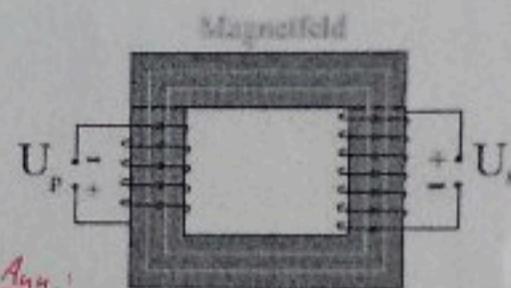


- Kommentieren Sie Ihre Lösungen! (Erläuterungen, Begründungen, Folgerungen)
- Rechnen Sie in SI-Einheiten (kg, m, s etc.)!
- Überprüfen Sie die physikalischen Einheiten in Ihren Rechenschritten und Lösungen! (Vor allem bei längeren Rechenwegen!)
- Lesen Sie die Aufgaben zunächst alle einmal und beginnen Sie dann mit der für Sie einfachsten Aufgabe!

Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner, Formelsammlung, Schreibutensilien

Transformator Ein Trafo besteht aus mehreren Drahtwicklungen („Spulen“), die sich in einem gemeinsamen Magnetfeld befinden. Mit Trafos lassen sich Spannungen herauf- und heruntertransformieren. Vielfache Anwendung finden sie bei der Spannungsversorgung elektronischer Niedervoltgeräte durch Netzteile (Handys, Computer etc.)

An einen Transformator (Primärwindungszahl n_p , Sekundärwindungszahl n_s) wird primärseitig die Wechselspannung U_p angelegt.



1.1. Leiten Sie aus dem Gesetz für die Spannungsübersetzung am idealen

Transformator ($\frac{U_p}{U_s} = \frac{n_p}{n_s}$) das Gesetz für die Stromübersetzung her. Nehmen

Sie dazu an, dass die gesamte primärseitig hineingesteckte Leistung im Sekundärkreis zur Verfügung steht. (Hinweis: Eine bloße Angabe des Gesetzes für die Stromübersetzung ist wertlos!)

Ann.: $P_p = P_s \Leftrightarrow U_p I_p = U_s I_s$
 $\Leftrightarrow \frac{I_s}{I_p} = \frac{U_p}{U_s} (= \frac{n_p}{n_s})$

1.2. Es sei nun $U_p = 230 V$, $n_p = 100$ und $n_s = 25$. An die Sekundärspule ist ein Widerstand $R_s = 8 \Omega$ angeschlossen.

a) Welcher Strom I_s fließt durch R_s ? $U_s = \frac{n_s}{n_p} U_p = \frac{1}{4} 230 V = 57,5 V \Rightarrow I_s = \frac{U_s}{R_s} = 7,2 A$

b) Welcher Strom I_p fließt durch die Primärwicklung? (Kontrollergebnis: ca. 1,8 A)

$I_p = \frac{n_s}{n_p} I_s = \frac{1}{4} I_s = 1,8 A$

1.3. Tatsächlich fließt primärseitig ein Strom von 2,2 A.

a) Wie groß ist die Verlustleistung? $P_{\text{Verlust}} = U_p \cdot \Delta I$ (mit $\Delta I = (2,2 - 1,8) A = 0,4 A$) = 92 W

b) Welche Ursachen kann sie haben? (Es gibt tatsächlich mehrere!) - ohmsche Widerst. d. Spulen \Rightarrow Verlust d. Wärme

c) Wie hoch ist der Wirkungsgrad η (s.u.) des Trafos?

$\eta = \frac{230 V \cdot 1,8 A}{230 V \cdot 2,2 A} = 82 \%$
 - magt. Umpolung im Eisenkern \Rightarrow "

Beugung und Interferenz Eine wichtige Eigenschaft von Wellen ist, dass sie sich unter gewissen Bedingungen nicht geradlinig ausbreiten (Beugung). Zudem kann es zur Verstärkung und Auslöschung der Intensitäten bei der Überlagerung von Wellen kommen (konstruktive und destruktive Interferenz). Dass Licht beim Durchscheinen eines Doppelspalt oder eines optischen Gitters diese Eigenschaften ebenfalls zeigt, weist auf seinen Wellencharakter hin. Da die Wellenlänge des Lichts Bruchteile von Mikrometern beträgt, ist sie einer Messung nicht direkt zugänglich, sondern wird indirekt aus makroskopischen Größen mit Hilfe von Geometrie und Trigonometrie berechnet.

2.1. Leiten Sie mit Hilfe geometrischer und trigonometrischer Betrachtungen zum Doppelspaltexperiment eine Formel für die Berechnung der Wellenlänge als Funktion der messbaren Größen her: $\lambda = f(n, a, d, e)$ (*)

Sie dürfen dazu die sog. Kleinwinkelnäherung benutzen: für $\alpha < 10^\circ$ gilt in guter Näherung $\sin(\alpha) = \tan(\alpha)$

2.2. Ein Doppelspalt mit variablem Spaltabstand wird mit Licht beleuchtet, das die Wellenlänge $\lambda = 400 nm$ besitzt. Auf dem Schirm, der $e = 0,50 m$ entfernt aufgestellt ist, entstehen helle Streifen im Abstand a .

a) Berechnen Sie für $a_1 = 3,0 mm$ den Abstand d_1 der Spalte. $d_1 = \frac{a_1 \cdot \lambda}{e} = 67 \mu m$

b) Welche Wellenlänge λ liegt vor, wenn der gleiche Ort des Maximums 1. Ordnung $a_1 = 3,0 mm$ bei einem Spaltabstand von $d_2 = 7,5 \cdot 10^{-5} m$ gefunden wird? $\lambda = \frac{a_1 \cdot d_2}{1 \cdot e} = 450 nm$

2.3. Paralleles Licht der Wellenlänge 600 nm fällt senkrecht auf einen Doppelspalt mit dem Spaltmittenabstand 0,5 mm. Das Beugungsbild wird auf einem ebenen Schirm aufgefangen, der parallel zur Doppelspaltebene in 2,00m Abstand aufgestellt ist. Berechnen Sie den Abstand des 5. Maximums zum nullten Maximum.

(*) kl. Optik: $\sin \alpha \approx \frac{\Delta s}{d} = \frac{n \cdot \lambda}{d}$ bei konst. Int. / gr. Optik: $\tan \alpha = \frac{a_n}{e}$

$\lambda = 600 nm, d = 0,5 mm, e = 2m, ges.: a_5$

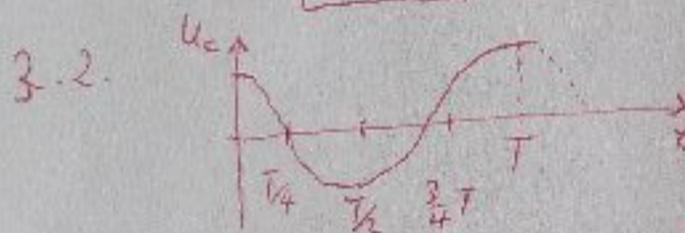
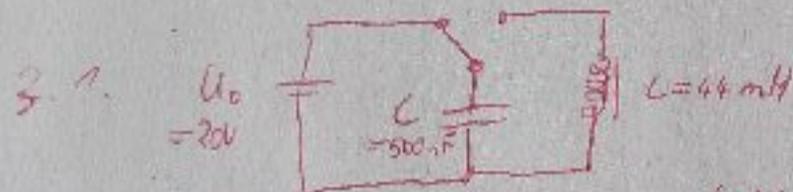
$a_5 = \frac{5 \cdot e \cdot \lambda}{d} = 1,2 cm$

$\lambda = \frac{a_n \cdot d}{n \cdot e} = f(n, a_n, d, e)$

Der elektromagnetische Schwingkreis Der em. Schwingkreis bildet die technische Grundlage für die Erzeugung em. Wellen, die vielfache Anwendungen in der Nachrichten und Informationstechnologie finden.

An einen Kondensator mit der Kapazität $C=500\text{ nF}$ ist zunächst die Spannung $U_0=20\text{ V}$ angelegt. Die Stromquelle wird danach abgetrennt und der Kondensator über eine Spule mit der Induktivität $L=44\text{ mH}$ entladen. Während des Entladens wird der zeitliche Verlauf der Spannung U_c am Kondensator mit einem Oszilloskop dargestellt.

- 2.1. Fertigen Sie eine Schaltskizze zur Durchführung des obigen Versuchs an.
- 2.2. Erläutern Sie die Vorgänge während einer Periode, gehen Sie dabei besonders auf die stattfindenden Energieumwandlungen ein.
- 2.3. Berechnen Sie die Schwingungsdauer T dieses zunächst als ideal angenommenen Schwingkreises.
- 2.4. Berechnen Sie für den Zeitpunkt $t = 0,10\text{ s}$ die Momentanspannung U_c .
- 2.5. Geben Sie eine Möglichkeit an, wie durch die Veränderung der gegebenen Größen die Frequenz des Oszillators halbiert werden kann. Begründen Sie Ihre Antwort.



$t=0$: C geladen, $U_c = 20\text{ V}$, $E = E_{el} = \frac{1}{2} C U_c^2$
 $t = T/4$: C entladen, $U_c = 0$, $I = I_{max}$, $E = E_{mag} = \frac{1}{2} L I_{max}^2$
 $t = T/2$: C entgegenges. geladen, $U_c = -20\text{ V}$, $E = E(0)$
 $t = 3/4 T$: C entl., $U_c = 0$, $I = -I_{max}$, $E = E(T/4)$

(*1) : Umwandl. el. in mag. E.
 (*2) : " " mag. " el. E

2.3. $T = 2\pi \sqrt{LC} = 0,93\text{ ms}$ ($\Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 6742/\text{s}$)

2.4. $U(t) = U_0 \cdot \cos(\omega t) \Rightarrow U(0,1\text{ s}) = 20\text{ V} \cdot \cos(6742/\text{s} \cdot 0,1\text{ s}) = -6,45\text{ V}$

2.5. $f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$, Halbierung: $f \rightarrow f/2 = \frac{1}{2} \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi \sqrt{4LC}}$

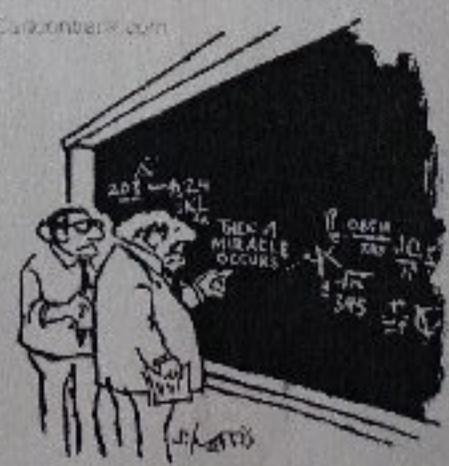
- ~~Verdopp.~~ Verdopp. von L , C konst
- " " " C, L "
- Halb. " C und Halb. von L

Konstanten & Einheiten

$\eta = \frac{\text{genutzte Leistung}}{\text{hineingesteckte Leistung}}$; $\eta = 1$, wenn $P_{\text{Verlust}} = 0$

siehe Formelsammlung

Viel Spaß und Erfolg!



"I think you should be more explicit here in step two."