein Atomkern gehört ?

Aufgabe 3

Von einem radioaktivem Präparat sind nach 10 h noch 80,5 % des ursprünglichen spaltbaren Materials vorhanden.

- a) Berechne die Zerfallskonstante α für dieses Präparat in der Einheit h^{-1} .
Runde den Wert für α auf 4 Stellen nach dem Komma.
- b) Berechne die Halbwertszeit für das radioaktive Präparat.
Runde den Wert auf volle Stunden.
- c) Nach welcher Zeit t_5 sind noch 5 % des ursprünglichen spaltbaren Materials vorhanden ?
- d) Wieviel Prozent des ursprünglichen spaltbaren Materials sind noch nach 2 Wochen vorhanden ?
- e) Bestimme ohne Taschenrechner, nach welcher Zeit 87,5 % der ursprünglichen Atomkerne zerfallen sind .
Gib kurz an, wie du das Ergebnis ermittelt hast.



L ö s u n g e n

Aufgabe 1 a

$$R_{1,2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{70 \Omega \cdot 30 \Omega}{70 \Omega + 30 \Omega} = \frac{2100 \Omega^2}{100 \Omega} = 21 \Omega$$

$$R_{3,4} = R_3 + R_4 = 35 \Omega + 25 \Omega = 60 \Omega$$

$$R_{3,4,5} = \frac{R_{3,4} \cdot R_5}{R_{3,4} + R_5} = \frac{60 \Omega \cdot 90 \Omega}{60 \Omega + 90 \Omega} = \frac{5400 \Omega^2}{150 \Omega} = 36 \Omega$$

$$R_{\text{ges}} = R_{1,2} + R_{3,4,5} + R_6 = 21 \Omega + 36 \Omega + 68 \Omega = 125 \Omega$$

Die Schaltung hat den Gesamtwiderstand $R_{\text{ges}} = 125 \Omega$.

$$I_{\text{ges}} = \frac{U_Q}{R_{\text{ges}}} = \frac{250 \text{ V}}{125 \Omega} = 2 \text{ A}$$

Die Gesamtstromstärke beträgt $I_{\text{ges}} = 2 \text{ A}$.

Am Ersatzwiderstand $R_{1,2}$ fällt die Spannung

$$U_{1,2} = R_{1,2} \cdot I_{\text{ges}} = 21 \Omega \cdot 2 \text{ A} = 42 \text{ V ab.}$$

Damit erhält man für die Stromstärke I_1 , die durch den Widerstand R_1 fließt :

$$I_1 = \frac{U_{1,2}}{R_1} = \frac{42 \text{ V}}{70 \Omega} = 0,6 \text{ A}$$

Durch den Widerstand R_1 fließt ein Strom der Stärke $I_1 = 0,6 \text{ A}$.

$$I_2 = I_{\text{ges}} - I_1 = 2 \text{ A} - 0,6 \text{ A} = 1,4 \text{ A}$$

Durch den Widerstand R_2 fließt ein Strom der Stärke $I_2 = 1,4 \text{ A}$.

$$U_6 = I_{\text{ges}} \cdot R_6 = 2 \text{ A} \cdot 68 \Omega = 136 \text{ V}$$

Am Widerstand R_6 liegt die Spannung $U_6 = 136 \text{ V}$.

$$U_{\text{AB}} = U_Q - U_{1,2} - U_6 = 250 \text{ V} - 42 \text{ V} - 136 \text{ V} = 72 \text{ V}$$

Die Spannung zwischen den Punkten A und B beträgt $U_{\text{AB}} = 72 \text{ V}$.

$$I_{3,4} : I_5 = R_5 : R_{3,4} = 90 \Omega : 60 \Omega = 3 : 2$$

Begründung: Bei einer Parallelschaltung verhalten sich die Stromstärken umgekehrt wie die Widerstände zueinander.

Es gilt also: $I_{3,4} : I_5 = 3 : 2$



Aufgabe 1 b

$$1) I_{3,4} : I_{5^*} = R_{5^*} : R_{3,4} = 20 \Omega : 60 \Omega = 1 : 3$$

Die Stärke des Stroms, der durch den Widerstand R_{5^*} fließt, ist 3-mal so groß wie die Stärke des Stroms, der durch die Widerstände R_3 und R_4 fließt.

Es gilt also: $\underline{\underline{I_{3,4} : I_{5^*} = 1 : 3}}$

$$2) R_{3,4,5^*} = \frac{R_{3,4} \cdot R_{5^*}}{R_{3,4} + R_{5^*}} = \frac{60 \Omega \cdot 20 \Omega}{60 \Omega + 20 \Omega} = \frac{1200 \Omega^2}{80 \Omega} = 15 \Omega$$

Da alle übrigen Widerstände und Ersatzwiderstände unverändert bleiben, hat die Schaltung nun den Gesamtwiderstand

$$R_{\text{ges}^*} = R_{1,2} + R_{3,4,5^*} + R_6 = 21 \Omega + 15 \Omega + 68 \Omega = 104 \Omega$$

Um wieder die Gesamtstromstärke $I_{\text{ges}} = 2 \text{ A}$ zu erhalten, muss an der Stromquelle die Spannung

$$U_{Q^*} = R_{\text{ges}^*} \cdot I_{\text{ges}} = 104 \Omega \cdot 2 \text{ A} = 208 \text{ V} \text{ eingestellt werden.}$$

Für die Spannungsänderung ΔU an der Stromquelle gilt folglich:

$$\Delta U = U_Q - U_{Q^*} = 250 \text{ V} - 208 \text{ V} = 42 \text{ V}$$

Man erhält wieder die Gesamtstromstärke $I_{\text{ges}} = 2 \text{ A}$, wenn man die Spannung an der Stromquelle um $\underline{\underline{\Delta U = 42 \text{ V}}}$ verringert.

Aufgabe 2

a) Die Kernkräfte haben die folgenden 4 Eigenschaften:

- 1) Die Kernkraft ist nur zwischen Nukleonen wirksam; sie wirkt also zwischen einem Nukleon und einem Elektron.
- 2) Die Kernkraft ist ladungsunabhängig. Sie wirkt zwischen Proton und Neutron genau so wie zwischen zwei Protonen oder zwei Neutronen.
- 3) Die Kernkraft besitzt nur eine extrem geringe Reichweite. Sie wirkt also nur zwischen zwei benachbarten Nukleonen im Kern.
- 4) Die Kernkraft zwischen zwei benachbarten Protonen ist viel stärker als die elektrische Abstoßungskraft. Die Kernkraft hält also gegen die abstoßende elektrische Kraft die Protonen im Kern zusammen.

b) 1) Beim α -Zerfall verlässt ein sog. α -Teilchen den Atomkern. Ein α -Teilchen besteht aus 2 Protonen und zwei Neutronen; hat also die gleiche Zusammensetzung wie ein Heliumkern.

Nach einem α -Zerfall verringert sich die Massenzahl des ursprünglichen Kerns um 4 und die Kernladungszahl um 2.



Fortsetzung von Aufgabe 2 b

- 2) Beim β -Zerfall verläßt ein sog. β -Teilchen den Atomkern. Das β -Teilchen ist identisch mit einem Elektron. Während des β -Zerfalls wird im Kern ein Neutron in ein Proton umgewandelt. Dabei entsteht ein Elektron, das mit hoher Geschwindigkeit aus dem Kern herausfliegt. Nach einem β -Zerfall bleibt die Massenzahl des ursprünglichen Kerns erhalten. Die Kernladungszahl wird dabei um 1 vergrößert.
- c) 1) Ein Ion ist ein Atom, bei dem Protonenzahl und Elektronenzahl nicht übereinstimmen. Ein Ion ist also ein elektrisch geladenes Atom. Überwiegt die Elektronenzahl, so ist das Ion einfach- oder mehrfach negativ geladen. Hat es weniger Elektronen als Protonen, so ist es einfach- oder mehrfach positiv geladen.
- 2) Isotope sind Atomkerne mit gleicher Kernladungszahl aber verschiedener Massenzahl. Isotope gehören zum selben chemischen Element. Beispiel: $^{12}_6\text{C}$ und $^{14}_6\text{C}$ sind beide Kohlenstoffisotope. Beide Kerne haben jeweils 6 Protonen; jedoch sind im Kern des Isotops $^{14}_6\text{C}$ 2 Neutronen mehr enthalten als im $^{12}_6\text{C}$ -Kern.
- d) Die Zuordnung eines Atomkerns zu einem chemischen Element ist allein durch seine Kernladungszahl bestimmt.

Aufgabe 3

$$\begin{aligned} \text{a) } N(t) &= N_0 e^{-\alpha t} \Leftrightarrow \frac{N(t)}{N_0} = e^{-\alpha t} \quad \text{mit} \quad \frac{N(t)}{N_0} = 0,805 \Rightarrow \\ 0,805 &= e^{-\alpha t} \Leftrightarrow \ln 0,805 = \ln e^{-\alpha t} \Leftrightarrow \ln 0,805 = -\alpha t \ln e \\ \text{mit } \ln e &= 1 \Rightarrow \ln 0,805 = -\alpha t \\ \Leftrightarrow \alpha &= -\frac{\ln 0,805}{t} = -\frac{\ln 0,805}{10 \text{ h}} \approx 0,0217 \text{ h}^{-1} \end{aligned}$$

Die Zerfallskonstante des radioaktiven Präparats beträgt $\alpha = 0,0217 \text{ h}^{-1}$.

$$\begin{aligned} \text{b) Für die Halbwertszeit } T_H \text{ gilt: } \frac{N(T_H)}{N_0} &= 0,5 \Rightarrow 0,5 = e^{-\alpha T_H} \Leftrightarrow \\ \ln 0,5 &= -\alpha T_H \Leftrightarrow T_H = -\frac{\ln 0,5}{\alpha} = -\frac{\ln 0,5}{0,0217 \text{ h}^{-1}} \approx 32 \text{ h} \end{aligned}$$

Die Halbwertszeit des radioaktiven Präparates beträgt $T_H = 32 \text{ h}$.



Fortsetzung von Aufgabe 3

$$\begin{aligned} \text{c) } \frac{N(t)}{N_0} &= e^{-\alpha t} \quad \text{mit } \frac{N(t)}{N_0} = 0,05 \quad \Rightarrow \\ 0,05 &= e^{-\alpha t} \Leftrightarrow \ln 0,05 = -\alpha t \Leftrightarrow \\ t &= -\frac{\ln 0,05}{\alpha} = -\frac{\ln 0,05}{0,0217 \text{ h}^{-1}} = \approx 138 \text{ h} = 5 \text{ d } 18 \text{ h} \end{aligned}$$

5 % des ursprünglichen spaltbaren Materials sind nach der Zeit t = 5 d 18 h noch vorhanden.

Materials vorhanden.

$$\begin{aligned} \text{d) } 2 \text{ Wochen} &= 2 \cdot 7 \cdot 24 \text{ h} = 336 \text{ h} \\ \frac{N(t)}{N_0} &= e^{-\alpha t} = e^{-0,0217 \text{ h}^{-1} \cdot 336 \text{ h}} = 0,006815 \approx 0,068 \% \end{aligned}$$

Nach zwei Wochen sind 0,0068 % des ursprünglichen spaltbaren noch Materials vorhanden.

e) Wenn 87,5 % der ursprünglichen radioaktiven Substanz zerfallen sind, ist dies gleichbedeutend damit, dass noch 12,5 % der ursprünglichen Substanz vorhanden ist.

**Nach einer Halbwertszeit sind noch 50 % der Substanz vorhanden.
Nach zwei Halbwertszeiten sind noch 25 % der Substanz vorhanden.
Nach drei Halbwertszeiten sind noch 12,5 % der Substanz vorhanden.**

$$\text{Drei Halbwertszeiten} = 3 \cdot T_H = 3 \cdot 32 \text{ h} = 96 \text{ h} = 4 \text{ d}$$

Nach 4 Tagen sind 87,5 % der ursprünglichen Atomkerne zerfallen.

