

Übung 16 Elektrische Stromkreise Energie und elektr. Leistung, Analogie zu Gravitation und Hydraulik

Lernziele

- das Systemdiagramm eines vorgegebenen Gerätes zeichnen können.
- den Zusammenhang zwischen dem elektrischen Ladungsstrom, der elektrischen Spannung und der elektrischen Leistung in konkreten Problemstellungen anwenden können.
- die Analogien zwischen Gravitation, Hydraulik und Elektrizität kennen und verstehen.

Aufgaben

1. Skizzieren Sie das Systemdiagramm einer Glühlampe.

2. Ein elektrischer Stromkreis bestehe aus einer Quelle und einem Widerstand.
 - a) Man beobachtet, dass bei einer angelegten Spannung von 4.5 V im Widerstand jede Minute eine Energie von 108 J umgesetzt wird.
Bestimmen Sie den elektrischen Ladungsstrom durch den Widerstand.
 - b) Beurteilen Sie, ob die folgende Behauptung wahr ist:
"Wenn man die Spannung auf 9.0 V verdoppelt, dann verdoppelt sich auch die im Widerstand umgesetzte Energie auf 216 J pro Minute."

3. Eine Glühlampe ist mit 230 V / 75 W beschriftet. Bei einer angelegten elektrischen Spannung $U = 230 \text{ V}$ beträgt also die elektrische Prozessleistung in der Glühbirne $P_{el} = 75 \text{ W}$.
 - a) Bestimmen Sie den elektrischen Ladungsstrom durch die Glühlampe bei einer angelegten elektrischen Spannung von 230 V.
 - b) Bestimmen Sie den elektrischen Widerstand R der Glühlampe bei einer angelegten elektrischen Spannung von 230 V.
 - c) Bestimmen Sie den elektrischen Ladungsstrom durch die Glühlampe bei einer angelegten elektrischen Spannung von 115 V.
Nehmen Sie näherungsweise an, dass der elektrische Widerstand der Glühlampe konstant ist.
 - d) Bestimmen Sie die Anzahl Glühlampen, die man parallel an eine Spannung von 230 V schalten kann, ohne dass der Strom den Wert von 6 A überschreitet.
(Das Stromnetz im Haushalt ist mit 6 A - Sicherungen gesichert.)

4. Sie möchten gerne mit Glühlampen mit der Aufschrift 4 V / 0.1 A, welche Sie am Netz von 230 V anschliessen, eine Gartenfestbeleuchtung basteln.
 - a) In welcher Schaltung schliessen Sie diese Lampen ans Netz an?
 - b) Wieviele Glühlampen brauchen Sie dazu?
 - c) Welche Leistung wird in allen Lampen zusammen umgesetzt?

5. Ein Elektrogerät ist angeschrieben mit 230 V / 0.5 A.
Die Netzspannung ist nicht dauernd konstant 230 V, sondern sie schwankt um diesen Wert herum. Die Netzspannung darf dabei zwischen 6 % über bzw. 10 % unter dem normalen Wert von 230 V schwanken, ohne dass der Energiebezüger reklamieren darf (Quelle: W. Heuberger, EWZ, 20.2.2001).
Bestimmen Sie, zwischen welchen Werten dabei die elektrische Leistung des Elektrogerätes schwankt.
Nehmen Sie näherungsweise an, dass der elektrische Widerstand des Elektrogerätes konstant ist.

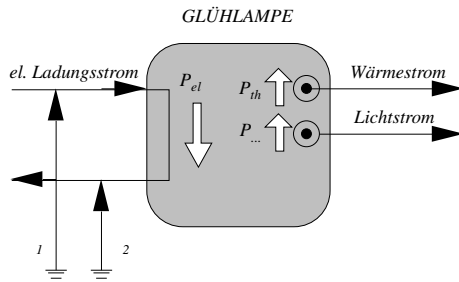
6. Ergänzen Sie die folgende Tabelle, welche die Analogie zwischen Gravitation, Hydraulik und Elektrizität aufzeigen soll.

Versuchen Sie, die Tabelle möglichst ohne Hilfsmittel (Physik-Buch etc.) auszufüllen.

	Gravitation	Hydraulik	Elektrizität
Mengenartige Grösse	Masse m		
Trägerstrom		Volumenstrom I_V	
Potential	Gravitationspotential $g \cdot h$		
Energiestrom		$I_W = p \cdot I_V$	
Prozessleistung	$P_{\text{grav}} = g \cdot h \cdot I_m$		
Widerstandsgesetz	---		$I_Q = \frac{1}{R} U_R$

Lösungen

1.



2. a) $P_{el} = U \cdot I_Q$ $I_Q = \frac{W}{U \cdot t} = \frac{108 \text{ J}}{4.5 \text{ V} \cdot 60 \text{ s}} = 0.4 \text{ A}$
 $W = P_{el} \cdot t$

b) Die Behauptung wäre dann wahr, wenn der elektrische Ladungsstrom unverändert 0.4 A wäre. Ob dies der Fall ist, hängt von den Eigenschaften des Widerstandes ab. Bei einem ohm'schen Widerstand würde sich der elektrische Ladungsstrom auf 0.8 A verdoppeln. Die umgesetzte Energie wäre dann 432 J pro Minute, d.h. vier Mal so hoch wie bei 4.5 V.

3. a) $P_{el} = U \cdot I_Q$ $I_Q = \frac{P_{el}}{U} = \frac{75 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 0.33 \text{ A}$

b) $R = \frac{U}{I_Q} = \frac{230 \text{ V}}{\dots \text{ A}} = 705$ (I_Q aus Aufgabe a))

c) $I_Q = \frac{1}{R} U = \frac{1}{\dots} \cdot 115 \text{ V} = 0.16 \text{ A}$ (R aus Aufgabe b))

d) $\frac{1}{R_{tot}} = n \cdot \frac{1}{R}$ $n = R \frac{I_Q}{U} = \dots \cdot \frac{6 \text{ A}}{230 \text{ V}} = 18.4$ 18 Glühlampen
 $U = R_{tot} \cdot I_Q$

(R aus Aufgabe b))

4. a) Serieschaltung

b) $n \cdot U_L - U = 0$ $n = \frac{U}{U_L} = \frac{230 \text{ V}}{4 \text{ V}} = 57.5$ 58 Glühlampen

c) $P_{el} = U \cdot I_Q$
 $I_Q = \frac{1}{R_{tot}} U$
 $R_{tot} = n \cdot R_L$ $P_{el} = \frac{1}{n} \frac{U^2}{U_L} I_{QL} = \frac{1}{58} \frac{(230 \text{ V})^2}{4 \text{ V}} 0.1 \text{ A} = 23 \text{ W}$
 $R_L = \frac{U_L}{I_{QL}}$

5. $P_{el} = U \cdot I_Q$

$I_Q = \frac{1}{R_G} U$

$R_G = \frac{U_G}{I_{QG}}$

$P_{el} = \frac{U^2}{U_G} I_{QG}$

$P_{el, \min} = \frac{U_{\min}^2}{U_G} I_{QG} = \frac{(0.9 \cdot 230 \text{ V})^2}{230 \text{ V}} 0.5 \text{ A} = 93 \text{ W}$

$P_{el, \max} = \frac{U_{\max}^2}{U_G} I_{QG} = \frac{(1.06 \cdot 230 \text{ V})^2}{230 \text{ V}} 0.5 \text{ A} = 129 \text{ W}$

6.

	Gravitation	Hydraulik	Elektrizität
Mengenartige Grösse	Masse m	Volumen V	Elektrische Ladung Q
Trägerstrom	Massenstrom I_m	Volumenstrom I_V	Elektrischer Ladungsstrom I_Q
Potential	Gravitationspotential $g \cdot h$	Druck p	Elektrisches Potential
Energiestrom	$I_W = g \cdot h \cdot I_m$	$I_W = p \cdot I_V$	$I_W = U \cdot I_Q$
Prozessleistung	$P_{\text{grav}} = g \cdot h \cdot I_m$	$P_{\text{hyd}} = p \cdot I_V$	$P_{\text{el}} = U \cdot I_Q$
Widerstandsgesetz	---	$I_V = \frac{1}{R_V} p$	$I_Q = \frac{1}{R} U_R$