12.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Im Leerlauf ist das Verhältnis der Windungszahlen gleich dem Verhältnis der Spannungen:   Im Kurzschluss verhalten sich die Ströme umgekehrt wie die Windungszahlen: | | |
| Antwort: | Das Verhältnis der Windungszahlen ist 26,1, im Kurzschluss fließen in der Sekundärspule 2,6 A. | | |

18.

|  |  |
| --- | --- |
| Vom Punkt 1 gehen drei Widerstände weg (blau), vom Punkt 7 ebenfalls (rot).  Von den Enden dieser Widerstände, also den Punkte 2, 4 und 5 sowie 3, 7 und 8 gehen jeweils 2 Widerstände ab (grün).  Von die Punkte 2, 4 und 5 ist der Abstand zu den Punkte 1 und 7, an denen ja die Spannung anliegt, jeweils gleich. Mit dem Punkt 1 verbindet sie immer ein blauer Widerstand und mit dem Punkt 7 zwei Grüne und zwei Rote. | lse18_1 |
| Damit ist es möglich, die Punkte 2, 4 und 5 zu verbinden, da zwischen ihnen keine Spannung besteht und damit auch kein Strom fließt. Man sagt, sie liegen auf dem gleichen Potential. Würde man z.B. zwischen Punkt 2 und Punkt 4 einen Spannungsmesser anlegen, zeigt er die Spannung 0V an. | lse18_2 |
| Zwischen den Punkten 2, 4 und 5 sowie 3, 6, und 8 liegen somit 6 grüne Widerstände parallel zueinander.  Die Schaltung besteht aus einer Reihenschaltung von 3 parallelen (blau), 6 parallelen (grün) und noch mal 3 parallelen (rot) Widerständen. | lse18_3 |
| Die Teilwiderstände sind    und | Damit kann nun endlich der Gesamtwiderstand berechnet werden:  Der Strom kann damit berechnet werden und beträgt 1,2 A |

28.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Mit dem Gesetz der Spannungsübersetzung am Trafo erhält man die Sekundärwindungszahl:  Das ist ein theoretischer Wert, da das Gesetz der Spannungsübersetzung streng genommen nur für den Leerlauf gilt. Real müssten es etwas mehr Windungen sein.  b) Wenn man annimmt, das der Wirkungsgrad des Trafos 100% ist, gilt:   c) | | |
| Antwort: | Der Trafo muss 13 Windungen in der Sekundärwicklung haben. Im Primärkreis fließen 2,6 mA. Der Motor hat einen Widerstand von 60 Ohm. | | |

42.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  | |
| Lösung: | c) | | | |  |
| e)Es wird die Kapazität mit der neuen Dielektrizitätskonstante berechnet. Die Kapazität ist die ursprüngliche Kapazität um den Faktor der Dielektrizitätskonstante vergrößert. | | | | |
| Der Kondensator wird als zwei parallel geschaltete Kondensatoren betrachtet. Der eine ist mit Luft, der andere mit Glas gefüllt. Die Fläche der neuen Kondensatoren entspricht jeweils der Hälfte des ursprünglichen Kondensators. | | lse42 | | |
|  | | | | |
| g) Ursprüngliche Energie:  Davon ein viertel:  Die Ladung: | | | | |

43.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a)  b) | | |
| Antwort: | Der Kondensator hat 35 pF Kapazität. Auf das Kügelchen zwischen den Platten wirkt eine Kraft von 1,96\*10-4N. | | |

46.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | r | |
| Lösung: | a) Verlässt das Elektron die Beschleunigungsstrecke, würde es sich mit einer konstanten Geschwindigkeit gerade aus weiter bewegen (Trägheitsgesetz). Da sich die Elektronen aber senkrechte zu den Magnetfeldlinien bewegen, die hier von dem Beobachter weg gerichtet sind (vorn: N, hinten S), wirkt senkrecht zur Bewegungsrichtung auf die Elektronen eine Kraft. Diese ruft eine zweite Geschwindigkeitskomponente hervor, die nach unten gerichtet ist. Damit bewegt sich das Elektron entsprechend der resultierende Geschwindigkeit schräg nach unten. Da die Kraft auf das Elektron mit konstanter Größe, aber ständig ändernder Richtung immer senkrecht zu der resultierende Geschwindigkeit wirkt, führt das Elektron eine Kreisbewegung durch.  Die Lorentzkraft wirkt hier als Radialkraft. | | | e46 |
| b) Radialkraft = Lorentzkraft  c) Da in der oben stehenden Gleichung nur die Masse größer wird, alle andern Größen aber konstant bleiben, wird der Radius auch größer. Physikalisch gesehen bedeutet dass, dass die Protonen träger sind, mehr Masse haben und damit einen größeren Bogen beschreiben. | | | |
| Antwort: | Der Radius der Elektronenbahn beträgt 6,96 mm. | | | |

48.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | L |
| Lösung: | Das Induktionsgesetz lautet:  Die Gleichung wird nach L umgestellt und berechnet: | | |
| Antwort: | Die Spule hat eine Induktivität von 2,0 H. | | |

49.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die Induktivität einer Spule ist:  Aus der Bedingung, dass beide Spulen die gleiche Induktivität haben, ergibt sich:  Über die Fläche A kann man aus dem Durchmesser eine Aussage machen:  Mit dieser Beziehung erhält man: | | |
| Antwort: | Die zweite Spule hat 520 Windungen. | | |

51.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die Induktionsspule spürt die Änderung des Magnetfeldes der Feldspule und induziert eine Spannung entsprechend dem Induktionsgesetz:  Da die Fläche der Spule konstant bleibt, kann man schreiben:  Es fehlt noch eine Aussage über die Änderung des Magnetfeldes der Feldspule   Damit kann die Induktionsspannung berechnet werden: | | |
| Antwort: | In der Induktionsspule wird eine Spannung von 0,5 V induziert. | | |

55.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a)    b)  c) Wird die Verbindung zur Spannungsquelle beibehalten, ändert sich die Spannung nicht. Da sich aber durch die Vergrößerung des Plattenabstandes die Kapazität verkleinert, verändern sich auch die Ladungen auf den Platten.  d) Wird Plattenabstand nach dem Abklemmen der Spannungsquelle vergrößert, bleiben die Ladungen auf den Platten erhalten. Damit ändert sich die Spannung zwischen den Platten.   Aus der letzten Gleichung ist zu entnehmen, dass U proportional zum Plattenabstand ist. Das heißt, der Quotient aus U und d ist konstant. Das ist aber gerade die Feldstärke, die sich damit nicht ändert. | | |
| Antwort: | a) Ladung 4,43\*10-8 C b) Feldstärke 100 000 V/m c) Feldstärke: 666 66 V/m Ladung: 2,95\*10-8 C d) Feldstärke: 100 000 V/m Spannung: 600 V | | |

58.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | d) B  e) F |
| Lösung: | c) Wird die Leiterschleife in das Feld hinein bewegt, so ändert sich die vom Magnetfeld durchsetzte Fläche. Also ist  Das hat zur Folge, dass in der Leiterschleife ein Spannung induziert wird. Da die Leiterschleife geschlossen ist, fließt ein Induktionsstrom.  d) Da B konstant ist, gilt das Induktionsgesetz in der Form:  Daraus wird dann:  e) Wird die Leiterschleife in das Magnetfeld bewegt, fließt durch sie ein Strom. Damit erzeugt sie selbst ein Magnetfeld, das mit dem vorhandenen Magnetfeld in Kontakt tritt. Nach der Lenzschen Regel ist das Magnetfeld der Leiterschleife der Ursache der Induktion entgegen gerichtet. Es bremst also die Bewegung. Damit muss eine Kraft aufgebracht werden, um diese bremsende Kraft zu überwinden und eine gleichförmige Bewegung aufrecht zu halten.  Die Kraft ist die Lorentzkraft:  Für die Länge wird die Länge einer Seite, also 5,5 cm eingetragen. Die bremsende Kraft wirkt nur auf die untere Seite der Drahtschleife. Die obere Kante spürt noch kein Magnetfeld und damit auch keine Kraft. Die rechte und linke Seite der Schleife spüren zwar eine Kraft. Diese wirken aber jeweils nach außen und damit nicht in Bewegungsrichtung. | | |

61.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | f |
| Lösung: | Es liegt eine Reihenschaltung von Kondensator und Widerstand vor. Die Stromstärke wird vom Wechselstromwiderstand Z bestimmt. Dieser wird mit fallender Frequenz größer, also wird der fließende Strom kleiner.  Nach der Aufgabenstellung soll der neue Strom nur noch halb so groß wie der ursprüngliche Strom. | | |
| Antwort: | Die neue Frequenz beträgt 17,9 Hz. | | |

63.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Wird das Dielektrikum in den Kondensator hineingebracht, ändert sich dessen Kapazität um den Wert der gesuchten Dielektrizitätskonstanten. Die neue Kapazität lässt sich aus der Resonanzgleichung für einen Schwingkreis berechnen.  Dieser Wert ist 11 mal größer als die Ausgangskapazität. | | |
| Antwort: | Die Dielektrizitätskonstante beträgt 11. | | |

65.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | R |
| Lösung: | Über der Lampe muss eine Spannung von 6 V abfallen. Damit fallen über dem Widerstand UR = 14 V ab. Wie groß ist der Strom in der Schaltung?  Dieser Strom muss auch durch den Vorwiderstand fließen. | | |
| Antwort: | Es ist ein Vorwiderstand von 28  notwendig. | | |

67.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  | |
| Lösung: | a) In einer Schaltung, die aus mehreren Widerständen besteht, wird der Gesamtstrom durch den Gesamtwiderstand bestimmt. Für den Strom erscheinen die Widerstände wie ein Widerstand, der ihn hemmt. Dieser eine Widerstand wird als Ersatz- oder Gesamtwiderstand bezeichnet. Der Gesamtwiderstand muss Schritt für Schritt berechnet werden. 1. Zusammenfassen der Reihenschaltungen 2. Zusammenfassen der Parallelschaltungen | | | |
| Es werden die beiden Widerstände 1 und 2 zusammengefasst: | | | lse67 |
| Dieser Ersatzwiderstand ist parallel zum Widerstand 3 geschaltet: | | | lse67_1 |
| Für den Strom erscheint die Schaltung wie ein 18,2 Ohm Widerstand. Damit kann der Gesamtstrom berechnet werden:  b) Dieser Gesamtstrom setzt sich aus zwei Teilströmen zusammen: der, der durch den Widerstand R3 fließt und der, der durch die Widerstände R1 und R2 fließt. Da R1 und R2 in Reihe geschaltet sind, ist der Strom in den beiden Widerständen gleich groß. Da die beiden Widerstände parallel an der Spannungsquelle liegen, ist die anliegende Spannung gleich der Gesamtspannung. | | | |
| Antwort: | Der Strommesser zeigt einen Strom von 0,66 A an. Durch den Widerstand R2 fließen 0,29 A. | | | |

69.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a)   b)  Die Einheit Wh ist für die elektrische Arbeit nicht üblich. Ein typische Abrechnungsgröße ist die kWh. 8,4 Wh sind 0,0084 kWh. Eine kWh kostet etwa 16 Cent. In der Physik verwendet man SI-Einheiten. Für die Arbeit ist das Ws oder J (Joule). 8,4 Wh = 30240 Ws = 30240 J. Ein J ist z.B. die Arbeit, die verrichtet werden muss, um 100 g etwa 1 m hoch zu heben. | | |
| Antwort: | Die Glühlampe hat eine Leistung von 1,2 W. Sie verrichtet dabei 8,4 Wh Arbeit. | | |

79.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | A |
| Lösung: |  | | |
| Antwort: | Die Leitung muss einen Querschnitt von mindestens 2 mm² haben. | | |

81.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | | C |
| Lösung: | Die in einem Kondensator gespeicherte Energie ist  Zum Zünden der Lampe ist eine Energie von  notwendig. Beide Gleichungen werden gleichgesetzt und nach C umgestellt. | | Einheitenrechnung: | |
| Antwort: | Der Kondensator muss eine Kapazität von 1100 µF haben. | | | |

83.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | | I |
| Lösung: | Die Magnetnadel richtet sich im Magnetfeld der Erde ohne Spule in Nord-Süd-Richtung aus. Die Spule erzeugt ein Magnetfeld, das senkrecht zum Erdmagnetfeld steht und die Nadel aus ihrer ursprünglichen Richtung ablenkt. Diese Ablenkung ist um so größer, je stärker das Magnetfeld der Spule ist und das wiederum hängt direkt von der Stromstärke durch die Spule ab.  Aus der Ablenkung der Magnetnadel kann man also direkt auf die Stromstärke schließen. | | | |
| Die Kraft, die ein Magnetfeld ausübt, ist proportional zur magnetischen Flussdichte B. Verdoppelt sich das Magnetfeld, wirkt auch eine doppelt so große Kraft.  Auf die Nadel wirken zwei Kräfte, die senkrecht zueinander stehen. Das sind die Kräfte FE vom Erdmagnetfeld und FS von der Spule. Wie an der Skizze zu erkennen ist, kann man aus diesen beiden Kräften ein rechtwinkliges Dreieck bilden. Der Winkel lässt sich dann mit    berechnen. | | lse83 | |
| Da Kraft mit magnetische Flussdichte zueinander proportional sind, kann man auch schreiben:    sind bekannt und in steckt die gesuchte Stromstärke:    Nun noch einsetzen, umstellen, ausrechnen und fertig: | | | |
| Antwort: | Durch die Spule fließt ein Strom von 44 mA. | | | |

84.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | Q |
| Lösung: | Es wird die Definitionsgleichung der Kapazität verwendet: | | |
| Antwort: | Der Kondensator ist mit 2,8 mC geladen. | | |

85.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Das Elektron gewinnt im elektrischen Feld an kinetischer Energie. Dabei kann es nur soviel aufnehmen, wie im elektrischen Feld enthalten sind. Da sich die Masse des Elektrons bei Vernachlässigung relativistischer Effekte nicht verändert, kann man über die kinetische Energie die Geschwindigkeit des Elektrons berechnen.   b) Die Anfangsenergie wird zur elektrischen Energie addiert:  c) Die Kraft des elektrischen Feldes wirkt nach unten. Das magnetische Feld wirkt senkrecht zur Geschwindigkeit des Elektrons (Lorentzkraft) Die Richtung wird mit der linken-Hand-Regel bestimmt und zeigt nach oben. d) Auf das Elektron wirkt eine elektrische Kraft nach unten und eine magnetische Kraft nach oben. Die Gesamtkraft ist die Summe der Kräfte.   d) Die Elektronen fliegen geradlinig durch die gekreuzten elektrischen und magnetischen Felder, wenn auf sie keine Kraft wirkt (Trägheitsgesetz) Auf sie wirkt aber nur dann keine Kraft, wenn die elektrische und die magnetische Kraft gleich groß sind und sich damit aufheben.  Alle Elektronen mit der oben berechneten Geschwindigkeit fliegen geradlinig durch die gekreuzten Felder hindurch. Alle anderen werden nach oben oder unten abgelenkt. Damit wirkt eine solche Anordnung als Geschwindigkeitsfilter für geladene Teilchen und wird z.B. beim Massenspektrographen eingesetzt. Die Masse der Teilchen spielt dabei keine Rolle. | | |
| Antwort: | Die Elektronen haben eine Geschwindigkeit von 13,3\*106ms. Bei einer Feldstärke von 159,1\*103 V/m fliegen die Elektronen geradlinig durch die gekreuzten Felder. | | |

86.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Geg.: |  | ges.: |  | |
| Lösung: | In einer Reihenschaltung von Spule, Widerstand und Kondensator ist die Stromstärke maximal, wenn die Wechselstromwiderstände von Spule und Kondensator gleich groß sind. Es gilt also:  Für diesen Sonderfall gilt weiterhin, dass   In der Reihenschaltung ist die Stromstärke im gesamten Stromkreis gleich. Mit dieser Stromstärke lassen sich nun die Spannungen berechnen: | | | |
| Kondensator | | | Spule |
| Die beiden Spannungen sind gleich groß. Das ist auch nicht verwunderlich, denn die beiden Widerstände haben ja bei dieser Frequenz auch den gleichen Wert. 2. Es wird als erstes der Scheinwiderstand der gesamten Schaltung berechnet:  Damit wird nun der Strom berechnet: | | | |
| Antwort: | Der Kondensator hat eine Kapazität von 470 nF. Die Spannungen an den beiden Bauteilen sind gleich groß und betragen 30,1 V.  Wir ein Widerstand von 200 Ohm in Reihe geschaltet, sinkt der Strom von 32 mA auf 23 mA | | | |

88.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | | ges.: | |  | |
| Lösung: | In einer Parallelschaltung ist die Spannung an allen Stellen gleich. Es müssen die einzelnen Ströme durch die Bauelemente berechnet werden. Unter Berücksichtigung der Phasenverschiebung lässt sich dann mit dem Phasendiagramm der Gesamtstrom berechnen. | | | | | |
| Ohmscher Widerstand | Spule | | | | Kondensator |
| Als Maßstab für das Zeigerdiagramm eignet sich z.B. | | | | | |
| 1. Am Ohmschen Widerstand findet keine Phasenverschiebung statt, Spannung und Strom zeigen in die gleiche Richtung.  lse88_1 | | | 2. Der Strom durch die Spule ist um -90° zur Spannung phasenverschoben. Der Stromzeiger zeigt nach unten.  lse88_2 | | |
| 3. Der Strom durch den Kondensator ist um 90° zur Spannung phasenverschoben. Der Stromzeiger zeigt nach oben. lse88_3 | | | 4. Der Gesamtstrom ist der Zeiger vom Ursprung zum Ende des letzten Zeigers. Durch Ausmessen erhält man die Größe von etwa 0,28 A. lse88_4 | | |
|  | | | | | |
| Antwort: | Durch die Schaltung fließt ein Gesamtstrom von 0,28 A. | | | | | |

89.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | | C |
| Lösung: | a) Der Widerstand wird nicht durch Umwandlung von elektrischer Energie in Wärme aufgebracht. Aus diesem Grund ist der Wirkungsgrad höher. | | | |
| b) Bei einer anliegenden Spannung von 230 V soll ein Strom von 0,1 A fließen. Damit muss der Widerstand der Schaltung   groß sein. | | lse89 | |
| Da es sich um eine Reihenschaltung aus Kondensator und Widerstand handelt, muss die Phasenverschiebung im Kondensator berücksichtigt werden. Der Gesamtwiderstand ist also nicht einfach die Summe der Einzelwiderstände, sondern berechnet sich nach:  Z ist der berechnete Gesamtwiderstand RG. R ist in dieser Gleichung der ohmsche Widerstand der Glühlampe, also 63 Ohm groß. Die Gleichung muss nun nach der gesuchten Kapazität umgestellt werden:  c) In einer Reihenschaltung aus Kondensator und Widerstand ist die Summe der Teilspannungen nicht so groß wie die Gesamtspannung.  Der Kondensator hat im Wechselstromkreis den kapazitiven Widerstand    Die Spannung über dem Kondensator ist dann | | | |
| Antwort: | Der Kondensator muss eine Kapazität von 1,38 µF haben. Über dem Kondensator liegt eine Spannung von 231 V an. | | | |

94.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | U |
| Lösung: | Der fließende Strom, der das Magnetfeld der vorgegebenen Größe erzeugt, wird von der anliegenden Spannung und dem Widerstand der Spule bestimmt.  Der Strom ist noch zu berechnen.  Damit kann man nun die Spannung berechnen: | | |
| Antwort: | An die Spule muss eine Spannung von 26,8 V angelegt werden. | | |

97.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Das Elektron wird durch die konstante Kraft im elektrischen Feld beschleunigt.   mit der Elementarladung e als Q und   Einsetzen ergibt:  Einheitenbetrachtung:   b) Es ist eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung (konstante Kraft), also gilt: | | |
| Antwort: | Die Feldstärke muss 11,3\*103 Vm-1 betragen. Das Elektron hat die Beschleunigungsstrecke nach 2,5\*10-9 s durchlaufen. | | |

102.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | Q |
| Lösung: | Da das Staubteilchen schwebt, wirkt keine äußere Kraft. Es herrscht Kräftegleichgewicht zwischen der nach unten wirkenden Gewichtskraft und der nach oben wirkenden elektrischen Kraft. Es gilt:  Aus dem Gleichgewicht ergibt sich: | | |
| Antwort: | Das Staubteilchen hat eine Ladung von 1,47\*10-15 C. | | |

103.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Reihenschaltung:   Parallelschaltung:  Diese beiden Gleichungen setzt man in das gegebene Verhältnis ein.  Diese Gleichung ist nur erfüllt, wenn die beiden Widerstände gleich groß sind. | | |
| Antwort: | Die beiden Widerstände sind gleich groß. | | |

104.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | I |
| Lösung: | Die Schaltung wird Schritt für Schritt berechnet. Zuerst fasst man die Parallelschaltungen von Widerständen zu jeweils einen Ersatzwiderstand zusammen. Daraus wird dann der Ersatzwiderstand der Reihenschaltung der Ersatzwiderstände berechnet. Dieser Ersatzwiderstand liefert zum Schluss mit der Spannung die gesuchte Stromstärke. Schritt 1:  Schritt 2:Schritt 3: | | |
| Antwort: | Durch die Widerstandsschaltung fließt ein Strom von 8 mA. | | |

112.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  | |
| Lösung: | Der fließende Strom wird durch zwei Größen bestimmt: die anliegende Spannung und der Widerstand. Die Spannung ist konstant, der Widerstand ist der kapazitive Widerstand des Kondensators. Dieser wiederum ist von der Kapazität abhängig, die sich mit der Dicke der Folie ändert. | | | |
|  | | |  |
|  | | | |

113.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
| Lösung: | a) Gleichstrom: nur ohmscher Widerstand Wechselstrom: ohmscher und induktiver Widerstand, der durch Selbstinduktion in der Spule entsteht  b) Die Spule ist als Reihenschaltung von ohmschen und induktiven Widerstand zu betrachten:  Der ohmsche Widerstand ergibt sich aus der Gleichstrommessung:  Die Wechselstrommessung liefert den Scheinwiderstand Z der Schaltung:   Die erste Gleichung muss nun nach L umgestellt werden und die Induktivität kann berechnet werden: | | | |
| Die Phasenverschiebung berechnet sich nach  Die Phasenverschiebung ist der Winkel zwischen der anliegenden Spannung und dem fließenden Strom. Hätte die Spule keinen ohmschen Widerstand, wäre die Phasenverschiebung genau 90°. | | lse113 | |
| Antwort: | Die Induktivität der Spule beträgt 1,8 H. | | | |

114.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Die reale Spule stellt eine Reihenschaltung von Induktivität und ohmschen Widerstand dar. Durch die auftretenden Phasenverschiebungen zwischen Spannung und Strom ergibt sich ein Scheinwiderstand, der sich mit    berechnet.  Das sieht im Einzelnen dann so aus:    Diese beiden Werte stehen im Verhältnis    Da sich die Ströme umgekehrt zu den Widerständen verhalten, haben die Ströme ein Verhältnis von 9,5 : 1.  b) Wenn der ohmsche Anteil wegfällt, verhalten sich die Scheinwiderstände wie    Damit ist das Verhältnis der Ströme 10 : 1. | | |
| Antwort: | . | | |

118.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | C |
| Lösung: | Der Kondensator wird parallel zur Spule des Motors geschaltet. Das bedeutet, dass am Kondensator und an der Spule die gleiche Spannung anliegt. Da Spule und Kondensator eine entgegen gesetzte Phasenverschiebung haben, muss der Leistungsfaktor des Kondensators zur Kompensation ebenfalls 0,8 betragen. Damit gleicht er die Phasenverschiebung der Spule vollständig aus. Wie groß ist der Strom durch den Kondensator, damit das erreicht wird? Der angegeben Strom ist der Scheinstrom. Es glit:  Damit kann die Kapazität berechnet werden: | | |
| Antwort: | Der parallel geschaltete Kondensator muss eine Kapazität von 35 µF haben. | | |

119.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Geg.: |  | ges.: | a) U für v0  b) t für l |
| Lösung: | a) Die Ionen erhalten ihre kinetische Energie aus der elektrischen Energie des Feldes:  b) Die Ionen fliegen mit konstanter x-Geschwindigkeit von Loch 1 zu Loch 2.    c) In y-Richtung wirkt auf die Ionen eine konstante Kraft, sie bewegen sich gleichmäßig beschleunigt.  t ist die Zeit, in der die Ionen von der einen Seite zur anderen gelangen, also die Zeit aus b).  Wie groß ist die Beschleunigung? | | |
| Also wird:  d) Die Geschwindigkeit in x-Richtung entspricht der Geschwindigkeit v0. In y-Richtung nimmt die Geschwindigkeit nach den Gesetzen gleichmäßig beschleunigten Bewegung kontinuierlich zu. Die Beschleunigung wurde schon in c) bestimmt.   Der Betrag der Geschwindigkeit ist nach den Gesetzen der Vektorrechnung die Diagonale des von den beiden Geschwindigkeiten aufgespannten Rechtecks.  Der Ablenkwinkel ist der Winkel zwischen der eben berechneten Geschwindigkeit und der Geschwindigkeit v0 = vx. | | |

120.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Geg.: |  | ges.: |  | |
| Lösung: | Der Leistung von 1,5 PS entsprechen 1,1 kW. Davon gehen ein Drittel verloren, so dass nur noch 0,73 kW zur Verfügung stehen.  a) Angaben zum Wasserfall Wie viel Wasser kann man in einer Sekunde mit der zur Verfügung stehenden Leistung hochheben (und dann im Wasserfall wieder nach unten fallen lassen)?  Über die Gesetze des freien Falls kommt man auf eine Fallzeit von 0,64 s und das Wasser kommt mit einer Geschwindigkeit von 6,3 m/s unten an.  b) Eine Angabe zur Dicke des Drahtes kann man machen, wenn man den Gesamtwiderstand der Leitung kennt. Den kann man über die Verlustleistung in der Leitung berechnen. Dazu wird der Draht als ein Widerstand betrachtet, in dem ein drittel der gesamten Leistung in Wärme umgewandelt wird. 1) Zuerst muss der Strom in der Leitung berechnet werden. Auch das geht über die Leistungsformel, nur muss hier die gesamte umgesetzte Leistung eingesetzt werden. (Reihenschaltung von Widerständen, der Strom ist an allen Stellen gleich) | | | |
| 2. Widerstand der Leitung | | | 3. Querschnitt der Leitung  4. Dicke des Drahtes |
| c) Heute wird mit einer wesentlich höheren Spannung gearbeitet. Dadurch ist die Stromstärke kleiner. Der Verlust ist proportional zum Quadrat der Stromstärke. | | | |
| Antwort: | a) Pro Sekunde werden 37,2 Liter Wasser gehoben. (Und fallen dann nach unten). Die Fallzeit beträgt 0,64 s, das Wasser kommt mit einer Geschwindigkeit von 6,3 m/s unten an. b) Dicke des Drahtes: 2 mm c) Deutlich höhere Spannung | | | |

124.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | | v |
| Lösung: | Da sich die Elektronen auf Grund des ausgeglichenen Kräfteverhältnisses gleichförmig bewegen, gilt für die Geschwindigkeit:  Über Zeit und Weg sind in der Aufgabenstellung keine Angaben gemacht. Also wählt man sich ein beliebiges Stück Kupfer aus und versucht, die Größen zu bestimmen. Günstig erweist sich als Stück ein Mol Kupfer. Davon kennt man die Masse und die Anzahl der Kupferatome. Der Weg ist dann die Länge eines Mol Kupfer mit dem gegeben Durchmesser: | | | |
| Volumen: | | Fläche: | |
| Eingesetzt:  Zur Zeit kommt man über die Definition der Stromstärke:  Wie viele Ladungen sind in dem Stück Kupfer? So viele, wie Atome. Also:  Damit wird die Zeit:  Nun kann alles in die Geschwindigkeitsgleichung eingesetzt werden: | | | |
| Antwort: | Die Elektronen bewegen sich mit 0,83 mm/s. | | | |

125.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Das Volumen eines Körpers ist allgemein seine Grundfläche mal die Höhe:   b) Mir der gegebenen Dichte lässt sich die Masse berechnen:   c) Wie viel Ladung ist notwendig, damit 6,3 g Silber abgeschieden werden. Das lässt sich über eine Verhältnisgleichung berechnen.    Damit kann man die notwendige Zeit berechnen: | | |
| Antwort: | Die Silberschicht hat ein Volumen von 0,6 cm³ und eine Masse von 6,3 g. Es dauert 1 h und 57 min, um diesen Silberüberzug zu erzeugen. | | |

128.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | T |
| Lösung: | 1. Welche Energie ist zum Erwärmen des Wassers notwendig?  2. Wie lange dauert dieser Vorgang? | | |
| Antwort: | Das Wasser ist nach rund 2 min erwärmt. | | |

131.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a)  b) Die Elektronen bewegen sich auf Grund der konstant wirkenden Kraft gleichmäßig beschleunigt. | | |
| Antwort: | Es ist eine Beschleunigungsspannung von 1137 V notwendig. Der Beschleunigungsvorgang dauert 1\*10-9 s. | | |

132.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | | ges.: |  |
| Lösung: | Das Elektron fliegt mit einer Geschwindigkeit v0 zwischen die Platten. Innerhalb der Platten wirkt dabei eine Kraft, die das Elektron gemäß dem Newtonschen Grundgesetz zu einer Platte hin beschleunigt. (Bewegung in y-Richtung). Die Geschwindigkeit v0 in x-Richtung bleibt dabei erhalten. (Vergleichbar mit dem waagerechten Wurf) Die Kraft des elektrischen Feldes auf das Elektron ist  Diese Kraft ist der Kraft aus dem Newtonschen Grundgesetz gleichzusetzen.  In dieser Gleichung fehlt zum Berechnen der Spannung noch die Beschleunigung a. Dazu werden die Gesetze der Kinematik verwendet.  Die darin enthaltene Zeit ist die, die das Elektron benötigt, um durch die Platten hindurch zu fliegen. Der Weg s ist der halbe Plattenabstand, da das Elektron ja genau in der Mitte einfliegt. Von diesem Flug kennt man die Geschwindigkeit v0 und die Länge in x-Richtung. Also  Damit erhält man die vollständige Gleichung für die Spannung    Das ist die Spannung, die maximal anliegen darf, damit das Elektron nicht auf eine Platte schlägt. Der gesamte Spannungsbereich beträgt dann  b) Auf das Elektron wirkt eine Kraft senkrecht zur Flugrichtung. Es führt eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung durch. | | | |
|  |  | | |
| Das Problem an der Gleichung für vy besteht in der fehlenden Beschleunigung. Diese Beschleunigung wird durch die Kraft des elektrischen Feldes hervorgerufen.    Diese Beschleunigung wird in die Gleichung für vy eingesetzt.    c) Der Winkel a zwischen den beiden Geschwindigkeitskomponenten berechnet sich mit  d) Die Geschwindigkeit aus b) steht senkrecht zu den mag. Feldlinien. Damit zwingt die Lorentzkraft die Elektronen auf eine Kreisbahn, deren Ebene senkrecht zu B steht. v0 bewirkt eine Bewegung entlang der Feldlinien => die Elektronen schrauben weiter. | | | |
| Antwort: | a) Der Spannungsbereich liegt zwischen -142 V und +142 V. b) Die Geschwindigkeitskomponente in y-Richtung beträgt 2,1\*106 m/s. c) Der Winkel, mit dem die Elektronen den Kondensator verlassen, beträgt 6°.  d) Die Elektronen schrauben sich an den magnetischen Feldlinien entlang. | | | |

136.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | C, P2 |
| Lösung: | Der Lötkolben stellt einen ohmschen Widerstand dar, der mit der Kapazität in Reihe geschaltet wird. Da der Kondensator eine Phasenverschiebung zwischen Spannung und Strom bewirkt, gelten die Gesetze des Wechselstromkreises. Das heißt, dass die Gesamtspannung sich nicht einfach auf die Teilwiderstände aufteilt, sondern die Summe der Teilspannungen höher ist als die Gesamtspannung.  Der Strom ist aber an allen Stellen gleich.  Der Gesamtwiderstand einer Reihenschaltung aus ohmschen Widerstand und Kapazität berechnet sich nach:  Der darin enthaltene ohmsche Widerstand kann aus den gegeben Größen berechnet werden:  und    Damit wird dann    Dieser Widerstand ist eine konstante Größe, da er nur vom Draht der Heizung des Lötkolbens abhängt.  Mit Hilfe dieses Widerstandes kann nun der Strom berechnet werden, der bei 160 V durch den Lötkolben fließt. Dieser Strom ist gleichzeitig der Gesamtstrom der Schaltung, fließt also auch durch den Kondensator und aus der Spannungsquelle. | | |
| Damit kann nun der Gesamtwiderstand Z der Schaltung berechnet werden.  Als nächstes wird mit der ersten Gleichung der kapazitive Widerstand berechnet.    Mit diesem Wert kann nun endlich die Kapazität berechnet werden:  b) Die Leistung berechnet sich aus den in a) schon erhaltenen Werten: | | |
| Antwort: | Der Kondensator muss eine Kapazität von 2,33 µF haben. Der Lötkolben setzt jetzt eine Leistung von 19,2 W um. | | |

137.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Es wird die Gleichung zur Berechnung der Selbstinduktionsspannung verwendet: | | |
| Antwort: | In der Spule entsteht eine Spannung von 4000 V. | | |

143.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a)    b)  Die Leistung des Staubsaugers spielt jetzt keine Rolle mehr, da der gesamte Strom vorher im Kabel umgeleitet wird. Kurzschluss heißt ja, dass die beiden Anschlüsse auf dem kürzesten Weg zusammengeschlossen sind. | | |
| Antwort: | Im normalen Betrieb fließen durch den Staubsauger 5,2 A. Bei einem Kurzschluss fließen 153 A. Da die Sicherung nur einen Strom von maximal 16 A zulässt, brennt sie zum Glück durch. Ansonsten könnte die bei diesem Strom entstehende Wärme schnell zu einem Brand führen. | | |

146.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Allgemeine Gleichung:  Parallelschaltung mit Außenwiderstand:  Parallelschaltung und Kurzschluss (Außenwiderstand = 0)  Reihenschaltung mit Außenwiderstand  Reihenschaltung und Kurzschluss | | |
| Antwort: | Die fließenden Ströme betragen bei Parallelschaltung mit Außenwiderstand 0,15 A Parallelschaltung und Kurzschluss 15 A Reihenschaltung mit Außenwiderstand 0,52 A Reihenschaltung und Kurzschluss 3,75 A | | |

152.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
| Lösung: | a) Widerstandsgesetz:  Auf Grund der Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung wird der induktive Widerstand entsprechend berechnet:  Berechnung der Phasenverschiebung  Berechnung der Wirkleistung: | | | |
| In der Schaltung ist der ohmsche und der induktiver Widerstand der Spule als Reihenschaltung aufzufassen. Der Strom durch beide Widerstände ist gleich groß, die Spannungen unterscheiden sich und stehen auf Grund der Phasenverschiebung bei der Spule senkrecht aufeinander. Die Spannungen müssen nicht extra berechnet werden, da die Widerstände bei gleichem Strom proportional dazu sind. | | lse152 | |
| b) Wird eine Spule an Wechselspannung angeschlossen, wird Energie zur Spule hin und durch Selbstinduktion in der Spule auch wieder weg transportiert. Das ist ein unnötiger Energietransport, der um so kleiner ist, je kleiner der Phasenwinkel zwischen Strom und Spannung wird. Zur Verkleinerung dieses Winkels wird in Reihe zur Spule ein Kondensator geschaltet. Es gilt jetzt: | | | |
| Antwort: | Der ohmsche Widerstand der Spule beträgt 6,8 Ohm, der induktive 33,1 Ohm. Die Phasenverschiebung ist 78,6° und die Wirkleistung 309 W.  Damit die Phasenverschiebung auf 50° zurückgeht, muss ein Kondensator mit 124 µF in Reihe geschaltet werden. | | | |

160.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die Wirkleistung beträgt 450 W. Das ist das, womit wirklich gearbeitet wird. Die Scheinleistung ist die Leistung, die sich aus der Messung der Spannung und der Stromstärke ergibt:  Diese Leistung ist größer als die Wirkleistung, da die Spule durch die Selbstinduktion eine Spannung erzeugt, die zusätzliche Leistung zurück zur Energiequelle fließen lässt.  Der Leistungsfaktor ist das Verhältnis aus Wirk- und Scheinleistung. Je größer er ist, um so besser ist die Anlage. Er kann maximal 1 erreichen. Das erreicht man, wenn keine Phasenverschiebung auftritt, z.B. bei einem reinen ohmschen Widerstand (Glühlampe).  Damit kann die Blindleistung berechnet werden. Das ist die Leistung, die zwischen Spule und Energiequelle transportiert wird, ohne etwas zu leisten (außer die Erwärmung der Leitung) | | |
| Antwort: | Wirkleistung = 450 W Scheinleistung = =583 W Leistungsfaktor cos ϕ = 0,77 Phasenwinkel ϕ= 39,5° Blindleistung = 370,7 W | | |

161.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Widerstandsgesetz:  b) Der Draht und die Klingel bilden eine Reihenschaltung von Widerständen. Um den Gesamtwiderstand zu ermitteln, werden beide Teilwiderstände addiert:  Damit kann der Strom durch die Schaltung berechnet werden:  Da es eine Reihenschaltung von Klingel und Draht ist, fließt dieser Strom im gesamten Stromkreis gleich stark.  Die Spannung an der Klingel ist dann: | | |
| Oder: Die Spannungen verhalten sich wie die Widerstände: | | |
| Antwort: | Der Klingeldraht hat einen Widerstand von 2,24 Ohm. An der Klingel liegt eine Spannung von 4,9 V. | | |

162.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | 1. Widerstand der Aluminiumverkablung:   2. Widerstand der Kupferverkablung:   3. Änderung: | | |
| Antwort: | Der Widerstand verkleinert sich durch den Einsatz der Kupferleitung um 2,2 Ohm. | | |

166.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | C |
| Lösung: |  | |  |
| Antwort: | a) Der Kondensator hat eine Kapazität von 12 pF. b) Aus der Gleichung für die Kapazität eines Kondensators ergeben sich drei Möglichkeiten, die Kapazität C zu vergrößern: \* Es kann ein Stoff mit einer größeren Dielektrizitätskonstante eingefügt werden, \* Es kann der Plattenabstand s verkleinert werden \* Es kann die Oberfläche der Platten vergrößert werden (z.B. durch Aufrauen) | | |

171.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Geg.: |  | ges.: | d |
| Lösung: | 1. Wie groß ist der Strom in der Leitung?  2. Von dieser Leistung dürfen in der Leitung 10% abfallen. Das sind 44 MW. Wie groß darf der Widerstand der Leitung sein, um bei der in 1) berechneten Stromstärke diese Leistung zu verbrauchen? Dazu wird der Spannungsabfall über der Leitung berechnet.  Damit wird der Leitungswiderstand berechnet: | | |
| 3. Wie dick muss eine 200 km lange Leitung sein, um diesen Widerstand zu haben? Dazu wird zuerst der Querschnitt mit dem Widerstandsgesetz berechnet.  Das ist ein Querschnitt von 310 m².  Wie dick ist solch ein Draht?  In der Praxis werden solche Leistungen mit einer Spannung von 220 kV oder noch höher übertragen. Rechnet man die Aufgabe mit einer solchen Spannung durch, erhält man einen realistischen Durchmesser der Leitung von wenigen Zentimetern. | | |
| Antwort: | Der Durchmesser der Leistung muss mindestens 20 m betragen. | | |

172.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: | C = 4 µF U = 150 V ls = 55 cm = 0,55 m A = 53,0 cm² = 53,0\*104 m² N =1000 µrel = 81 | ges.: | b) Eel  Imax c) T |
| Lösung: | a) | | |
| vlse172_1 Kondensator ist geladen, die gesamte Energie ist im Kondensator gespeichert. | | vlse172_2 Strom fließt von + nach - (technische Stromrichtung), in der Spule entsteht eine bremsende Selbstinduktionsspannung. |
| vlse172_3 Der Strom durch die Spule ist maximal, die gesamte Energie ist im Magnetfeld der Spule gespeichert. | | vlse172_4 Der Strom wird kleiner, das Magnetfeld bricht zusammen, in der Spule entsteht eine Induktionsspannung, die das Abklingen des Stromflusses verhindert (Lenzsche Regel). Diese Selbstinduktionsspannung lädt den Kondensator wieder auf, aber entgegengesetzt zur Ausgangssituation. |
| b) Energie    Stromstärke | | Einheitenrechnung    Berechnung der Induktivität |
| c) Periodendauer  vlse172_5 Spannung am Kondensator zu t = 4 ms: aus *Diagramm*: U = - 55 V *Rechnung*: | | |

175.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  | |
| Lösung: | Die Kugeln stoßen sich auf Grund der Coulombschen Kraft zwischen geladenen Körpern ab. Es gilt das Coulombsche Gesetz:    Um die Ladungen Q berechnen zu können, muss die Kraft F bekannt sein. | | | |
| 1. Wie groß ist die Kraft FE ? Aus der Zeichnung ergibt sich:   Für kleine Winkel gilt   so dass | | | lse175 |
| 2. Diese Kraft wird durch die abstoßende Wirkung der gleichen Ladungen hervorgerufen = Coulombsche Kraft. | | | |
| Antwort: | Die Ladung beträgt 5,91 ⋅ 10-9 C. | | | |

177.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | r |
| Lösung: | Das Teilchen wird von der Lorentzkraft auf die auf die Kreisbahn gezwungen, es gilt: Radialkraft = Lorentzkraft    Über die Geschwindigkeit ist noch keine Aussage gemacht worden, aber die Energie der Teilchen ist bekannt. Daraus lässt sich diese Größe berechnen:    Das wird in die Gleichung für den Radius eingesetzt, die vorher noch quadriert wird: | | |
| Antwort: | Die Teilchen fliegen auf einem Kreis mit einem Radius von 29 cm. | | |

178.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Geschwindigkeit der Elektronen:  Kräftegleichheit: Die Radialkraft wird durch die Lorentzkraft aufgebracht.    b) Geschwindigkeit    Zeit für einen Umlauf: | | |
| Antwort: | Die spezifische Ladung für das Elektron beträgt 1,8 \* 1011 C/kg. Das Elektron fliegt mit einer Geschwindigkeit von 7,35\*106 m/s und benötigt 4,10 \*10-8 s für einen Umlauf. | | |

179.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | Q1, Q2 |
| Lösung: | e179  Zwischen den beiden Ladungen wirkt die Coulombsche Kraft.   Als Unbekannte erscheint in dieser Gleichung noch die Kraft. Die kann über das Hooksche Gesetz bestimmt werden.  Als Weg wird hier nur die Längenänderung einer Feder eingesetzt. Die zweite Feder bringt die Gegenkraft auf und muss nicht berücksichtigt werden. Das könnte z.B. auch eine Mauer sein. Dann würde sich die zweite Feder auch um 5 cm eindrücken.  Damit wird: | | |
| Antwort: | Jede Punktmasse ist mit 2,36 nC geladen. | | |

183.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
| Lösung: | Der Elektronenstrahl wird im ersten Teil der Röhre durch die Spannung beschleunigt. Dabei kommt die kinetische Energie aus der Energie des Energie des elektrischen Feldes:  Für das Elektron wird daraus: | | | |
| Mit dieser Geschwindigkeit tretend die Elektronen nun senkrecht zu den Feldlinien in den Ablenkkondensator ein. Ihre Geschwindigkeit in der ursprünglichen Flugrichtung (x-Richtung) bleibt dabei erhalten. In y-Richtung werden sie beschleunigt. Beide Bewegungen überlagern sich.  Diese Bewegung lässt sich gut mit einem waagerechten Wurf vergleichen. Die gesuchte Spannung darf nun nur so groß sein, dass die Elektronen trotz der Bewegung in y-Richtung am Ende des Kondensators nicht auf die Platte aufschlagen. Es muss also die Bewegungsgleichung für das Elektron aufgestellt werden: Dazu wird die Bewegung in x-Richtung und in y-Richtung gesondert betrachtet und zum Schluss über die Zeit zusammengeführt.  x-Richtung: Die Bewegung ist gleichförmig, damit gilt:  Die Geschwindigkeit ist die im ersten Teil berechnete.  y-Richtung: | | | |
| Die Elektronen führen eine beschleunigte Bewegung durch:  Es wird die rechts berechnete Beschleunigung eingesetzt: | | Auf die Elektronen wirkt eine Kraft, es gilt das Newtonsche Grundgesetz:  Diese Kraft wird durch das elektrische Feld aufgebracht: | |
| Die elektrische Feldstärke im Plattenkondensator ist an allen Stellen:  Damit wird: | | | |
| Stellt man die Gleichung für die Bewegung in x-Richtung nach t um und setzt sie in die Gleichung für die y-Richtung ein, erhält man die Bahnkurve des Elektrons:  Gesucht ist die Spannung, also wird die Gleichung umgestellt:  Da   wird daraus:  Für x wird die Länge des Kondensators und für y der halbe Plattenabstand eingesetzt: | | | |
| Antwort: | An den Ablenkkondensator darf eine Spannung von maximal 10,6 V angeschlossen werden. | | | |

187.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Der Wirkungsgrad ist das Verhältnis aus der Leistung, die der Trafo abgibt und der Leistung, die in den Trafo hineingeht. | | |
| Antwort: | Der Wirkungsgrad des Trafos beträgt 0,83 oder 83%. Die restliche Leistung wird in Wärme umgewandelt. | | |

188.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  |  | | ges.: |  | | |
| Lösung: | Es liegt eine Reihenschaltung von drei ohmschen Widerständen vor, eine Reihenschaltung von zwei Induktivitäten und eine Parallelschaltung von zwei Kapazitäten. Damit ergeben sich folgende Werte: | | | | | | |
|  | |  | | | |  |
| Der Effektivstrom wird durch den Scheinwiderstand Z und der Effektivspannung festgelegt. Es gilt:   Da eine Reihenschaltung von ohmschen Widerstand, Induktivität und Kapazität vorliegt, gilt für den Scheinwiderstand Z: | | | | | | |
| Damit wird | | | | | Einheitenbetrachtung | |
| b)  1) Der Phasenwinkel wird mit Hilfe eines Zeigerdiagramms bestimmt. Der Strom I ist bei einer Reihenschaltung an allen Stellen gleich, es tritt keine Phasenverschiebung auf. Die Spannung am ohmschen Widerstand hat zum Strom keine Phasenverschiebung.  lse188_1 | | 2) Bei der Spule ist die Spannung um 90° zum Strom verschoben. Der Spannungszeiger wird nach oben gezeichnet. lse188_2 | | | | 3) Am Kondensator liegt eine Phasenverschiebung von ‑90° vor. Der Spannungszeiger wird nach unten gezeichnet.  lse188_3 |
| 4. Es wird die Gesamtspannung eingezeichnet. Sie liegt vom Anfangspunkt des Zeigerdiagramms bis zum Endpunkt der Spannung über dem Kondensator. lse188_4 | | 5. Der Phasenwinkel ϕ ist der Winkel zwischen dem Gesamtstrom I und der Gesamtspannung U lse188_5 | | | | 6. Es entsteht ein Dreieck, dessen Seiten U, UR und UL-UC sind. Daraus lässt sich eine Gleichung für ϕ ableiten. lse188_6 |
|  | | | | |  | |
| c)    d) Die abgegebene Wärme entspricht der Wirkarbeit der Schaltung. | | | | | | |
| Antwort: | a) Die Effektivstromstärke beträgt 0,26 A.  b) Der Phasenwinkel beträgt +80,2°. c) Die Wirkleistung hat einen Wert von 9,8 W. d) Es wird eine Wärme von 588 J abgegeben. | | | | | | |

190.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  | |
| Lösung: | Die gegeben Spannungen für Widerstand und Spule sind zum Lösen der Aufgabe nicht notwendig. Im Wechselstromkreis ist die Gesamtspannung nicht die Summe der einzelnen Teilspannungen. Ursache: Phasenverschiebungen. Als erstes muss der Scheinwiderstand Z der Reihenschaltung berechnet werden.  Dieser Scheinwiderstand legt den Gesamtstrom in der Schaltung fest. Dieser Strom ist an allen Stellen gleich.  Mit Hilfe dieses Stromes lassen sich jetzt die Spannungen über den Bauteilen berechnen. | | | | |
|  | |  | |  |
| Antwort: | Die Spannung über dem Kondensator beträgt 50,4 V. | | | | |

191.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | U | |
| Lösung: | Da das Öltröpfchen zwischen den Kondensatorplatten schwebt, befindet es sich im kräftefreien Zustand, das heißt, die Summe aller Kräfte auf das Tröpfchen ist Null.  Auf das Öltröpfchen wirken zwei Kräfte, die vom Betrag her gleich groß sind: die Gewichtskraft und die Kraft des elektrischen Feldes. | | | |
|  |  | | | Es gilt: |
| Antwort: | Die Spannung beträgt 168,3 V. | | | |

210.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Der Wirkungsgrad ist das Verhältnis von abgegebener Leistung (Sekundärleistung) zur zugeführten Leistung (Primärleistung) | | |
| Antwort: | Im Primärkreis fließt ein Strom von 12,1 A und damit deutlich weniger, als die Sicherung erlaubt. | | |

215.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die Länge des gesamten Drahtes beträgt 1300 m, Hin- und Rückleitung. Es wird die Spannung gesucht, die über dem Widerstand des Drahtes abfällt. Es gilt:  Der Widerstand des Drahtes muss berechnet werden:  Die Querschnittsfläche des Drahtes wird über den Durchmesser beschrieben:  Eingesetzt:  Mit diesem Widerstand lässt sich der Spannungsverlust berechnen: | | |
| Antwort: | Durch die Leitung entsteht ein Spannungsverlust von 29 V. Wird also an dem einen Ende eine Spannung von 230 V angeschlossen, liegen an der Baustelle nur noch 201 V an. | | |

217.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  | |
| Lösung: | a) Die Elektronen kommen mit einer Anfangsgeschwindigkeit in den Kondensator geflogen. Sie besitzen also bereits kinetische Energie. Durch die Beschleunigung im Inneren des Kondensators erhöht sich diese Energie. Dazu wird an den Elektronen Arbeit verrichtet. Die dazu notwendige Energie wird vom elektrischen Feld aufgebracht. Der Ansatz lautet also: Energie des elektrischen Feldes = Energieänderung der Elektronen.  Wie groß ist die Änderung der kinetischen Energie?  Also gilt:  Die Spannung ist die am Kondensator anliegende Spannung. Damit erhält man über  dann  Einheiten: | | | |
| b) Im homogenen Magnetfeld bewegen sich Elektronen, die senkrecht zu den Feldlinien in das Feld eintreten, auf einer Kreisbahn. Die dazu notwendige Radialkraft wird von der Lorentzkraft aufgebracht. Es gilt: | | | |
| Der Radius der Kreisbahn ist unbekannt. Wir kennen aber den Winkel, unter dem die Elektronen abgelenkt werden sollen. Da der Radius senkrecht auf dem Geschwindigkeitsvektor steht, lässt sich ein rechtwinkliges Dreieck konstruieren. Es gilt:   Damit kann nun die magnetische Flussdichte berechnet werden: | | | lse217 |
| Einheiten: | | | |
| Antwort: | Die elektrische Feldstärke ist 910 V/m und die magnetische Flussdichte 0,64 mT groß. | | | |

218.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | -Teilchen sind Heliumkerne. Sie bestehen aus zwei Protonen und zwei Neutronen. Ihre Ladung ist somit die doppelte Elementarladung. Die Masse des Teilchens ist die vierfache atomare Masseeinheit u. Die -Teilchen werden durch die Lorentzkraft auf eine Kreisbahn gezwungen. Die dazu notwendige Radialkraft wird von der Lorentzkraft aufgebracht:   Einheiten:  Die kinetische Energie ist: | | |
| Antwort: | Die Teilchen fliegen mit einer Geschwindigkeit von 14,5 \* 106 m/s. Ihre kinetische Energie beträgt 4,4 MeV. | | |

219.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Für einen bewegten Leiter gilt, wenn der Geschwindigkeitsvektor senkrecht zu den Magnetfeldlinien verläuft: | | |
| Antwort: | Zwischen den Enden des Stabes entsteht eine Spannung von 40 µV. | | |

220.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Die Xenon-Ionen erhalten von der elektrischen Energie des Feldes kinetische Energie. Damit lässt sich die Geschwindigkeit berechnen:  b) Die elektrische Feldstärke im Plattenkondensator ist  Allgemein ist die elektrische Feldstärke definiert als Kraft auf eine Punktladung:   Durch Gleichsetzen und Umstellen erhält man die Kraft auf ein Ion:  Das ist die Kraft auf ein Xenon-Ion. Auf alle wirkt dann die Kraft: | | |
|  | c) Nach dem Wechselwirkungsgesetz wirkt diese Kraft über den Kondensator auf das Raumschiff und beschleunigt es.   Da die Kraft konstant wirkt, ist die Bewegung gleichmäßig beschleunigt. Es gilt also:  Beide Gleichungen werden gleichgesetzt und nach t umgestellt: | | |
| Antwort: | a) Die Ionen verlassen mit 43,4 km/s die Sonde.  b) Auf die Ionen wirkt eine Kraft von 90 mN. c) Die Sonde erreicht nach 41,7 h eine Geschwindigkeit von 100 km/h. | | |

221.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Werden beide Drähte parallel geschaltet, liegt an jedem Draht die gleiche Spannung an. Es wird die Sicherung durchbrennen, die bei steigender Spannung zuerst den Maximalstrom durchlässt. Die anliegende Spannung ist dann die Maximalspannung.  Welcher Draht wird zuerst durchbrennen?  Der Widerstand ist aber nicht bekannt. Dafür kennt man das Widerstandsgesetz:  Da die Länge und das Material gleich sind, gilt  Damit ist die Maximalspannung:  oder das Verhältnis der beiden Spannungen:  Das heißt, die Spannung am der Sicherung 1 kann um den Faktor 1,44 höher sein als am der Sicherung 2 oder, die Sicherung mit dem dickeren Draht brennt eher durch.  Dann fließt aber durch diese Sicherung ein Strom von 5 A. | | |
| Wie groß ist der Strom durch die andere Sicherung? Die Ströme verhalten sich umgekehrt wie die Widerstände:  Die Sicherung, die aus der Parallelschaltung besteht, brennt demnach bei 6,25 A durch, da ja nach dem Schmelzen des dicken Drahtes der dünne Draht ebenfalls durchbrennt. | | |
| Antwort: | Die Parallelschaltung aus den beiden Sicherungen brennt bei 6,25 A durch. | | |

222.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Ist der Kondensator C2 kurzgeschlossen, sind C1 und C3 zueinander parallel geschaltet:  Ist C1 überbrückt, gilt:  Für die Gesamtschaltung müssen die beiden Kondensatoren C1 und C2 zusammengefasst werden. Da sie in Reihe geschaltet sind, gilt:  Damit wird die Gesamtkapazität: | | |
| Die beiden ersten Gleichungen werden nun nach C1 oder C2 umgestellt und in die dritte Gleichung eingesetzt:  Diese Gleichung enthält außer C3 nur noch bekannte Größen. Sie muss also nach der Unbekannten umgestellt werden und fertig. 1. Ausmultiplizieren   2. Multiplizieren mit dem Ausdruck unter dem Bruchstrich  3. Da die gesuchte Größe als Quadrat auftaucht, stellt man die Gleichung so um, dass es die Normalform der quadratischen Gleichung wird:  4. Ordnen  5. Ausklammern | | |
| 6. Zahlen einsetzen  7. Quadratische Gleichung lösen  Der 6,4µF scheidet aus, da es nicht möglich ist, dazu einen zweiten Kondensator parallel zu schalten und als Gesamtkapazität 6 µF zu erhalten. | | |
| Antwort: | Der gesuchte Kondensator hat eine Kapazität von 4 µF. | | |

223.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Vier Lämpchen sind parallel geschaltet. Wie groß ist der Gesamtwiderstand?  Damit ist dieser Widerstand genau so groß wie der Vorwiderstand. Da sich die Spannungen genau so verhalten wie die Widerstände, teilen sich die 12 V Gesamtspannung gleichmäßig auf die beiden Teile der Schaltung auf, also am Vorwiderstand liegen 6 V und an jeder Lampe ebenfalls.  Fällt eine Lampe aus, steigt der Gesamtwiderstand der Parallelschaltung der Lampen und damit auch die Spannung an jeder Lampe. Das hat zur Folge, dass der Strom durch jede Lampe steigt.  Damit die Stromstärke den gleichen Wert wie vor dem Durchbrennen hat, muss die Spannung wieder 6 V an der Parallelschaltung betragen. Das erreicht man aber nur, wenn der Vorwiderstand und die Lampenschaltung den gleichen Widerstand haben.  Drei 36 Ohm Widerstände parallel geschaltet haben einen Widerstand von 12 Ohm, der Vorwiderstand muss also auf 12 Ohm vergrößert werden. | | |
| Antwort: | Der neue Vorwiderstand ist 12 Ohm groß. | | |

224.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | s |
| Lösung: | Zuerst wird der Widerstand für die Leitung bis zum Kurzschluss berechnet:  Nach dem Widerstandsgesetz verhalten sich die Widerstände proportional zu den Leitungslängen. Das heißt, der Quotient aus Widerstand und Leitungslänge ist immer gleich (für einen Draht bestimmter Dicke und Material). | | |
| Antwort: | Der Kurzschluss befindet sich 12,5 km vom Punkt A entfernt. | | |

226.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | n |
| Lösung: | Der Gesamtwiderstand soll aus einer Parallelschaltung von gleichen Einzelwiderständen gebildet werden. Der Einzelwiderstand sei R1. Es gilt also:  Weiterhin ist bekannt, dass alle Einzelwiderstände in Reihe geschaltet einen Widerstand von 100  haben, nämlich den gegeben Leiter.   Es müssen beide Gleichungen nach R1 umgestellt werden. Danach kann man sie gleichsetzen und die gesuchte Größe n berechnen.  und  Gleichsetzen: | | |
| Antwort: | Der Leiter muss in 10 gleiche Teile zerlegt werden. Jedes Einzelteil hat dann einen Einzelwiderstand von 10 . | | |

227.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | I |
| Lösung: | Es wir die Widerstandsdefinition angewandt: | | |
| Antwort: | Durch das Messgerät fließt ein Strom von 0,09 mA. Dieser Strom muss bei einer gleichzeitigen Strommessung berücksichtigt werden wenn man Spannungsrichtig misst, das Messgerät also direkt parallel zum Gerät schaltet. | | |

236.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
| Lösung: | Der spezifische Widerstand ist der Proportionalitätsfaktor im Widerstandsgesetz und beinhaltet die Materialabhängikeit des Widerstandes.  Die Länge des Drahtes ist gegeben, der Widerstand Rund der Querschnitt A müssen noch berechnet werden: | | | |
|  | |  | |
| Damit lässt sich nun die gesuchte Größe berechnen: | | | |
| Antwort: | Der spezifische Widerstandes des Metalls ist 1,1 Ohm mm²/m. | | | |

237.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Im Widerstandsgesetz ist der Querschnitt des Leiters enthalten:  Damit kann die gesuchte Länge berechnet werden: | | |
| Antwort: | Der Draht muss 157 cm lang sein. | | |

238.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Da beide Leiter aus gleichem Material bestehen, haben sie auch die gleichen Dichten. Die Dichte ist definiert:  Damit verhalten sich die Massen der Leiter genau wie die Volumen der Leiter:  Das Volumen eines Körpers ist die Querschnittsfläche mal die Länge des Körpers:  Damit wird:  Da die Längen gleich sind, kann man kürzen:  Nach dem Widerstandsgesetz:  ist    Also kann man schreiben:  Und damit zum Schluss: | | |
| Antwort: | Der Leiter mit dem kleinen Widerstand (Leiter 1) hat eine doppelt so große Masse wie der Leiter mit dem großen Widerstand (Leiter 2) | | |

239.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Es gilt das Widerstandsgesetz:  Da steht die gesuchte Größe, der Durchmesser; aber nicht drin. Es gibt aber zwischen dem Durchmesser und dem Querschnitt die Beziehung: ,  also  Stellt man das Widerstandsgesetz nach dem Querschnitt um:  und betrachtet die konstanten Größen nicht mehr, erhält man:  und dann: | | |
| Antwort: | Der Kupferdraht muss um den Faktor 0,78 kleiner, also nur etwa 3/4 des Aluminiumdurchmessers dick sein. | | |

242.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | m |
| Lösung: | Das Wasserkraftwerk liefert in der Betriebszeit eine bestimmte Energie. Es gilt:  Um diese Energie zu gewinnen, ist auch die Verbrennung von Steinkohle möglich. Ein Kilogramm Steinkohle liefert 30 MJ, also:  Da der Wirkungsgrad nur 25% beträgt, wird also nur ein Viertel der Energie der Kohle genutzt. Damit vervierfacht sich die Menge der notwendigen Kohle auf 1468 t. | | |
| Antwort: | Durch das Wasserkraftwerk können im Laufe eines Tages 1468 t Steinkohle eingespart werden. | | |

243.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Es wird berechnet, wie viel elektrische Energie die Energiesparlampen weniger verbrauchen und berechnet daraus die Kosten.   Energie, die die Glühlampen verbrauchen:  Energie, die die Energiesparlampen verbrauchen:  Die Differenz aus beiden Energien:  Pro Tag werden 0,367 kWh weniger verbraucht. Das entspricht einem Preis von 0,073 €. Das ist an einem Tag sehr wenig, in einem Jahr sind das aber schon 26,80 €. | | |
| Antwort: | Durch die Energiesparlampen werden am Tag 0,073 € eingespart. Das sind in einem Jahr 26,80€. | | |

244.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Hertzsche Wellen breiten sich mit Lichtgeschwindigkeit aus. Bei einer Welle gilt zwischen der Frequenz und der Wellenlänge der Zusammenhang:  Damit muss die Antennenlänge: | | |
| Antwort: | Die optimale Antenne für ein D-Netz-Handy ist 8,7 cm lang. | | |

246.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die Gravitationskraft berechnet sich mit dem Grafitationsgesetz, die elektrostatische Anziehung mit dem Coloumbschen Gesetz. 1. Gravitationskraft:   2. Elektrostatische Kraft  Die beiden Kräfte werden ins Verhältnis gesetzt:  Die elektrostatische Kraft ist um den Faktor  größer als die Gravitationskraft! Das heißt, das Atom wird nur durch die Kraft zwischen den geladenen Körpern zusammengehalten. Die Massenanziehung spielt in diesen Dimensionen keine Rolle.  In astronomischen Dimensionen ist es dann genau umgedreht. | | |
| Antwort: | Die elektrostatische Kraft ist um den Faktor größer als die Gravitationskraft! | | |

248.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Zur Berechnung der Spannung wird das Induktionsgesetz verwendet:  Damit lässt sich der Strom durch den Widerstand berechnen:  b) Damit der Stab eine gleichförmige Bewegung durchführen kann, muss die wirkende Kraft auf ihn Null sein. Durch die Lorentzkraft wirk aber auf einen stromführenden Leiter in einem Magnetfeld eine Kraft und nach der Lenzschen Regel ist diese Kraft der Ursache der Induktion entgegengerichtet. Damit bremst diese Kraft die Bewegung und es muss eine zusätzliche, gleichgroße Kraft in Bewegungsrichtung aufgebracht werden. | | |
| Antwort: | Durch den Widerstand fließen 45 mA. Es sind 4,05 mN notwendig, um den Stab gleichförmig durch das Magnetfeld zu bewegen. | | |

249.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die angegeben Leistung ist die Wirkleistung, also dass, was der Motor wirklich leistet. Damit ergibt sich ein Wirkstrom:  Der wirklich fließende Strom ist größer, da durch die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung zusätzliche Energie zwischen Motor und Generator hin- und her transportiert wird. Der Strom berechnet sich mit dem Leistungsfaktor: | | |
| Antwort: | In der Leitung fließen 7,5 A.  (Fließen ist eigentlich nicht richtig. Da es Wechselstrom ist, ruckeln die Elektronen nur hin- und her) | | |

250.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Der Leistungsfaktor ist der Quotient aus dem ohmschen Widerstand R und dem Scheinwiderstand Z:  Der Scheinwiderstand einer Spule berechnet sich aus ihrem ohmschen Widerstand und der Induktivität:  Eingesetzt ergibt das: | | |
| Antwort: | Die Spule hat einen Leistungsfaktor von 0,08. | | |

251.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die Zuleitung vom E-Werk zum Betrieb kann als ohmscher Widerstand aufgefasst werden. Über einem ohmschen Widerstand fällt immer eine Spannung ab. Da ein Strom fließt, wird in der Leitung etwas geleistet, der Draht wird warm. Das ist nicht erwünscht (wer möchte den Vögeln schon die Füße wärmen) und lässt sich nach   berechnen. Über die Spannung kann keine Aussage gemacht werden, es ist aber klar, dass der Widerstand der Zuleitung ungefähr konstant bleibt. Mit der Widerstandsdefinition   wird dann   Der Strom, der in der Leitung fließt, ist der Scheinstrom, also der, der mit einem Messgerät gemessen werden kann. Da im Werk die Wirkleistung gleich bleiben soll, muss auch der Wirkstrom gleich bleiben. Zwischen beiden gilt:  Damit wird aus der Leistung  Bezeichnet man den Zustand vor der Veränderung des Leistungsfaktors mit 1 und den Zustand danach mit 2, so ist das Verhältnis der beiden Leistungen gesucht.   Die Wärmeverluste in der Leitung gehen also auf 2/3 zurück. | | |
| Antwort: | Die Verluste vermindern sich um 1/3. | | |

252.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Lösung: | Tiefpass lse252_1 | Hochpass lse252_2 |
| Da die Schaltung eine Reihenschaltung ist, fließt der Strom an allen Stellen gleich stark. Aus diesem Grund kann man das Verhältnis der beiden Spannungen auch auf das Verhältnis der beiden Widerstände reduzieren. Also wird für den Tiefpass:  Jetzt müssen die entsprechenden Gleichungen für die Impedanz Z und den kapazitiven Widerstand XC eingesetzt werden: | |
| Für den Hochpass ist die Herleitung ähnlich, man erhält dann:  lse252_3 [Excel-Tabelle](e252.xls) b) Aus der Aufgabenstellung ergibt sich der Ansatz:  Daraus kann die Frequenz berechnet werden:  Zur Berechnung des Spannungsverhältnisses nimmt man einfach eine der beiden Gleichungen aus a) und setzt die Grenzfrequenz ein:  Für den Hochpass erhält man das gleiche Ergebnis. | |
| Antwort: | Die Grenzfrequenz beider Schaltungen liegt bei 133 Hz. Da ist auch im Diagramm zu erkennen, es ist der Schnittpunkt der beiden Kurven. Das Spannungsverhältnis aus Ausgangs- und Eingangsspannung hat für beide Schaltungen den Wert 0,71. Das heißt, beim Hochpass werden ab dieser Frequenz 0,71\*U1 oder mehr der Eingangsspannung durchgelassen. Der Tiefpass lässt bis zu dieser Frequenz 0,71\*U1 oder mehr der Eingangsspannung durch. | |

253.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Lösung: | Tiefpass lse253_1 | Hochpass lse253_2 |
| Da die Schaltung eine Reihenschaltung ist, fließt der Strom an allen Stellen gleich stark. Aus diesem Grund kann man das Verhältnis der beiden Spannungen auch auf das Verhältnis der beiden Widerstände reduzieren. Also wird für den Tiefpass:  Jetzt müssen die entsprechenden Gleichungen für die Impedanz Z und den ohmschen Widerstand R eingesetzt werden: | |
| Für den Hochpass ist die Herleitung ähnlich:  lse253_3 [Excel-Tabelle](file:///e253.xls)  b) Aus der Aufgabenstellung ergibt sich der Ansatz: | |
| Daraus kann die Frequenz berechnet werden: | |
| Antwort: |  | |

254.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Das Induktionsgesetz lautet:  Das Magnetfeld bleibt während des Versuches konstant und die Spule hat nur eine Windung, also kann man schreiben:   Wie man erkennen kann, geht es um die Änderung der vom Magnetfeld umschlossenen Spulenfläche. Diese Fläche ändert sich beim Eintauchen in das Magnetfeld und beim Herausgehen aus dem Feld. Ist die Spule im Feld drin, wird keine Spannung induziert. Das ergibt eine erste Frage: Wie lange dauert es, bis die Spule vollständig eingetaucht ist? Da die Bewegung gleichförmig erfolgt, wird die Gleichung   verwendet.   Die Spule benötigt 1 s um in das Magnetfeld einzutauchen. Während dieser Zeit wird eine Spannung induziert:   Beim Austreten wird die gleiche Spannung induziert, aber mit umgekehrten Vorzeichen. Für das Zeichnen des Diagramms braucht man noch die Zeit, die die Spule im Magnetfeld ist, ohne dass eine Spannung indiziert wird. Das Magnetfeld ist 3 cm, die Spule 2 cm lang. Das sind 1 cm Weg, auf dem die Spule keine Änderung spürt. Mit der gegeben Geschwindigkeit der Spule erhält man eine Zeit von 0,5 s. | | |
| [Die Excel-Ta](e254.xls)[belle für d](e254.xls)[as Diagramm](e254.xls)  lse254 | | |
| Antwort: |  | | |

257.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Da die Lampen in Reihe geschaltet sind, teilt sich die Gesamtspannung gleichmäßig auf alle sieben Lampen auf. Damit erhält jede Lampe eine Spannung von 32,9 V. Mit dieser Spannung kann die Stromstärke durch eine Lampe berechnet werden:  Da in einer Reihenschaltung der Strom an allen Stellen gleich ist, ist das der Gesamtstrom, der durch die Kette fließt. Der Widerstand berechnet sich dann:  b) Aus der Lösung von a) kann man ableiten:  Die Spannung an der Lampe beträgt bei dieser Kette 23V. Damit kann der Widerstand berechnet werden:  c) Da jetzt eine Lampe mit einem anderen Widerstand in der Kette ist, muss der Gesamtstrom aus dem Gesamtwiderstand und der Gesamtspannung berechnet werden. Die Gesamtspannung ist immer noch 230 V. Der Gesamtwiderstand ist 6 mal der Widerstand der alten Lampe plus der Widerstand der neuen Lampe: | | |
| Damit wird:  d) Die Leistung ist definiert als Spannung mal Stromstärke. Die Stromstärke wurde in der Aufgabe c) berechnet und ist für alle Lampen gleich. Die Spannungen richten sich nach den Widerständen. Je größer der Widerstand, um so größer ist die abfallende Spannung. An der falschen Lampe wird also eine kleine Spannung anliegen und an den anderen eine höhere.  Zur Berechnung verwendet man die Widerstandsdefinition:  Als Probe:  Die Gesamtspannung ist die Summe der Teilspannungen.  Jetzt die Leistungen:  e) Ersetzt man die kaputte Lampe durch eine Lampe aus der 10er-Kette, leuchtet diese Lampe schwächer als die anderen. Die anderen Lampen leuchten heller als vorher, da sie eine größere Leistung umsetzen. Da sie dafür aber nicht bebaut sind, wird recht schnell eine weitere Lampe durchbrennen. Deshalb ist diese Lösung nicht besonders sinnvoll. | | |
| Antwort: | a) Jede Lampe hat einen Widerstand von 540,2 Ohm. Durch die Kette fließt ein Strom von 60,9 mA.  b) Die Lampe aus der 10er-Kette hat einen Widerstand von 264,5 Ohm.  c) Durch das Einsetzen der falschen Lampe erhöht sich der Strom auf 65,6mA.  d) An der falschen Lampe entsteht eine Leistung von 1,1W. | | |

258.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die drei Lampen sind als ein Widerstand zu betrachten. Wie groß ist dieser? Man benutzt die Gleichung für die Parallelschaltung von Widerständen:  Dieser Ersatzwiderstand für die Lampen ist in Reihe mit dem Widerstand der Leitung geschaltet.  Wie groß ist der Widerstand der Leitung?  Dazu muss zu erst der Querschnitt der Leitung berechnet werden. Draht ist fast immer kreisrund, also    Nun kann der Widerstand berechnet werden:  Damit ergibt sich ein Gesamtwiderstand von 82,15 Ohm, der den Gesamtstrom bestimmt:  Damit kann nun der Spannungsabfall über den Lampen bestimmt werden:  Brennt eine Lampe durch, erhöht sich der Widerstand der Lampenschaltung. Damit steigt die Spannung an den Lampen.  Der Widerstand von 2 Lampen beträgt 120 Ohm, der Gesamtwiderstand dann 122,15 Ohm. Damit ergibt sich ein Gesamtstrom von 1,9A. An den Lampen liegt dann eine Spannung von 226 V. Das ist fast die volle Klemmspannung.  Bei 10 Lampen fließen 8,8 A und die Spannung sinkt auf 211 V. | | |
| Antwort: | Sind alle drei Lampen in Betrieb, liegt an jeder Lampe eine Spannung von 224 V an. Der Unterschied zu 230 V ist unmerklich.  Bei zwei Lampen liegen 226 V an und bei 10 Lampen noch 211 V. | | |

261.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | B |
| Lösung: | b) Die Elektronen werden durch die Lorentzkraft zur Seite gedrängt:  B soll berechnet werden, e ist die Elementarladung und bekannt und v ist die Geschwindigkeit, mit der die Spule bewegt wird. Was fehlt, ist die Größe der Lorentzkraft.  Nun würden sich durch die Lorentzkraft alle Elektronen zur Seite bewegen. Da sie aber negativ geladen sind, lassen sie sich nicht so einfach auf einen Haufen kehren. Sie stoßen sich ab und bauen eine Gegenkraft zur Lorentzkraft auf. So richtig zufrieden sind alle, wenn Kräftegleichgewicht herrscht.  Die zur Lorentzkraft entgegenwirkende Kraft ist die Kraft des elektrischen Feldes der Elektronen. Es gilt die Definitionsgleichung für die Feldstärke:  Ist das Feld homogen, was hier angenommen werden kann, gilt:  Nun kann man gleichsetzen:  Das würde für eine Windung gelten. Da aber 100 Windungen auf der Spule sind und jede Windung einen Teil zur Gesamtspannung beiträgt, muss noch durch die Windungszahl geteilt werden:    Und eingesetzt: | | |

c)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
|  | Solange die Spule außerhalb des Magnetfeldes ist, wird keine Spannung induziert. Nach 5,0 cm Fallweg tritt die Spule in das Magnetfeld ein und im unteren Teil wird eine Spannung induziert.  Außer der Geschwindigkeit ist alles bekannt. Die lässt sich mit den Gesetzen des freien Falls berechnen:    Daraus wird:  Mit dieser ersten Fallzeit kann die Geschwindigkeit beim Eintritt ins Magnetfeld berechnet werden:  Damit wir die Spannung genau zu Beginn des Eintauchvorgangs berechnet:  Diese Spannung steigt aber sofort weiter an, da die Geschwindigkeit der Spule größer wird. Die Geschwindigkeit wächst proportional mit der Zeit, so dass nur die Endspannung berechnet werden muss. Dazwischen steigt die Spannung ebenfalls proportional zur Zeit.  Die Spannung steigt bis die obere Spulenkante das Magnetfeld erreicht hat. Dann wird im oberen Spulenteil eine Spannung induziert, die die untere Spannung kompensiert.    Damit lässt sie die Endspannung berechnen:  Das Diagramm als [EXCEL-Tabelle](file:///e261.xls) | | |
|  |  | | |

262.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | b) v0 |
|  | a) Bewegt sich das Elektron außerhalb des elektrischen Feldes, führt es nur eine gleichförmige, geradlinige Bewegung in x-Richtung aus. Es wirkt keine Kraft.  Damit wäre die Bewegungsgleichung:  v0 ist die Anfangsgeschwindigkeit.  Wenn das Elektron in das elektrische Feld eintritt, spürt es eine Kraft nach oben. Zusätzlich zu der gleichförmigen Bewegung führt es nun noch eine beschleunigte Bewegung nach oben aus. Die Bewegung in x- und in y-Richtung überlagert sich und ergeben eine resultierende Bewegung.  Die gesuchte Gleichung muss den Zusammenhang zwischen x und y darstellen. Dabei dürfen außer x und y nur gegebene Größen auftauchen.  Für die y-Richtung gilt die Gleichung der gleichmäßig beschleunigten Bewegung, da im homogenen elektrischen Feld die Kraft auf das Elektron konstant ist:  Zur Vereinigung der beiden Gleichungen stellt man eine nach der Zeit um und setzt sie in die andere ein:  Prima. Damit hätten wir die Bewegungsgleichung fast fertig. Man kann den y-Punkt bei gegeben x-Punkt berechnen und damit die Bahnkurve zeichnen.  Nur die Beschleunigung ist noch unbekannt und muss mit den gegeben Größen ausgedrückt werden. Es gilt das Newtonsche Grundgesetz:  Die Masse ist die Elektronenmasse und bekannt. Die Kraft leitet sich aus der Definition der Feldstärke ab: | | |
| Das wird eingesetzt:  und liefert endlich die Bahnkurve:  Dies ist die Gleichung für eine Parabel. Die Größen im Bruch sind alle gegeben, es gilt y~x².  b) Die eben erstellte Gleichung muss nach der Anfangsgeschwindigkeit v0 umgestellt werden:  Für den Weg in x-Richtung setzt man die Länge der Platte ein und den Weg in y-Richtung den halben Plattenabstand. Und nun die Rechnung:    Bei dieser Geschwindigkeit treffen die Elektronen genau auf die Kante. Kommen sie schneller, fliegen sie über die Kondensatorplatten hinweg. Durch die größere Geschwindigkeit ist weniger Zeit, sie zu der Platte hin zu lenken.  Stellt man die Bahnkurve nach x um, ist x~v². Eine größere Geschwindigkeit bedeutet bei gleichem y, also Plattenabstand, ein größeres x.  e) Wenn die Elektronen gerade durch die Anordnung fliegen, muss für sie der Weg kräftefrei sein. Die beiden Kräfte, elektrische und magnetische sind vom Betrag her gleich groß. Die magnetische Kraft ist die Lorentzkraft. | | |
| f) Nach dem Abschalten des elektrischen Feldes fliegen die Elektronen auf einer Kreisbahn. Die Lorentzkraft steht immer senkrecht zur Flugrichtung und wirkt jetzt als Radialkraft. Die Geschwindigkeit lässt sich über die Gleichheit von Lorentzkraft und Radialkraft berechnen:  Es gibt zwei Möglichkeiten, die Elektronen nicht auf der Kondensatorplatte auftreffen zu lassen:  1. Die Geschwindigkeit ist so klein, dass die Elektronen vor dem Aufschlagen einen Halbkreis geschafft haben und aus dem Magnetfeld rückwärts wegfliegen.  2. Die Geschwindigkeit ist so groß, dass der Kreisbogen über den hinteren Rand hinausreicht und die Elektronen hinter dem Kondensator das Magnetfeld verlassen.  lse262  zum 1. Fall: | | |
| zum 2. Fall:  Es muss zuerst der neue Radius der Bahn berechnet werden. Es gilt:    Damit lässt sich wie bei 1. die Geschwindigkeit berechnen: | | |

264.

Der Gesamtwiderstand muss Schrittweise berechnet werden:

|  |  |
| --- | --- |
| 1.  lse264_1 | 2. lse264_2 |
| 3.  lse264_3 | 4.  lse264_4 |
| 5.  lse264_5 | 6.  lse264_6 |
| 7.  lse264_7 | 8.  lse264_8 |

266.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Die Elektronen gewinnen ihre kinetische Energie aus der Energie des elektrischen Feldes:  b) Zur Berechnung der kinetischen Energie gibt es zwei Möglichkeiten: entweder über die Gleichung der kinetischen Energie    oder über die Energie des elektrischen Feldes. Beim Durchlaufen von einer Spannung von 1 V erhält ein Elektron eine Energie von 1 eV. Damit hat es nach dem Durchlaufen der Strecke zwischen Katode und Anode eine kinetische Energie von 12 keV.  c) Fliegt das Elektron in das Magnetfeld ein, spürt es senkrecht zu seiner Flugrichtung die Lorentzkraft. Da es dadurch seine Flugrichtung ändert, ändert auch die Lorentzkraft ihre Richtung. Die Folge davon ist, dass die Lorentzkraft immer senkrecht zur Bewegungsrichtung des Elektrons wirkt und es auf eine Kreisbahn zwingt. Die Lorentzkraft wirkt als Radialkraft. | | |
| d) Die in c) gewonnene Gleichung kann zur Darstellung des Zusammenhangs verwendet werden:  Der erste Faktor enthält nur konstante Größen, so dass gilt:  Es kann eine Werttabelle aufgestellt werden.  [Wertetabelle](file:///e266.xls)  lse266  e) Der Elektronenstrahl wird um 90° abgelenkt, wenn er einen Radius fliegt, der der halben Länge der Seite des Magnetfeldes entspricht.  lse266_1 | | |
| Die in c) erstellte Gleichung wird nach U umgestellt: | | |
| Antwort: | Die Elektronen haben eine Geschwindigkeit von 64,9 \*106 m/s. Nach dem Durchlaufen der Beschleunigungsspannung hat das Elektron eine Energie von 12 keV. Innerhalb des Magnetfeldes fliegt das Elektron auf einem Kreis mit 18,5 mm Radius.  Der Radius der Kreisbahn ist proportional zur Wurzel der Beschleunigungsspannung.  Bei einer Beschleunigungsspannung von 7915 V tritt der Elektronenstrahl senkrecht aus dem Magnetfeld aus. | | |

268.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Aus den gegeben Effektivwerten lässt sich die Effektivstromstärke berechnen:  Das ist die Stromstärke, die ein Strommesser anzeigen würde. Da Wechselstrom fließt, muss man zwischen dem Effektivwert und dem Maximalwert unterscheiden. Es gilt:  b) Die Glühlampe stellt einen ohmschen Widerstand dar. Damit sind die Spannung und die Stromstärke in Phase, erreichen also zu den gleichen Zeiten die Maximalwerte. Die Stromstärke berechnet sich nach:  mit der Kreisfrequenz:  Damit ergibt sich:  Achtung: Der Rechner muss bei dieser Berechnung auf Radiant eingestellt sein!  c) Die elektrische Leistung ist    [Excel-Tabelle](file:///e268.xls) | | |
| Antwort: | a) Die Stromstärke kann maximal 4,71 A betragen.  b) Die Stromstärke erreicht nach 1,8 ms erstmals den Wert von 2,50 A. | | |

269.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | b) Die Glühlampe lässt bei einer Spannung von 110 V einen Strom von 250 mA durch. Das wird durch den ohmschen Widerstand der Lampe festgelegt. Legt man eine höhere Spannung an, fließt auch ein höherer Strom, der jedoch de Lampe zerstören würde. Also muss gewährleistet werden, dass trotz der Spannung von 230 V nur eine Strom von 250 mA fließt. Das kann durch einen Vorwiderstand erreicht werden, der hier durch den induktiven Widerstand der Spule realisiert wird. Der Scheinwiderstand von Lampe und Spule muss so groß sein, dass er bei 230 V den geforderten Strom von 250 mA fließen lässt.  Wie groß muss der Scheinwiderstand sein?  Der Scheinwiderstand einer Reihenschaltung aus ohmschem Widerstand und Spule berechnet sich nach    Diese Gleichung muss nach der gesuchten Induktivität umgestellt werden:    Der ohmsche Widerstand R der Lampe muss noch berechnet werden:  Damit kann nun die Induktivität der Spule berechnet werden: | | |
| Für die Spannung an der Spule gilt:  c) Die Spule erzeugt zwischen der anliegenden Spannung und dem fließenden Strom einen Phasenverschiebung. Die berechnet sich nach: | | |
| Antwort: | b) Die Anordnung muss einen Scheinwiderstand von 920 Ohm haben. Die Induktivität der Spule beträgt 2,57 H. An der Spule fällt eine Spannung von 202 V ab.  c) Die Spannung eilt der Stromstärke um 61,4° voraus. | | |

270.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | R, C |
| Lösung: | Bei sehr großen Frequenzen geht der Widerstand des Kondensators gegen Null. Damit spielt nur noch der ohmsche Widerstand eine Rolle.  Bei einer Frequenz von 50,0 Hz begrenzen der Kondensator und der ohmsche Widerstand zusammen den Strom. Sie bilden für den Wechselstrom einen Scheinwiderstand.  Damit lässt sich die gesuchte Kapazität berechnen: | | |
| Antwort: | Der ohmsche Widerstand ist 80 Ohm groß. Der Kondensator hat eine Kapazität von 53,1 µF. | | |

271.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | R, C, L |
| Lösung: | a) | | |
| lse271 | | |
| Wird die Schaltung, bestehend aus der Spule L, dem Kondensator C und dem ohmschen Widerstand der realen Spule R an die Spannungsquelle U=10,0V angeschlossen, lädt sich der Kondensator C auf. Er speichert entsprechend der Gleichung    eine bestimmte Menge an Ladungen Q.  Wir nun die Spannungsquelle abgeklemmt, bleibt diese Ladungsmenge konstant. Durch das Anklemmen des Kondensators C1 strömt ein Teil der Ladungen auf diesen Kondensator, und zwar so viel, bis an beiden Kondensatoren die gleiche Ladung anliegt. Dann gibt es kein Ladungsgefälle mehr und die Ladungen haben keinen Grund, ihre Position zu verändern.  In diesem Zustand stellt wurde die Spannung zu 3,33 V gemessen.  Die beim Aufladen gespeicherte Ladung Q hat sich nun auf die beiden Kondensatoren verteilt:  Diese Gleichung kann gleich der ersten Gleichung gesetzt werden (ist ja die gleiche Ladungsmenge):    b) Im zweiten Versuch wird die Schaltung im Resonanzfall betrieben, die Stromstärke hat einen Maximalwert. Für diesen Fall ist bekannt, das der induktive Widerstand genau so groß ist wie der kapazitive Widerstand. Durch die entgegen gesetzte Phasenverschiebung in von Spannung und Stromstärke in diesen Bauelementen heben sie sich auf und es wirkt auf den Stromfluss nur noch der ohmsche Widerstand. Dieser lässt sich dann auch berechnen: | | |
| Über die Gleichheit von kapazitivem und induktivem Widerstand kann, da die Kapazität ja bekannt ist, die Induktivität berechnet werden: | | |
| Antwort: | Der Kondensator hat eine Kapazität von 150 µF, die Spule eine Induktivität von 7,51 mH und einen ohmschen Widerstand von 150 Ohm. | | |

272.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Es soll die Netzspannung in eine niedrige Spannung herunter transformiert werden. Da sich die Spannungen wie die Windungszahlen verhalten, muss die Primärspule die große Spule sein, also 5000 Windungen haben. | | |
| Antwort: | Die Sekundärspule hat 522 Windungen. | | |