273.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a)  Da der Trafo unbelastet ist, gilt die Gleichung für die Spannungsübersetzung    Dabei sollen U1 und N1 konstant bleiben.  Stellt man die Gleichung nach der Sekundärspannung U2 um,    stellt man fest, dass die Sekundärspannung direkt proportional zur Sekundärwicklung ist. Wird also die Windungszahl verdoppelt, verdoppelt sich auch die Sekundärspannung.  b)  Es wir die Gleichung aus Aufgabe a) verwendet:  Wenn N2 und U1 verdoppelt werden, vervierfacht sich die Sekundärspannung. | | |
| Antwort: |  | | |

274.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Zwischen der Wellenlänge und der Frequenz gilt die Beziehung:    Damit kann die Wellenlänge berechnet werden:    Der Dipol der Sendeanlage muss so lang sein wie die halbe Wellenlänge, als 1,55 m.  Bemerkung: die Antenne für den Empfang sollte ebenfalls diese Länge haben. | | |
| Antwort: | Der Sender sendet mit einer Wellenlänge von 3,1 m. Der Dipol muss 1,55 m lang sein. | | |

275.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Der Abstimmkreis eines Empfängers stellt einen Schwingkreis dar, der von außen über die Antenne zum Schwingen angeregt wird. Er empfängt den Sender, für dessen Frequenz er selber schwingen würde, also der Resonanzfall eintritt.  Die Frequenz berechnet sich nach der Thomsonschen Schwingungsgleichung:  An Stelle der Schwingungsdauer wird die Frequenz eingesetzt, weil ja gilt:  Damit wird:    Diese Gleichung stellt man nach der Kapazität C um:    Für die erste Frequenz kann damit die Kapazität berechnet werden:  Für die zweite Frequenz kann die Kapazität zu 33 pF berechnet werden. | | |
| Antwort: | Der Drehkondensator muss einen Bereich von 33 pF bis 235 pF überstreichen. | | |

276.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Aus den gegeben Werten lässt sich die Kapazität des luftgefüllten Kondensators berechnen. Da bei konstanter Ladung das Produkt aus Kapazität und Spannung gleich bleibt, kann dann mit den gegeben Spannungen die gesuchte Kapazität berechnet werden.  1. Kapazität des luftgefüllten Kondensators:    2. Kapazität des Kondensators mit der Kunststoffscheibe: | | |
| Antwort: | Der Kondensator mit der Kunststoffscheibe hat eine Kapazität von 7,7 pF. | | |

286.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Wenn das Tröpfchen im Schwebezustand ist, liegt ein Kräftegleichgewicht vor. Die Summe aller wirkenden Kräfte ist Null.  Nach unten wirkt die Gewichtskraft des Tröpfchens, nach oben die Kraft des elektrischen Feldes.    Die Feldstärke E ist nicht bekannt, lässt sich aber aus der Spannung und dem Abstand der Platten berechnen.    Beim zweiten Tröpfchen muss die Masse über die Dichte und das Volumen ausgedrückt werden.    b) Die berechneten Ladungen müssen durch die Elementarladung geteilt werden. Für das erste Tröpfchen ergeben sich 2 Elementarladungen, für das zweite mit der doppelten Ladung 4 Elementarladungen. | | |
| Antwort: | Das erste Tröpfchen hat eine Ladung von, was 2 Elementarladungen entspricht. Das zweite Tröpfchen trägt die doppelte Ladung wie das erste. | | |

290.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Aus den gemessenen Zeiten und dem gegeben Weg können über  die Geschwindigkeiten berechnet werden.  Fallgeschwindigkeiten:    Steiggeschwindigkeiten:    Mit diesen Werten können nun endlich die Ladungen der Tröpfchen berechnet werden.    Für das zweite Tröpfchen erhält man eine Ladung von    und für das dritte von  . | | |
| Antwort: | Die ersten beiden Öltröpfchen waren jeweils mit einer Elementarladung versehen und das dritte Tröpfchen trug zwei Elementarladungen. | | |

292.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | C |
| Lösungen: | Die Kapazität eines Kondensators berechnet sich nach    Die Flächen sind Kreisflächen, so dass man schreiben kann: | | |
| Antwort: | Die Kapazität des CD-Kondensators beträgt 400 pF. | | |

296.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösungen: | Die geladenen Teilchen werden durch die Lorentzkraft auf eine Kreisbahn gezwungen. Es gilt:    Der Radius ist von der Masse, der Geschwindigkeit und der Ladung der Teilchen abhängig.  Es wird eine Aussage über die Geschwindigkeit der Teilchen gemacht, die die Beschleunigungsspannung U durchlaufen haben:    Das wird in die Radiusgleichung eingesetzt, die vorher noch schnell quadriert wird:    Die Beschleunigungsspannung U und die magnetische Feldstärke B sind konstant. Damit gilt:    Die Masse des Heliumkerns ist 7300 mal so groß wie die Masse eines Elektrons, die Ladung ist doppelt so groß. Damit ist der Quotient    Der Radius der Kreisbahn, den die Heliumkerne durchfliegen ist also 60,4 mal größer als der Radius der Elektronenbahn und somit 18 m groß. | | |
| Antwort: | Die Heliumkerne fliegen auf einem Radius mit 18 m Radius. | | |

297.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösungen: | Da der Kondensator von der Spannungsquelle getrennt wird, sind die Ladungen auf den Platten konstant. Es kommen ja keine hinzu oder verlassen die Platte.    Der zweite Kondensator wird parallel geschaltet. Damit gilt für die Gesamtkapazität:    Die Kapazität ist definiert:    Es kann also geschrieben werden: | | |
| Antwort: | Der zweite Kondensator hat eine Kapazität von 2,6 µF. | | |

301.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösungen: | Die Kräfte der beiden Felder sind gleich groß: | | |
| Antwort: | Die Ionen haben eine Geschwindigkeit von. | | |

303.

|  |  |
| --- | --- |
| Obwohl die Schaltung recht einfach aus sieht, hat sie es doch in sich. Das Problem besteht darin, dass drei der Widerstände zu einem Dreieck zusammengeschaltet sind. |  |
| Nun kann eine Dreieckschaltung durch eine Sternschaltung ersetzt werden.  Für die Ersatzwiderstände gilt: |  |
| Damit kann die Schaltung neu gezeichnet werden.  Die Widerstände R sind jeweils 12 Ohm groß. Die Widerstände r lassen sich berechnen: |  |
| Damit kann man nun endlich nach der üblichen Methode die Widerstände zusammenfassen.  Die beiden Widerstände R+r sind jeweils 16 Ohm groß und ergeben in der Parallelschaltung 8 Ohm. |  |
| Die Schaltung reduziert sich also auf eine Reihenschaltung von 8 Ohm und 4 Ohm, die endlich einen Ersatzwiderstand von 12 Ohm ergeben. |  |

305.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | U |
| Lösungen: | In der Schaltung liegen zwei Parallelschaltungen von Widerständen vor: R1 ist parallel zu R2 und R3 ist parallel zur Lampe. Diese beiden Teilschaltungen sind über die mittlere Verbindung in Reihe geschaltet.  Die Spannung der Spannungsquelle teilt sich damit in zwei Spannungen auf: die über der oberen Schaltung + die über der unteren Schaltung.  Die Spannung über der unteren Schaltung muss 6 V betragen, damit die Lampe ordentlich leuchtet.  Die Spannungen über den beiden Teilschaltungen richten sich nach den Widerständen der Teilschaltungen, die zuerst berechnet werden müssen.  **obere Teilschaltung:**    **untere Teilschaltung:**  Es muss zuerst der Widerstand der Lampe berechnet werden:    Der Strom kann über die Leistung angegeben werden:    und eingesetzt:    Mit diesem Lampenwiderstand kann der Widerstand der unteren Teilschaltung berechnet werden: | | |
| **Spannung:**  Es liegt eine Spannungsteilerschaltung vor. Die Teilspannungen verhalten sich wie die Widerstände: am großen Widerstand liegt die große Spannung und am kleinen Widerstand die kleine Spannung.    Und die Summe der Teilspannungen ist so groß wie die Gesamtspannung.    Die untere Spannung ist durch die Lampe mit 6 V vorgegeben. Die Spannungsteilergleichung wird nach der oberen Spannung umgestellt:    und in die Summenformel eingesetzt: | | |
| Antwort: | An der Spannungsquelle muss eine Spannung von 18 V anliegen. | | |

306.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | R, B |
| Lösungen: | Es ist der Gleichstromwiderstand des aufgewickelten Drahtes gesucht. Dieser Widerstand berechnet sich mit dem Widerstandsgesetz:    In dieser Gleichung ist der spezifische Widerstand gegeben. Die Länge und der Querschnitt des Drahtes müssen noch berechnet werden.  *Querschnitt:*  Man kann davon ausgehen, dass der Draht einen kreisrunden Querschnitt hat. Damit wird:    *Länge:*  Der Draht ist auf einer Spule aufgewickelt. Man muss den Umfang der Spule berechnen und den mit der Windungszahl multiplizieren.    Damit sind auf der Spule 4712,4 mm oder 4,71 m Draht.  Nun kann der Widerstand berechnet werden: | | |
| Die magnetische Flussdichte einer Spule berechnet sich nach der Formel:    Über die Stromstärke ist noch nichts bekannt. Da in der Spule aber Gleichstrom fließt, kann sie mit der Widerstandsdefinition berechnet    und eingesetzt: | | |
| Antwort: | Der Draht hat einen Widerstand von 2,7 Ohm.  Die Flussdichte der Spule beträgt 837 mT. | | |

307.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösungen: | Der ohmsche Widerstand berechnet sich einfach nach der Widerstandsdefinition:    Die bei Wechselstrom gemessene Stromstärke wird durch den Scheinwiderstand Z der Spule bestimmt. Dieser setzt sich aus dem ohmschen Widerstand R und dem Blindwiderstand X zusammen.  Der Blindwiderstand entsteht durch die Selbstinduktion in der Spule.  Es gilt auf Grund der Phasenverschiebung zwischen Spannung und Strom in der Spule:    mit    L ist die gesuchte Induktivität.  Einsetzen und ausrechnen:    Wenn man die Rechnung ohne Berücksichtigung des ohmschen Widerstandes R durchführt, erhält man ebenfalls eine Induktivität von 2,0 H. | | |
| Antwort: | Der ohmsche Widerstand der Spule ist 40 Ohm groß. Die Spule hat eine Induktivität von 2,0 H. Der ohmsche Widerstand kann vernachlässigt werden. | | |

308.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | U |
| Lösungen: | a) In der Spule wird eine Spannung induziert, wenn sich das Magnetfeld ändert. Es gilt das Induktionsgesetz:    Die Windungszahl ist 1 und die Fläche, die vom Magnetfeld durchsetzt wird, ändert sich nicht. Damit wird:    Die Fläche ist ein Quadrat mit 6,0 cm Kantenlänge und hat damit eine Fläche von .  Die Stärke des Magnetfeldes ändert sich von 20 mT auf 20/3 mT, also um 40/3 mT.  Damit kann die Spannung für den ersten Fall berechnet werden:    b) Im zweiten Fall bleibt das Magnetfeld konstant und die Fläche ändert sich:    Zu Beginn der Zeit ist die Fläche . Dreht sich die Schleife, wird weniger Fläche durchsetzt. Die Fläche am Ende des Vorganges berechnet sich mit    Damit ist die Flächenänderung    Und das setzt man in das Induktionsgesetz ein: | | |
| Antwort: | Im ersten Fall wird eine Spannung von 0,192mV induziert, im zweiten Fall 0,166 mV. | | |

309.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösungen: | Für den Trafo gilt der Energieerhaltungssatz: was Primärseitig an Leistung hineingeht, muss Sekundärseitig auch wieder an Leistung herauskommen. Dabei finden natürlich noch die Verluste u.a. durch Wärme Berücksichtigung, die durch den Wirkungsgrad beschrieben werden.  Es gilt also:    Leistung ist Spannung mal Strom: | | |
| Antwort: | Im Sekundärkreis fließt ein Strom von 3,2 A. | | |

310.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | C |
| Lösungen: | Die Frequenz eines Schwingkreises berechnet sich aus Kapazität und Induktivität nach der Thomsonschen Schwingungsgleichung. | | |
| Antwort: | Der Kondensator muss eine Kapazität von 2,7 pF haben. | | |

315.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | L |
| Lösungen: | Die Spule setzt dem Strom zwei Widerstände entgegen. Als einfacher Draht hat sie einen ohmschen Widerstand, der im Gleichstromkreis des Strom bremst.  Im Wechselstromkreis kommt auf Grund der Selbstinduktion der Spule noch zusätzlich ein Wechselstromwiderstand hinzu (Blindwiderstand) . Der Gesamtwiderstand der Spule bei Wechselstrom wird Scheinwiderstand genannt.  Auf Grund der Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung kann man die beiden Widerstände aber nicht einfach addieren, sondern berechnet den Scheinwiderstand nach:    R ist der ohmsche und X der Blindwiderstand.  Der Blindwiderstand der Spule ist    Da steht die gesuchte Induktivität L drin.  Es muss also zuerst der ohmsche Widerstand berechnet werden.    Danach berechnet man den Scheinwiderstand:    Der Widerstand, der durch die Selbstinduktion entsteht, ist also rund 6 mal so groß wie der ohmsche Widerstand. | | |
| Nun kann die Induktivität berechnet werden: | | |
| Antwort: | Die Spule hat eine Induktivität von 0,19 H. | | |

318.

|  |  |
| --- | --- |
| Die drei mittleren Widerstände sind als Dreieck geschaltet. Diese kann in eine Sternschaltung umgewandelt werden. |  |
| Für die Sternersatzschaltung berechnet sich der einzelne Widerstand nach der Gleichung: |  |
| Damit vereinfacht sich die Schaltung gewaltig. Den einzelnen Widerstand zwischen dem oberen und unteren Zweig kann man weglassen, da an seinen Anschlüssen keine Spannung liegt. Damit fließt auch kein Strom.  Die obere Kette von vier Widerständen ist eine einfache Reihenschaltung und liefert in der Summe .  Die untere Kette hat einen Gesamtwiderstand von 2 R. |  |
| Die beiden Zweige sind parallel verknüpft. Damit lässt sich der Gesamtwiderstand berechnen:    Da alle Widerstände gleich sind und 1 Ohm betragen, ergibt sich ein Gesamtwiderstand von 1,143 Ohm. |  |

320.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | d |
| Lösungen: | Die Kapazität eines Kondensators berechnet sich nach der Gleichung:  und nach der gesuchten Größe umgestellt:    In dieser Gleichung fehlt die Kapazität des Kondensators. Wir wissen aber, dass er in einem Schwingkreis arbeiten soll, der auf einer Frequenz von 900 MHz schwingt.  Da hilft uns die Thomsonsche Schwingungsgleichung weiter:  ,  die nach C umgestellt wird:    Diese Gleichung kann nun in die Gleichung für die gesuchte Größe eingesetzt werden:    Für die Induktivität setzt man die bekannten Spulengrößen ein:    Nun kann man die Größen einsetzen und erhält als Plattenabstand 0,34 mm. | | |
| Antwort: | Die Platten müssen einen Abstand von 0,34 mm haben. | | |

b)Die Länge der Spule wird von der Frequenz bestimmt, in der der Schwingkreis für das E-Netz schwingen soll. Die Kapazität ist konstant, so dass gilt:



oder



Das heißt, die Induktivität der gesamten Spule ist vier mal so groß wie die Induktivität des oberen Teilstückchens.

Da die Windungsdichte bei dieser Spule konstant ist, gilt:



und da die Fläche ebenfalls konstant ist, kann man auch schreiben:



Das kann man einsetzen und erhält:



Wenn man die Gleichung für die Windungsdichte nach der Länge umstellt und einsetzt, erhält man eine Windungszahl von 2 Windungen.

322.

Experiment 1:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösungen: | Wenn die Leiterschleife durch das Magnetfeld rotiert, tragen nur die waagerechten Teile zu einer Induktionsspannung bei. Diese ist maximal, wenn sich die Leiter senkrecht zur Richtung des magnetischen Feldes bewegen. In der Zeichnung wäre das nach einer halben Drehung.  Die Induktionsspannung in einer bewegten Leiterschleife senkrecht zum Magnetfeld berechnet sich nach:    Da es zwei Leiterschleifen sind, ergibt sich:    Die Geschwindigkeit erhält man aus der bekannten Winkelgeschwindigkeit:    Der Radius r ist die Hälfte der Länge einer Seite der Schleife:    Alles eingesetzt: | | |
| Antwort: | Der Maximalwert der Wechselspannung beträgt 2,1 V. | | |

Experiment 2:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösungen: | Der Maximalwert der Spannung tritt auf, wenn der letzte Teil der Leiterschleife das Magnetfeld verlässt. Es wird dann nur noch in einem Leiter der Länge 15 cm eine Spannung induziert, es gilt also:    Die Geschwindigkeit kann aus dem freien Fall berechnet werden. die Fallhöhe für diesen Teil der Schleife beträgt 45 cm.    Und eingesetzt: | | |
| Antwort: | Der Maximalwert der Wechselspannung beträgt 0,67 V. | | |

324.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösungen: | Da der Gesamtwiderstand kleiner ist als der vorhandene Einzelwiderstand, muss ein zweiter Widerstand parallel geschaltet werden. Damit gilt:    Diese Gleichung muss nach der gesuchten Größe umgestellt werden: | | |
| Antwort: |  | | |

326.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | B |
| Lösungen: | a) Die magnetische Flussdichte berechnet sich mit    Die Stromstärke ist noch unbekannt, kann aber mit    berechnet werden.  Damit wird    b) Die Induktivität berechnet sich mit: | | |
| Antwort: | Die magnetische Flussdichte im Innern der Spule ist 4,8 mT groß. Die Spule hat eine Induktivität von 4,1 H. | | |

c) Im Diagramm sind 6 Abschnitte zu erkennen:

0s - 1s : schneller Anstieg des Stromes auf einen Maximalwert

1s - 2s: der Strom bleibt konstant

2s - 5s : langsamer Abfall der Stromstärke auf 0

In den folgenden 5 s wiederholt sich der Vorgang.

Eine Induktion in der inneren Spule erfolgt im ersten und im dritten Abschnitt. Im 2. Abschnitt ändert sich die Stromstärke nicht, damit bleibt das Magnetfeld konstant und er wird nichts induziert.

Im ersten Abschnitt ist die induzierte Spannung größer als im dritten Abschnitt, da sich durch die schnelle Änderung der Stromstärke das Magnetfeld schneller ändert.

Die Spannungen haben im ersten und dritten Abschnitt entgegen gesetzte Polung.

Die induziert Spannung berechnet sich mit dem Induktionsgesetz:



Der magnetische Fluss ist, so dass man bei konstanter Fläche A schreiben kann:



Da die innere Spule mehr als eine Windung hat, wird daraus:



Mit der Gleichung für die magnetische Flussdichte erhält man



Spannung für den ersten Abschnitt:



Im dritten Abschnitt erfolgt die Änderung der Stromstärke in der dreifachen Zeit, so dass die induzierte Spannung nur noch ein Drittel beträgt, also 1,6 mV.

|  |
| --- |
| Damit erhält man folgendes Diagramm: |
|  |

327.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösungen: | Die magnetische Flussdichte wird bei eisenfreien Spulen (Luftspulen) durch die Gleichung    beschrieben.  In beiden Spulen fließt der gleiche Strom. Die Gleichung wird nach I umgestellt:    und für die beiden Spulen gleichgesetzt:    Nach der gesuchten Größe wird umgestellt:    Die Größen für Spule (A) werden durch die gegeben Werte ersetzt:    und gekürzt: | | |
| Antwort: | Die Spule (B) hat 20 Windungen. | | |

328.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | N |
| Lösungen: | Für eine Spule gilt:    Diese Gleichung wird nach N umgestellt. Beachten: Einheiten. | | |
| Antwort: | Die Spule hat 464 Windungen. | | |

332.

a)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösungen: | Es gilt    Nach der gesuchten Größe umgestellt: | | |
| Antwort: | Das Eisen hat bei dieser Magnetisierung eine Permeabilität von 19. | | |

b)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösungen: | Wird die Spule an die Feder gehängt, zieht es die Feder nach unten. Durch den Strom der in der Spule nach dem Anlegen der Spannung fließt, wird sie nach unten gezogen (Hand-Regel). Damit wird die Ausdehnung größer.  Es gilt:    Die Kraft ist die Kraft, die auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld wird. Sie berechnet sich mit:    Die Länge des Leiters ist die, die sich im Magnetfeld befindet und damit 5 cm lang. Der Rest des unteren Teils der Spule spürt ja nichts vom Magnetfeld.  Der Strom berechnet sich aus anliegender Spannung und Widerstand.  Da die Spule 500 Windungen hat, ist die Kraft auch 500 mal so groß wie auf einen einzelnen Leiter:    Das kann in die Gleichung eingesetzt werden: | | |
| Antwort: | Die Feder wird durch das Anlegen der Spannung um 0,015 m = 1,5 cm länger. | | |

334.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösungen: | Aus der angegebenen Energie und der Zeit lässt sich die Leistung des Motors berechen. Das ist die Wirkleistung:    Das ist die Leistung, die der Motor wirklich leistet. Würde keine Phasenverschiebung auftreten, wäre der Strom    Der fließende Strom ist aber durch die Phasenverschiebung um 4,2 A größer.  Zur Berechnung des Leistungsfaktors und des Blindstromes werden die Beziehungen der Leistungen im Wechselstromkreis verwendet:  Scheinleistung:  Wirkleistung:  Blindleistung:  I ist der in der Leitung tatsächlich gemessene Strom, hier also 28 A  Damit gilt:    Damit kann die Blindleistung zu bestimmt werden. Das ist die Leistung, die bei der Spannung von 210 V nutzlos in den Leitungen hin und her transportiert wird. Der Strom, der dazu notwendig ist, beträgt 14,7 A. | | |
| Antwort: | Der Leistungsfaktor beträgt 0,85 und der Blindstrom 14,7 A. | | |

336.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösungen: | Der angegebene Strom ist der Scheinstrom, also der, der sich aus dem Wirk- und dem Blindstrom zusammensetzt.  Da gilt:    ist der Wirkstrom    Damit lassen sich alle Leistungen berechnen.  Scheinleistung    Wirkleistung    Blindleistung    Aus der Blindleistung ergibt sich der Blindstrom: | | |
| Antwort: | Es fließt ein Wirkstrom von 1,6 A und ein Blindstrom von 1,2 A. Die Wirkleistung beträgt 368 W, die Scheinleistung 460 W und die Blindleistung 276 W. | | |

337.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösungen: | Es gilt für die Reihenschaltung:    Das ist der ursprüngliche Scheinwiderstand.  Für den neunen Scheinwiderstand gilt:    Die beiden Scheinwiderstände sollen gleich groß sein:    Diese Gleichung wird so umgeformt, dass das Verhältnis der beiden Widerstände bekannt ist. | | |
| Antwort: | Der neue Widerstand muss 0,83 mal so groß sein wie der ursprünglich. | | |

338.

|  |  |
| --- | --- |
| Die gezeigte Schaltung lässt sich durch ein Ersatzschaltbild ersetzen.  Der Strom fließt aus der Spannungsquelle über den Widerstand R1 und die beiden Widerstände R2 und R4 zurück. R2 und R4 bilden eine Parallelschaltung.  Der Widerstand R1 ist 1/3 so groß wie der Widerstand R2, also |  |
| Widerstand R4 ist genau so groß wie R1. Damit ergibt sich als Ersatzwiderstand für die Parallelschaltung von R2 und R4:    Der Gesamtwiderstand für den fließenden Strom ist dann    Nun verhalten sie die Spannungen wie die Widerstände. Über dem Gesamtwiderstand fallen 7 V ab und über den beiden Teilwiderständen die Spannungen im Verhältnis zu den Widerständen.    Damit lässt sich die Spannung über den beiden unteren Widerständen berechnen: | |
| Der Widerstand R4 spielt bei der Spannungsmessung keine Rolle! Er ist nur ein Vorwiderstand vor dem Spannungsmesser, über dem keine Spannung abfallen kann. Der Spannungsmesser hat einen unendlich hohen Widerstand, zu dem ein zweiter Widerstand in Reihe geschaltet wird. Damit kann in diesem Kreis kein Strom fließen und am Widerstand keine Spannung abfallen.  Der Spannungsmesser zeigt 3 V an. | |

345.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösungen: | a) Es gilt die Gleichung für die Kapazität eines Kondensators:    Da die Platten kreisrund sind, lässt sich die Fläche mit  bestimmen.    b) Durch das Umlegen des Schalters wird der Kondensator 1 von der Spannungsquelle getrennt. Damit bleiben die Ladungen im System konstant, da ja von der Quelle nichts nach fließen kann.  Der Schalter verbindet nun den zweiten Kondensator mit dem ersten. Die Ladungen verteilen sich sofort auf beiden Kondensatoren.  Damit sind auf dem ersten Kondensator weniger Ladungen enthalten und die Spannung sinkt:    Die Spannung am Kondensator 1 ist auf ein Viertel des ursprünglichen Wertes gefallen. Das heißt aber, dass auch die Ladungsmenge auf dem Kondensator auf ein Viertel abgefallen ist. Drei Viertel aller Ladungen sind auf den 2. Kondensator geflossen. Damit ist klar, dass er eine größere Kapazität hat, er verträgt ja mehr Ladungen. | | |
| Da die Spannungen an beiden Kondensatoren gleich sind, kann man schreiben:    oder weiter:    Durch die Überlegungen zu den Ladungen weiß man, dass    ist.  Damit kann nun die unbekannte Kapazität berechnet werden: | | |
| Antwort: | Der erste Kondensator hat eine Kapazität von 33 pF und der zweite von 99 pF. | | |

354.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösungen: | Bei der Reihenschaltung ist der Gesamtwiderstand der Schaltung größer als der 1,0-Ohm-Widerstand, da zu einem Widerstand ein zweiter hinzu kommt.  Bei der Parallelschaltung ist der Gesamtwiderstand kleiner als der 1,0-Ohm-Widerstand, da dem Strom zusätzlich neben dem Widerstand ein zweiter Weg geöffnet wird.  Der Gesamtwiderstand der Reihenschaltung wird R3 genannt, der der Parallelschaltung R4. Damit gilt:    Weiterhin ist aus den Messungen bekannt, wie sich die beiden Gesamtwiderstände verhalten:    oder    Die Gesamtwiderstände werden durch die Einzelwiderstände ersetzt:    Daraus wird    Der linke Ausdruck ist eine binomische Formel und liefert    Die gesuchte Größe R2 steht quadratisch in der Gleichung, also versucht man die Normalform der quadratischen Gleichung zu erstellen:    Auf diese Form wird die Lösungsgleichung angewandt: | | |
| Probe:  Wenn der zweite Widerstand 7,9 Ohm groß ist, ergibt die Reihenschaltung einen Gesamtwiderstand von 8,9 Ohm. Die Reihenschaltung liefert:    Der Widerstand der Reihenschaltung ist 10 mal so groß wie der Widerstand der Parallelschaltung.  Ist der zweite Widerstand 0,1 Ohm groß, ergibt die Reihenschaltung 1,1 Ohm. Bei der Parallelschaltung erhält man    Beachtet man die Rundungsfehler in der Rechnung, ist der erste Widerstand 1 Ohm und der zweite Widerstand 0,1 Ohm groß. Damit ist der Widerstand der Reihenschaltung wieder 10 mal so groß wie der Widerstand der Parallelschaltung. | | |
| Antwort: | Der zweite Widerstand kann 7,9 Ohm oder 0,1 Ohm groß sein. | | |

355.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösungen: | Das Verlängerungskabel und das Gerät stellen eine Reihenschaltung dar. Die Gesamtspannung teilt sich in zwei Teilspannung über dem Gerät und dem Kabel auf. Die Summe dieser beiden Teilspannungen ist so groß wie die anliegende Gesamtspannung.  Die Leistung, die in dem Kabel und in dem Gerät umgesetzt wird, ist das Produkt aus der Spannung und der Stromstärke:    Der fließende Strom ergibt sich aus der anliegenden Spannung und dem Gesamtwiderstand aus Gerät und Kabel.  Der Kabelwiderstand ist bekannt, der Gerätewiderstand kann berechnet werden, da ja bekannt ist, welche Leistung die Geräte bei der vorgebenden Spannung abgeben:    Für das erste Gerät erhält man:    und für das zweite:    Beim zweiten Gerät ist der Widerstand viel kleiner, da bei einer deutlich geringeren Spannung die gleiche Leistung gebracht werden soll. Das ist nur durch einen großen Strom möglich.  Nun lassen sich die beiden Gesamtwiderstände der Schaltungen ermitteln:    Damit lassen sich die Gesamtströme berechnen: | | |
| Für die Leistung im Kabel braucht man noch die über dem Kabel abfallende Spannung. Die lässt sich aber aus dem Widerstand des Kabels und dem darin fließenden Strom angeben:    Damit geht man in die Leistungsgleichung:    und berechnet die Leistung in dem Verlängerungskabel:    Für das Niedervoltgerät fällt in der Leitung auf Grund des größeren Stroms eine deutlich höhere Leistung an. diese Leistung ist aber unerwünscht, denn sie erwärmt nur die Verlängerungsschnur. Es wird dadurch Energie verschwendet.  Hohe Spannung bedeutet geringen Strom und geringe Verluste in der Leitung. | | |
| Antwort: | Der Leistungsverlust für das 230V-Gerät ist 0,09 W und für das 12V-Gerät stolze 19,16 W. | | |

357.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | | C |
| Lösungen: | a) Die Kapazität eines Plattenkondensators berechnet sich mit    Die Fläche der Platten kann mit    bestimmt werden. | | | |
|  | b) Der Auslenkwinkel lässt sich über das rechtwinklige Dreieck berechnen. Es gilt: | |  | |
|  | Der eben berechnete Winkel taucht in dem Kräfteparallelogramm noch mal auf. Damit lässt sich die gesuchte Kraft des elektrischen Feldes berechnen. | |  | |
|  | c) Da das Feld im Kondensator weitgehend homogen ist, kann die Feldstärke einfach mit    berechnen:    Damit kann nun die Ladung der Metallkugel bestimmt werden: | | | |
| Antwort: | Der Kondensator hat eine Kapazität von 25,0 pF.  Die Kugel wird um 1,91° ausgelenkt. Die dazu notwendige Kraft des elektrischen Feldes ist groß.  Die Feldstärke im Kondensator beträgt 20 kV/m und auf der Kugel befindet sich eine Ladung von 4,09 nC. | | | |

363.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | R |
| Lösungen: | Der Widerstand einer Ader berechnet sich nach dem Widerstandsgesetz:    Der Querschnitt berechnet sich mit der Gleichung für den Kreisquerschnitt:    Dieser Wert gilt für jede einzelne Ader.  Da die Freileitung aus 7 Stahl- und 30 Aluadern besteht, kann für jedes Material der Gesamtquerschnitt berechnet werden:  Stahl:  Damit lässt sich für jedes Material der Widerstand berechnet werden:    Der Widerstand der Alu-Adern ist deutlich kleiner als der vom Stahl. Die Stahladern dienen der Festigkeit des Seils und tragen nur wenig zum Stromfluss bei.  Der Gesamtwiderstand ergibt sich nun als Parallelschaltung der beiden Widerstandswerte: | | |
| Antwort: | 100 km Freileitung haben einen Widerstand von 10,5 Ohm. | | |

364.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösungen: | Achtung: Dichte und spezifischer elektrischer Widerstand haben das gleiche Formelzeichen. Die Unterscheidung erfolgt hier mit D und W.  Die Masse lässt sich aus der Dichte und dem Volumen berechnen:    Das Volumen ist Länge mal Querschnitt.    Die Länge ist gegeben, der Querschnitt kann aus dem Widerstand berechnet werden:    Jetzt kann alles eingesetzt werden:    Vor dem Einsetzten müssen die Einheiten der beiden spezifischen Werte noch angepasst werden:      und eingesetzt: | | |
| Antwort: | Der Kupferdraht hat eine Masse von 52,3 kg. | | |

365.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösungen: | Die gesuchte Länge des Drahtes steckt im Widerstandsgesetz:    Nach der Länge umgestellt.    Der Widerstand des Drahtes lässt aus der anliegenden Spannung und dem fließenden Strom berechnen:    Damit erhält man für die gesuchte Länge:    Die Fläche wird über den Kreisflächeninhalt ausgedrückt:    Die endgültige Formel sieht nun so aus: | | |
| Antwort: | Auf der Spule sind 55,4 m Draht aufgewickelt. | | |

373. Der Wasserkocher gibt Wärmeenergie an das Wasser ab, das diese Energie aufnimmt und die Temperatur erhöht. Es gilt:



Wie Wärme wird durch die elektrische Leistung des Stromes, der durch die Heizspirale fließt, aufgebracht. Die Leistung ist abgegeben Energie (Arbeit) je Zeit



Die Energie ist aber gleich der vom Wasser aufgenommenen Arbeit, also



Damit kann man aber auch schreiben:



oder nach der Leistung umgestellt:



Da es laut Aufgabenstellung eine konstante Menge Wasser ist, die um eine konstante Temperaturänderung erwärmet werden soll, gilt allgemein:



oder besser



Die Zeit zum Erwärmen des Wassers ist also umgekehrt proportional zur Leistung des Wasserkochers.

Wie ändert sich nun aber die Leistung des Kochers, wenn die Spannung um 10% des Nennwertes fällt?

Die Leistung ist



Über die Spannung ist in der Aufgabenstellung eine Aussage gemacht. Der Strom ergibt sich aus der anliegenden Spannung und dem konstanten Widerstand der Heizspirale im dem Kocher:



Damit wird aus der Leistungsgleichung



oder bei konstantem Widerstand



Das kann man nun in die oben hergeleitete Zeitabhängigkeit einsetzten und erhält die Aussage:



Die Spannung sinkt auf den Wert 0,9 der ursprünglichen Spannung ab. Damit ist U² = 0,81. Das bedeutet, dass die Leistung auf 81% des ursprünglichen Wertes absinkt.

Die Zeit wächst damit auf



an. Das bedeutet, dass sich die Zeit um 23% erhöht. Ein deutlich spürbarer Effekt!

374.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | t |
| Lösungen: | Die Energie, die im Kondensator gespeichert ist, wird in der Leuchtdiode in Lichtenergie umgesetzt. Die Leuchtdiode leistet etwas. Die Leistung ist allgemein:  ,  also Arbeit je Zeit. Die Zeit ist die gesuchte Größe, die Arbeit entspricht der ursprünglich im Kondensator gespeicherten Energie.  Die Energie im Kondensator berechnet sich mit    Da die Energie nicht vollständig in Licht umgewandelt wird, muss die Energiemenge im Kondensator zu Beginn und am Ende des Leuchtens berechnet werden.  Zu Beginn:    Am Ende:    Damit sind    in der Leuchtdiode umgesetzt worden.  Mit dieser verleuchteten Energie kann die Zeit bestimmt werden: | | |
| Antwort: | Die Lampe kann 169 s, also etwa 3 min leuchten, bevor ihr der Saft ausgeht. | | |

378.

|  |  |
| --- | --- |
| Der fließende Strom richtet sich nach der Spannung und dem Gesamtwiderstand der Schaltung. Der Gesamtwiderstand berechnet sich mit    Dieser Widerstand wird durch das gegebene Widerstandsnetzwerk realisiert. Es muss berechnet werden, wie groß R4 ist, damit das Netzwerk einen Gesamtwiderstand von 200 Ohm hat.  Dazu werden die oberen beiden Widerstände zu einem zusammengefasst. |  |
| Dazu ist der Widerstand R5 parallel geschaltet. Das ergibt:    Die Widerstandskombination aus R3 und R4 ist zu diesem Widerstand parallel geschaltet. Diese Parallelschaltung zusammen muss die geforderten 200 Ohm ergeben.    Davon werden die bereits bekannten 470 Ohm abgezogen und man erhält für den gesuchten Widerstand einen Wert von 224 Ohm. |  |

379.

|  |  |
| --- | --- |
| Über den Widerstand R1 muss der gesamte Strom fließen. Dieser ist    groß.  Das heißt, die Schaltung hat einen Gesamtwiderstand, der bei einer Spannung von 12 V einen Strom von 81 mA fließen lässt. Dieser Gesamtwiderstand ist    groß. |  |
| Zur Bestimmung des gesuchten Widerstandes werden zuerst die Reihenschaltungen zu Einzelwiderständen zusammengefasst.  Der obere Teil der Schaltung (R2/3, R4/6 und R5) sind als Einzelwiderstand mit R1 in Reihe geschaltet. Damit muss der obere Teil einen Gesamtwiderstand von    haben.  Dieser obere Teil wiederum ist eine Parallelschaltung von R2/3 und der Reihenschaltung von R4/6 und R5. Damit kann der Wert der Reihenschaltung von R4/6 und R5 berechnet werden:    Du damit lässt sich der gesuchte Widerstand zu 226 Ohm berechnen. |  |

380.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösungen: | Die Schaltung stellt eine Reihenschaltung von zwei Widerständen dar. Über jedem Widerstand fällt ein Teil der Gesamtspannung ab.  Eine Glühlampe geht kaputt, wenn der Strom durch den Glühdraht zu groß wird. In der Reihenschaltung ist der Strom an allen Stellen gleich. Damit darf in dieser Schaltung ein maximaler Strom von 0,1 A fließen. Damit wird die Lampe 2 nicht überlastet und Lampe 1 kann deutlich mehr vertragen.  Der Strom in einer Schaltung wird durch die anliegende Gesamtspannung und den Gesamtwiderstand der Schaltung bestimmt.  Der Gesamtwiderstand lässt sich aus den gegeben Größen berechnen:    Die Einzelwiderstände sind    Das heißt, bei einer Spannung von 3,6 V lässt diese Lampe durch ihren Widerstand von 15 Ohm die angegebenen 0,24 A fließen.  Für die zweite Lampe wird der Widerstand ebenfalls berechnet:    Damit ist der Gesamtwiderstand der Schaltung 75 Ohm groß und die gesuchte Spannung lässt sich berechnen: | | |
| Antwort: | An der Spannungsquelle dürfen maximal 7,5 V eingestellt werden. | | |

381.

Es werden die beiden Schaltungen vollständig berechnet.

1. Mit geöffnetem Schalter

|  |  |
| --- | --- |
| Der überflüssige Schalter wird aus der Schaltung entfernt.  Man erkennt einen Spannungsteiler aus den beiden Widerständen 180 Ohm und 90 Ohm. Parallel zu dem 180-Ohm-Widerstand ist die Reihenschaltung aus 30-Ohm- und 90-Ohm-Widerstand sowie dem Strommesser geschaltet.  Diese Reihenschaltung hat zusammen 120 Ohm. Der Widerstand des idealen Strommessers ist Null Ohm. |  |
| Damit wird die Schaltung schon übersichtlicher. Der Strom fließt in der eingezeichneten Richtung von Plus nach Minus.  Am 180-Ohm- und 120-Ohm Widerstand liegen die gleichen Spannungen an. Diese wird durch den Spannungsteiler festgelegt. |  |
| Die Schaltung wird weiter reduziert und reduziert sich auf eine einfache Reihenschaltung. Die Größen der Widerstände legen die Spannungen fest: die Spannungen verhalten sich wie die Widerstandswerte.    Damit erhält man für die Spannung am oberen Widerstand 24 V und am unteren Widerstand 30 V.  Mit diesen 24 V erhält man für den Strom durch Widertand    Der Strommesser zeigt also bei offenem Schalter einen Wert von 0,2 A an. Der Strom fließt in der Richtung 30-Ohm-Widerstand -> Strommesser. |  |

2. mit geschlossenem Schalter

|  |  |
| --- | --- |
| Der Schalter ist durch eine Verbindung ersetzt.  Es ist als erstes zu erkennen, dass der obere 90-Ohm-Widerstand dadurch direkt an der Spannungsquelle anliegt. Damit hat er aber auf den Strom durch den 30-Ohm-Widerstand keinen Einfluss mehr und wird weggelassen. |  |
| Damit ist schon zu erkennen, dass der Strom dieses Mal in der anderen Richtung durch den Widerstand fließt.  Der Betrag wird durch die anliegende Spannung festgelegt. Wie groß ist diese?  Die beiden Widerstände 30-Ohm und 90-Ohm sind zueinander parallel geschaltet und können zu einem zusammengefasst werden. |  |
| Damit ist die Problemstellung wie bei der ersten Schaltung: Es liegt einen Spannungsteilerschaltung vor und die Spannungen an den Widerständen müssen berechnet werden.  Am oberen Widerstand fallen 48 V und an der Parallelschaltung der beiden unteren Widerstände 6 V ab.  Am 30-Ohm-Widerstand liegen damit 6 V an, die den Strom durch ihn hindurchpressen. Nach der Widerstandsdefinition sind das    Es fließen also in beiden Schalterstellungen 0,2 A durch den Widerstand, die Richtungen des Flusses sind aber entgegengesetzt. |  |

382.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | t |
| Lösungen: | Die Kapazität einer Batterie wird in der SI-fremden Einheit mAh angegeben. Das bedeutet, dass die Batterie eine Stunde lang einen Strom von 2700 mA oder 2,7 A fließen lassen kann bis ihr die Puste ausgeht.  1 A Strom heißt, dass durch die Leitung genau 1 C (Coulomb) Ladungen je Sekunde fließen. Bei 2,7 sind das also 2,7 C in der Sekunde. Da die Batterie das 1 Stunde aushält, kann man aus der gegebenen Kapazität die Ladung in der Batterie bestimmen, indem die Ladung je Sekunde mit 3600 s = 1 Stunde multipliziert wird.    Damit lässt sich die in einer Batterie gespeicherte Energie berechnen:    Da die Energie von 5 Batterien zur Verfügung steht, sind das insgesamt  58 320 Ws.    Die Lampe hat eine Leistung von 2,4 W. Dann kann mit der in den Batterien gespeicherten Energie die Lampe    leuchten. | | |
| Antwort: | Die Lampe kann 6,75 h leuchten, bis die Akkus leer sind. | | |

387.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösungen: | Die Schaltung stellt eine Reihenschaltung von idealer Spule, ohmschen Widerstand und Kondensator dar. Die ideale Spule besitzt nur eine Induktivität und keinen ohmschen Widerstand. Die reale Spule stellt immer eine Reihenschaltung aus der idealen Spule und ihrem eigenen ohmschen Widerstand dar.  Durch die Eigenschaften von Spule und Kondensator im Wechselstromkreis kommt es zu einer Verschiebung zwischen der anliegenden Spannung und dem fließenden Strom. Z.B. liegt bei einem Kondensator im entladenen Zustand keine Spannung an, dafür fließt ein hoher Ladestrom. Mit zunehmender Aufladung wird der Strom immer kleiner und die Spannung zwischen den Kondensatorplatten immer größer. Zwischen den beiden Größen besteht im Idealfall eine Verschiebung von -90°, da laut Definition der Phasenwinkel die Verschiebung der Spannung gegenüber dem Strom angibt.  Bei einer Reihenschaltung berechnet sich der Phasenwinkel nach der Gleichung    Die Kapazität C wird in der Schaltung durch eine Parallelschaltung zweier Kondensatoren realisiert. Über die Phasenverschiebung lässt sich die Gesamtkapazität berechnen und daraus dann die gesuchte Einzelkapazität  Die Gleichung wird nach C umgestellt:    Damit kann für die beiden gewünschten Phasenverschiebungen die Kapazitäten berechnet werden:  Für 45° | | |
| Für den Phasenwinkel von -45° erhält man    Damit sind die Grenzen der Gesamtkapazität bekannt. Der veränderbare Kondensator ist mit dem Festkondensator parallel geschaltet. Damit addieren sich die Einzelkapazitäten zu einer Gesamtkapazität und die Grenzwerte für den veränderbaren Kondensator können berechnet werden: | | |
| Antwort: | Der veränderbare Kondensator muss seine Kapazität zwischen 140 nF und 240 nF ändern können. | | |

388.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | U, y |
| Lösungen: | a) Die Elektronen erhalten auf der Beschleunigungsstrecke zwischen Katode und Anode kinetische Energie aus dem elektrischen Feld. Es wird also elektrische Feldenergie in kinetische Energie umgewandelt.    Die elektrische Energie ergibt sich aus der Arbeit, die das Feld leisten kann:    F ist die Kraft auf das Elektron und s der Weg zwischen Katode und Anode.  Die Kraft erhält man aus der Definition der elektrischen Feldstärke:    Da das Feld im Kondensator homogen ist, kann man für die Feldstärke auch schreiben:    Eingesetzt’:    d und s sind gleich, da sie den Abstand zwischen Katode und Anode beschreiben. Q ist die Elementarladung e, da Elektronen beschleunigt werden. Damit ist die an den Elektronen verrichtete Arbeit einfach    Diese Arbeit führt zur kinetischen Energie am Ende der Beschleunigungsstrecke. Es lässt sich eine allgemeine Gleichung dafür angeben:    Mit dieser Gleichung lässt sich die Spannung berechnen: | | |
| Antwort: | Die Beschleunigungsspannung ist 639 V groß. | | |

c) Die Ablenkung ist eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung, es gilt



Die Beschleunigung ergibt sich aus dem Newtonschen Grundgesetz:



Über die Kraft ist in Aufgabe a) schon eine Aussage gemacht worden:



und eingesetzt:



Damit kann man in die Gleichung für den Weg:



Die Zeit lässt sich über die Bewegung in x-Richtung beschreiben. Diese ist ja gleichförmig, so dass gilt:



Die Ablenkung berechnet sich dann mit



Eingesetzt und ausgerechnet:



390.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | B |
| Lösungen: | Für die magnetische Flussdichte gilt allgemein:    Die Kraft kann über die Masseänderung bestimmt werden:    Damit erhält man die gesuchte Flussdichte | | |
| Antwort: | Das Magnetfeld hat eine Flussdichte von 340 mT. | | |

392.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | n |
| Lösungen: | **b)** Die Gleichung für die Größe der Hallspannung lautet:    Mit dieser Gleichung lässt sich direkt die Elektronendichte bestimmen: | | |
| Antwort: | In einem Kubikmeter Kupfer befinden sich  freie Elektronen. | | |

393.

|  |  |
| --- | --- |
| Die Schaltung besteht aus drei Dreieckschaltungen.  Diese lassen sich in drei Sternschaltungen umwandeln. |  |
| Die Widerstände in dieser Ersatzschaltung haben aber im Vergleich zur Ausgangsschaltung andere Werte. Da alle Widerstände R gleich sind, muss man nicht beachten, welchen Eratzwiderstand man berechnet. Es gilt für einen neuen Ersatzwiderstand r |  |
| In der Ersatzschaltung kann man die beiden Widerstände, die ein offenes Ende haben, weg lassen. Damit reduziert sich die Schaltung. Die oberen drei Widerstände lassen sich durch einen 6 Ohm Widerstand ersetzen, die unteren ebenfalls. die sind parallel geschalten und ergeben zusammen 3 Ohm. Dazu kommt noch der erste Widerstand direkt an A, so dass die Schaltung insgesamt durch einen Widerstand mit 5 Ohm ersetzt werden kann. |  |

396.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösungen: | Da die Leitung einen elektrischen Widerstand besitzt, fällt in ihr eine Spannung ab. Sie stellt praktisch einen in Reihe geschalteten Widerstand zu dem Gerät dar, dass durch den Strom angetrieben wird.  Damit leistet der Strom in der Leitung etwas indem er sie erwärmt. Das ist unerwünscht und kostet zusätzlich Geld.  Die Leistung in der Leitung berechnet sich mit    Der Strom ist gegeben. Die Spannung ist nicht die gegebene Spannung, sondern die, die von den 230 V über der Leitung abfallen, also verloren gehen.  Diese Spannung berechnet sich mit der Widerstandsdefinition:    Diese Spannung braucht nicht berechnet zu werden, sondern kann gleich in die erste Gleichung eingesetzt werden:    Der Widerstand ergibt sich aus den gegeben Werten des Drahtes:    Damit erhält man für die Leistung im Kabel:    Da nach den Kosten gefragt wird, muss die in den 8 Stunden umgesetzte Energie berechnet werden. Dazu muss die Leistung einfach mit der Zeit multipliziert werden. Achtung: Da die Leitung aus Hin- und Rückleitung besteht, muss die Leitungslänge verdoppelt werden.    Wird die Leitung ausgewechselt, erhöht sich der Querschnitt auf 3 mm². Damit erhält man eine Energie von 0,97kWh.  Die Einsparung ist also pro Tag 0,47 kWh groß. Rechnet man mit 365 Tagen im Jahr, erhält man 167 kWh. | | |
| Antwort: | Bei einem Preis von 0,17 Euro pro Kilowattstunde erhält man eine Einsparung von 28 Euro pro Jahr. | | |

397.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | t |
| Lösungen: | Nach dem Einschalten des Schalters würde der Strom praktisch sofort fließen. Die Spule wirkt aber auf Grund ihrer Induktivität bremsend. Sie selber spürt das schnelle Anwachsen des Stromes, der in ihr ein Magnetfeld erzeugt. Dieses sich aufbauende Magnetfeld erzeugt in der Spule selber eine Spannung (Induktion). Diese Spannung ist so gerichtet, dass sie gegen die Ursache der Induktion wirkt (Lenzsche Regel). Damit behindert sie den Stromfluss, der von der Spannungsquelle kommt.  Wie stark die Spule den Strom behindert, hängt vom Widerstand R und der Induktivität der Spule ab. Allgemein gilt für die Stromstärke durch die Spule:    U0 ist die anliegende Spannung über Widerstand und Spule, R ist der Widerstand, L die Induktivität der Spule und t die seit dem Start verflossene Zeit. Die letzte Größe ist die Gesuchte.  Der Ausdruck    stellt den Endstrom dar. Nach einer bestimmten Zeit hat der Strom seinen Endwert erreicht und in der Spule findet keine Induktion mehr statt. Sie stellt für den Gleichstrom jetzt einfach einen ohmschen Widerstand dar, da sich ja kein Strom und damit kein Magnetfeld mehr ändert.  Man kann also schreiben:    In der Aufgabenstellung ist über den Strom eine Aussage gemacht:    Das kann in die Gleichung eingesetzt werden:    Damit kann der Endstrom gekürzt werden, er spielt für die Lösung keine Rolle:    In der Gleichung stehen jetzt außer der gesuchten Größe nur noch bekannte Größen. Damit kann nach t umgestellt und die Zeit berechnet werden. | | |
| Der erste Teil ergibt nach den Gesetzten der Logarithmenrechnung ln 4. Damit heißt die Gleichung | | |
| Antwort: | Nach 0,81 s erreicht die Stromstärke ¾ des endgültigen Wertes. | | |

**405.**

|  |  |
| --- | --- |
| Der Widerstand muss parallel zum Messgerät geschaltet werden. Damit wird ein Teil des Stromes umgeleitet, der Strom teilt sich auf zwei Teilströme auf. Es gilt:    Weiterhin ist die Spannung, die an dem Messgerät und an dem gesuchten Widerstand anliegt, gleich groß: |  |

Durch die Aufgabenstellung sind vorgegeben:



Damit ist klar, dass durch den Widerstand ein Strom von 0,09A fließen muss.

Wenn durch das Messgerät mit 200 Ohm widerstand ein Strom von 0,01 A fließen, muss dafür eine bestimmte Spannung anliegen. Die lässt sich berechnen:



Diese Spannung liegt auch an dem gesuchten Widerstand an. damit ist klar, dass durch den Widerstand bei einer Spannung von 2 V ein Strom von 0,09 A fließen muss und der Widerstandswert lässt sich berechnen:



406. Die beiden Batterien können sowohl in Reihe als auch Parallel geschaltet sein. Das hängt von der Konstruktion der Fernbedienung ab.

Sind die Batterien in Reihe geschaltet, beträgt die Spannung 2,4 V. Bei 0,3 W Leistungsaufnahme müssen sie



liefern. Das heißt, jede Batterie bringt einen Strom von 0,125 A. Damit kann die Zeit bestimmt werden, nach der jeder einzelnen der Saft ausgeht:



Bei einer Parallelschaltung der beiden Batterien beträgt die Spannung 1,2 V. Bei 0,3 W Leistungsaufnahme müssen sie



liefern.

Durch die Parallelschaltung bringt aber jede Batterie die Hälfte des Stromes, also 0,125 A.

Damit ergibt sich wieder:



Die Laufzeit ist also bei beiden Schaltungen gleich groß.

407.

Der Akku kann bei dieser Kapazität 1 Stunde lang einen Strom von 52 A liefern.

Wie viel Strom fließt durch die Lampen?

Da sie parallel geschaltet sind, berechnet man den Strom durch jede einzelne Lampe und addiert die Ströme.

Allgemein gilt:



Nach dem Strom umgestellt:



Für die 5W-Lampen ergibt das



Da davon 4 Lampen im Einsatz sind, ziehen sie insgesamt 1,7 A.

Die 10w-Lampe lässt einen Strom von



durch, also beide Lampen zusammen 1,7 A.

Insgesamt sind das dann 3,4 A.

Damit kann die Zeit berechnet werden, bis der Batterie die Puste ausgeht:



Die Batterie kann das Standlicht 15,3 Stunden leuchten lassen. Danach lässt sich das Auto aber nicht mehr starten.

**410.** Solange der Schalter geschlossen ist, spielt der Kondensator keine Rolle, da er überbrückt ist. Durch die beiden Widerstände fließt der Strom und Strommesser 2 zeigt mehr an als Strommesser 1.

Beim Öffnen des Schalters wird der Kondensator über den Widerstand 2,0 kOhm aufgeladen. Dadurch entsteht am Kondensator eine Spannung, die den Stromfluss durch ihn hindurch zunehmend hemmt. Der Vorgang ist abgeschlossen, wenn die Spannung am Kondensator so groß ist wie die Spannung an der Spannungsquelle; der Kondensator ist aufgeladen. Ab diesem Zeitpunkt fließt kein Strom mehr durch den Strommesser 2.

Für die Stromstärke beim Aufladen eines Kondensators gilt der Zusammenhang:



C ist die Kapazität des Kondensators, R der Widerstand vor dem Kondensator und U die Spannung über Kondensator und Widerstand.

|  |  |
| --- | --- |
| Das Diagramm zeigt den Stromverlauf für eine Spannung von 12 V. Die Stromstärke fällt exponentiell von 6,0 mA auf 2,0 mA nach 10 s.  Laut Aufgabenstellung ist die Zeit t gesucht, zu der die beiden Stromstärke gleich groß sind: | [EXCEL-Tabelle](e410.xls) |

Die Spannung ist in beiden Fällen gleich groß und kann gekürzt werden:



Damit enthält die Gleichung außer der gesuchten Zeit nur noch bekannte Größen und kann umgestellt werden:



In diese Gleichung können die bekannten Größen eingesetzt werden:



Nach 8,8 s sind beide Stromstärken gleich groß.

**411.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | N |
| Lösungen: | Zur Bestimmung der Windungszahl der Spule muss als erstes die Länge des Drahtes berechnet werden. Aus dieser Länge und dem Umfang einer Windung lässt sich dann die gesuchte Windungszahl bestimmen.  1. Länge des Drahtes  Allgemein gilt das Widerstandsgesetz:    In dieser Gleichung steckt schon die gesuchte Länge. Umgestellt heißt das:    Der Widerstand lässt sich mit den gegeben Werten für Spannung und Stromstärke bestimmen:    und eingesetzt:    Der Wert  ist der spezifische Widerstand für Kupfer und beträgt laut Wikipedia    Die Querschnittsfläche A des Drahtes ist leider nicht bekannt. Lässt sie sich trotzdem bestimmen? Ja!  Es gilt:    Das Volumen ist die Länge des Drahtes mal die Querschnittsfläche.  Umgestellt:    Leider ist das Volumen noch unbekannt. Da man aber weiß, dass der Draht aus Kupfer besteht und man zum Glück die masse bestimmt hat, kann man über die Dichte das Volumen bestimmen:    Die Dichte lässt sich aus der Literatur o.ä. bestimmen | | |
| Die Querschnittsfläche ist dann    Diese Gleichung wird in die Gleichung für die Länge eingesetzt:    Damit hat man eine schöne Gleichung für die Länge des Drahtes und kann diese Berechnen:    Die Einheitenbetrachtung ergibt wirklich Meter!  Das heißt, auf der Spule sind 272 m Draht. Wie viele Windungen sind das nun?  Eine Windung hat einen Umfang von    Da für den Durchmesser der größte und der kleinste Wert gegeben sind, verwendet man den Mittelwert, also 2,8 cm.  Der Umfang einer Windung ist demnach:    also 8,8 cm.  Mit diesem Wert kann die Windungszahl berechnet werden.    Da die gegeben Größen maximal 2 gültige Stellen haben, kann die Windungszahl mit 3100 angeben werden. | | |
| Antwort: | Auf der Spule sind 3100 Windungen. | | |

**418.**

|  |  |
| --- | --- |
| Die erste Schaltung ist für die Beantwortung der Frage unwichtig. Die zweite Schaltung stellt eine Parallelschaltung von R2 und R3 dar. Es gilt:  oder    Der Gesamtwiderstand dieser Reihenschaltung lässt sich aus den gegebenen Größen berechnen: |  |
| Die dritte Schaltung stellt eine Reihenschaltung von R2 und R3 dar. Es gilt:    Der Gesamtwiderstand dieser Reihenschaltung lässt sich aus den gegebenen Größen berechnen:    Mit den beiden Gleichungen für die Reihen- und Parallelschaltung ist es möglich, den gesuchten Widerstand zu berechnen.  Die Gleichung für die Reihenschaltung wird nach R2 umgestellt und in die Gleichung für die Parallelschaltung eingesetzt. |  |

Die einzige unbekannte Größe ist der gesuchte Widerstand R3. Nach dem wird die Gleichung umgestellt:



Die gesuchte Größe taucht sowohl einfach als auch als Quadrat auf. Das ist eine quadratische Gleichung, die entsprechend behandelt wird. Zuerst Normalform aufstellen und dann lösen:



Der gesuchte Widerstand kann den Wert 173 Ohm oder 83 Ohm haben. Der Widerstand R2 hat dann den anderen Wert.

**419**.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  | |
| Lösungen: | a) Der Blindwiderstand des Kondensators berechnet sich nach der Gleichung | | |  |
| Der Scheinwiderstand der Schaltung ist der Widerstand, den die Spannungsquelle „sieht“, also die Reihenschaltung aus Lampenwiderstand und Widerstand des Kondensators. Da aber eine Wechselstromschaltung vorliegt, können die beiden Werte nicht einfach addiert werden. Es muss die Gleichung für den Scheinwiderstand einer Reihenschaltung von frequenzabhängigen Widerständen angewandt werden:    R ist der ohmsche Widerstand und X der Blindwiderstand. Da in der Schaltung nur ein Kondensator vorhanden ist (keine Spule), kann man schreiben    Der Widerstand der Glühlampe kann aus den gegebenen Größen bestimmt werden:  und    ergeben    Damit erhält man die Gleichung für den Blindwiderstand:    und kann ihn zu    berechnen. | | | |
| b) Da nun bekannt ist, wie die Spannungsquelle die beiden Bauteile als Widerstand sieht, lässt sich daraus der Strom berechnen:    Auch in einer Reihenschaltung von Wechselstromwiderständen ist der Strom an allen Stellen gleich groß. Damit kann die Spannung berechnet werden, die an jeden Einzelwiderstand abfällt, berechnet werden. | | | |
| c) Gesucht ist die Phasenverschiebung zwischen der Stromstärke und der Gesamtspannung.  Am Widerstand besteht zwischen diesen beiden Größen keine Phasenverschiebung. Es wird der Stromzeiger (Länge egal) und der Spannungszeiger (Länge z.B. 18,3 cm) in der gleichen Richtung gezeichnet.  Am Kondensator ist die Spannung gegenüber der Stromstärke um -90° verschoben. Deshalb wird der Zeiger für die Spannung am Kondensator von der Spitze Spannungszeigers für den Widerstand aus nach unten gezeichnet (Länge z.B. 13,8 cm). | | |  |
|  | Die Gesamtspannung ist der Zeiger, der vom Ursprung bis zum Ende des Zeigers der Kondensatorspannung reicht. Wenn alles richtig ist, sollte dieser Zeiger etwa 23,0 cm lang sein.  Der gesuchte Phasenwinkel ist der Winkel zwischen dem Stromstärkezeiger und dem Zeiger für die Gesamtspannung. Er wird zu 37° gemessen. | | | |
| Antwort: | Der Blindwiderstand der Schaltung ist 531 Ohm groß, der Scheinwiderstand 883 Ohm.  Der Strom ist an allen Stellen der Schaltung gleich groß und beträgt 0,26 A. Am Widerstand liegt eine Spannung von 183 V an und am Kondensator eine Spannung von 138 V.  Die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung ist 37° groß. | | | |

**428.** Bei geöffnetem Schalter liegt eine Reihenschaltung von einem Widerstand von 100 Ohm und dem Gesamtwiderstand der beiden parallel geschalteten Widerstände vor. Da diese beide auch 100 Ohm groß sind, beträgt der Gesamtwiderstand 50 Ohm.

Die Gesamtspannung teilt sich auf die beiden Teilspannungen über den Widerständen auf, die Summe der beiden Teilspannungen ist als so groß wie die Gesamtspannung:



Es gilt weiterhin die Spannungsteilerregel: Die Spannungen über den Widerständen verhalten sich wie die Widerstände:



Da der eine Widerstand doppelt so groß ist wie der andere, muss auch die Spannung über ihm doppelt so groß sein wie die andere. Ist der 100 Ohm-Widerstand R1, kann man schreiben:



Aus dem Zusammenhang zwischen Gesamt- und Einzelspannungen ergibt sich



Daraus wird



und nach U2 umgestellt:



Für U1 ergibt sich dann eine Spannung von 4,0 V.

**474.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | f |
| Lösungen: | Entsprechend der Aufgabenstellung ist die Frequenz gesucht, bei der der Scheinwiderstand der Spule doppelt so groß ist wie ihr ohmscher Widerstand:    Die Spule stellt eine Reihenschaltung aus induktivem Widerstand XL und ohmschen Widerstand R dar. Für diese Schaltung gilt im Wechselstromkreis    In die Ausgangsbedingung eingesetzt, ergibt sich    Die gesuchte Frequenz steckt im induktiven Widerstand der Spule:    Setzt man das ein, erhält man    Diese Gleichung wird nach der gesuchten Frequenz umgestellt:    Zum Lösen dieser Gleichung fehlen der ohmsche Widerstand und die Induktivität. ☹  Beide Größen lassen sich aus den gegebenen Größen bestimmen.  **ohmscher Widerstand:**    Die Drahtlänge ist die Länge für eine Windung (Spulenumfang) mal der Windungszahl:    Der Umfang ist bei einer kreisrunden Spule    Damit ist die Drahtlänge    und der Drahtwiderstand R | | |
| Damit kann der ohmsche Widerstand berechnet werden:    **Induktivität:**  Die Induktivität einer luftgefüllten Spule berechnet sich mit    Die Spulenfläche kann aus dem gegebenen Durchmesser berechnet werden:    Damit erhält man die Gleichung für die Induktivität:    Mit den eben berechneten Größen kann nun endlich die gesuchte Frequenz berechnet werden:    [Excel-Tabelle mit der Berechnung](e474.xlsx) (Ergebnis weicht durch Rundungen etwas ab) | | |
| Antwort: | Bei einer Frequenz von 594 Hz ist der Scheinwiderstand dieser Spule doppelt so groß wie ihr ohmscher Widerstand? | | |

**476.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösungen: | Beim Abschalten des Stroms bricht das Magnetfeld der Spule zusammen. Da sie selbst ihr eigenes Magnetfeld spürt, wird beim Verschwinden des Feldes in der Spule selbst eine Spannung induziert.  Diese Selbstindunktionsspannung berechnet sich mit  ,  also die Induktivität der Spule mal die Stromänderung je Zeit. Das Minus macht nur eine Aussage über die Richtung der Spannung (Lenzsche Regel)  Die Induktivität der Spule lässt sich über die gegebenen Größen der Spule berechnen:    µr ist die Permeabilitätszahl und vom Stoff in der Spule abhängig. Da in der Spule außer Luft nichts drin ist, ist die Permeabilitätszahl 1.  A ist die Fläche der Spule und lässt sich aus dem Durchmesser berechnen:    Damit erhält man für die gesuchte Spannung:    Setzt man alles schön in Grundeinheiten ein, erhält man die gesuchte Spannung: | | |
| Antwort: | Beim Ausschalten entsteht in der Spule eine Spannung von 0,27 V. | | |