

Ausdrucken (N Schüler):

Seiten 2-11: N/4 mal

Seite 12 bis 14: N mal

Seiten 15-18: ein mal farbig(in Briefumschläge)

Code-Name:

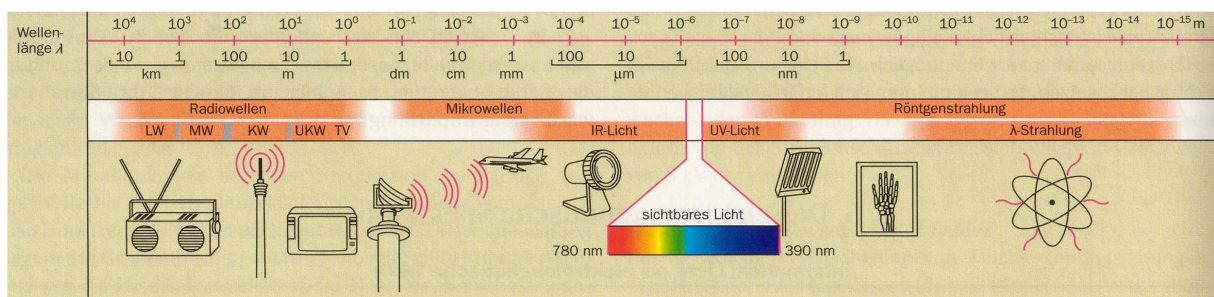
1. Wozu dient das Metallgitter an der Tür des Mikrowellenofens?

Bearbeiten Sie bitte folgende Aufgaben:

1. Zeigen Sie mit Hilfe des Mikrowellensenders, dass Plastik und Glas für Mikrowellen durchlässig ist, Metall (z.B. Aluminiumfolie) aber nicht. Begründen Sie damit, warum man ein Metallgitter vor der Mikrowellenofentür anbringt.

Überprüfen Sie anschließend die Tür des Mikrowellenofens auf Dichtigkeit.

2. Durch die kleinen Öffnungen des Metallgitters kann man die Speisen im Inneren beobachten. Licht kann das Metallgitter also durchdringen, Mikrowellen kommen nicht durch. Dies ist erstaunlich, da es sich in beiden Fällen um elektromagnetische Wellen handelt, die sich nur in der Wellenlänge unterscheiden.
Berechnen Sie die Wellenlänge der verwendeten Mikrowellen (Frequenz: 2450 Millionen Hertz). Vergleichen Sie diese Wellenlänge und die von sichtbarem Licht (vgl. Abbildung unten) mit dem geschätzten Durchmesser der Löcher. Folgern Sie aus diesem Vergleich eine Faustregel für die Durchlässigkeit des Metallgitters für elektromagnetische Wellen.



Elektromagnetisches Spektrum (Quelle: Cornelsen, Physik Oberstufe Gesamtband, Berlin 1999)



Falls Sie nicht mehr wissen, wie man die Wellenlänge berechnet, so finden Sie dazu Informationen im Briefumschlag auf dem Lehrertisch (bitte dort liegen lassen!).

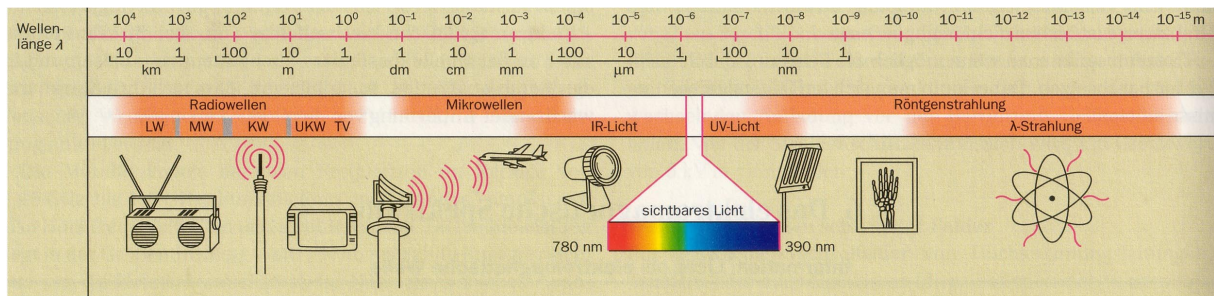


Verwenden Sie das folgende Blatt als Grundlage für die Unterrichtung Ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler:

- Tragen Sie in die freien Felder geeignete **Schlüsselbegriffe** ein, die Ihnen für Ihre Unterrichtstätigkeit wichtig erscheinen.
- Lassen Sie Ihre Mitschülerinnen und Mitschüler nach Ihrem Unterricht **eigene Schlüsselbegriffe** auf deren Beiblatt „Schlüsselbegriffe“ formulieren. Dies soll zu einer vertiefenden Beschäftigung mit dem Stoff beitragen. Diskutieren Sie anschließend mit ihnen über deren Schlüsselbegriffe.
- Lassen Sie Ihre Mitschülerinnen und Mitschüler in der Unterrichtsgruppe zur Verständniskontrolle die **Wiederholungs- und Verständnisfragen** beantworten. Falls Sie dabei Hilfe benötigen: Die Antworten finden Sie auf den Lösungskärtchen auf dem Lehrertisch (Umschlag bitte dort liegen lassen!).



Vorlage für Ihren Unterricht zum Thema „Metallgitter“



Elektromagnetisches Spektrum (Quelle: Cornelsen, Physik Oberstufe Gesamtband, Berlin 1999)

Tragen Sie Schlüsselbegriffe (z.B. „Wellenlänge des Lichts“) in die Felder ein, die Ihnen beim Erklären helfen könnten:

1. Fordern Sie Ihre Gruppe zur **Formulierung eigener Schlüsselbegriffe** auf deren Beiblatt „Schlüsselbegriffe“ auf.
2. Wiederholungs- und Verständnisfragen an Ihre Gruppe:
 1. Wie wird die Wellenlänge der Mikrowellen berechnet?
 2. Welche Faustregel muss für die Ofentür gelten, damit keine Mikrowellen austreten können?
 3. Wieso kann man die Mikrowellen nicht mit einem Lochraster aus Kunststoff zurückhalten?
 4. Formulieren Sie zusätzlich eine eigene Frage für Ihre Unterrichtsgruppe!

Code-Name:

2. Wozu dient der Drehteller im Mikrowellenofen?

Demonstrieren Sie die ungleichmäßige Erwärmung im Mikrowellenofen: Nehmen Sie den Drehteller heraus und legen Sie nasses Thermofax-Papier auf die Unterlage. Schalten Sie das Mikrowellengerät bis sich dunkle Stellen zeigen kurz ein (höchstens ca. 10 Sekunden!).

1. Erklären Sie mit dieser Beobachtung, warum die Verwendung eines Drehtellers beim Erwärmen von Speisen sinnvoll ist.
2. Erarbeiten Sie die Ursache der Entstehung der ungleichmäßigen Erwärmung mithilfe des Computerprogramms.



Falls Ihnen die Ursache der ungleichmäßigen Erwärmung nicht mehr klar sein sollte (Stichwort: „stehende Welle“), so finden Sie zusätzliche Informationen im Briefumschlag auf dem Lehrertisch (bitte dort liegen lassen!).



Verwenden Sie das folgende Blatt als Grundlage für die Unterrichtung Ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler:

- Tragen Sie in die freien Felder geeignete **Schlüsselbegriffe** ein, die Ihnen für Ihre Unterrichtstätigkeit wichtig erscheinen.
- Lassen Sie Ihre Mitschülerinnen und Mitschüler nach Ihrem Unterricht **eigene Schlüsselbegriffe** auf deren Beiblatt „Schlüsselbegriffe“ formulieren. Dies soll zu einer vertiefenden Beschäftigung mit dem Stoff beitragen. Diskutieren Sie anschließend mit ihnen über deren Schlüsselbegriffe.
- Lassen Sie Ihre Mitschülerinnen und Mitschüler in der Unterrichtsgruppe zur Verständniskontrolle die **Wiederholungs- und Verständnisfragen** beantworten. Falls Sie dabei Hilfe benötigen: Die Antworten finden Sie auf den Lösungskärtchen auf dem Lehrertisch (Umschlag bitte dort liegen lassen!).



Vorlage für Ihren Unterricht zum Thema „Drehteller“

Tragen Sie Schlüsselbegriffe (z.B. „Reflexion an der Metallwand“) in die Felder ein, die Ihnen beim Erklären helfen könnten:

Zur Vertiefung:

1. Fordern Sie Ihre Unterrichtsgruppe zur **Formulierung eigener Schlüsselbegriffe** auf deren Beiblatt „Schlüsselbegriffe“ auf.
2. Wiederholungs- und Verständnisfragen an Ihre Gruppe:
 1. Wieso bildet sich im Mikrowellenofen eine stehende elektromagnetische Welle?
 2. Warum verwendet man einen Drehteller?
 3. Wieso funktioniert der Versuch nur dann, wenn das Thermofax-Papier nass ist?
 4. Formulieren Sie zusätzlich eine eigene Frage für Ihre Unterrichtsgruppe!

Code-Name:

3. Wie werden die hohen Frequenzen erzeugt?

Mikrowellen werden im so genannten Magnetron erzeugt. (Abbildung links). Ein Magnetron besteht aus mehreren Schwingkreisen (in der Abbildung links sind es acht), also jeweils aus einer Spule und einem Kondensator. Für die in der Mikrowellentechnik benötigten hohen Frequenzen werden eine sehr kleine Induktivität und Kapazität benötigt. Die „Spule“ besteht daher nur noch aus einer Windung, die „Platten“ werden durch die Enden der C-förmigen Windung gebildet (Abbildung rechts).



Falls Sie sich nicht mehr an die Funktionsweise des Schwingkreises erinnern, so finden Sie entsprechende Informationen im Briefumschlag auf dem Lehrertisch (bitte dort liegen lassen!).

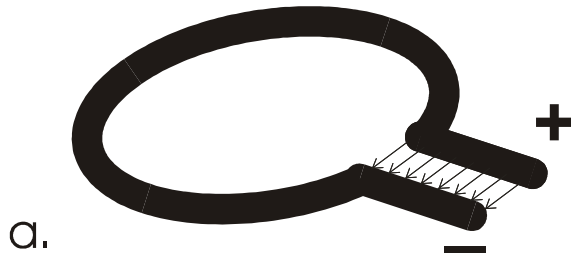


- Beschriften Sie auf dem folgenden Blatt die einzelnen Phasen einer halben Schwingungsperiode. Beschränken Sie sich dabei auf das Wesentliche! Verwenden Sie dieses Blatt als Grundlage für die Unterrichtung Ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler. Hilfen finden Sie im Briefumschlag auf dem Lehrertisch.
- Tragen Sie in die freien Felder auf dem übernächsten Blatt geeignete **Schlüsselbegriffe** ein, die Ihnen für Ihre Unterrichtstätigkeit wichtig erscheinen.
- Lassen Sie Ihre Mitschülerinnen und Mitschüler nach Ihrem Unterricht **eigene Schlüsselbegriffe** auf deren Beiblatt „Schlüsselbegriffe“ formulieren. Dies soll zu einer vertiefenden Beschäftigung mit dem Stoff beitragen. Diskutieren Sie anschließend mit ihnen über deren Schlüsselbegriffe.
- Lassen Sie Ihre Mitschülerinnen und Mitschüler in der Unterrichtsgruppe zur Verständniskontrolle die **Wiederholungs- und Verständnisfragen** beantworten. Falls Sie dabei Hilfe benötigen: Die Antworten finden Sie auf den Lösungskärtchen auf dem Lehrertisch (Umschlag bitte dort liegen lassen!).

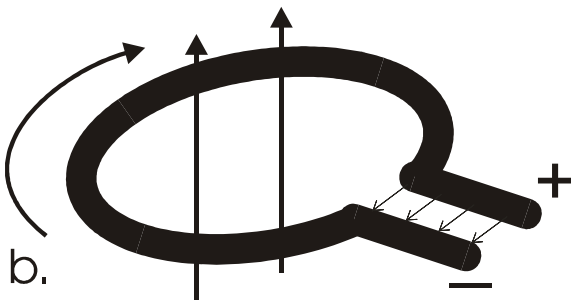


Vorlage 1 für Ihren Unterricht zum Thema „Schwingkreis“

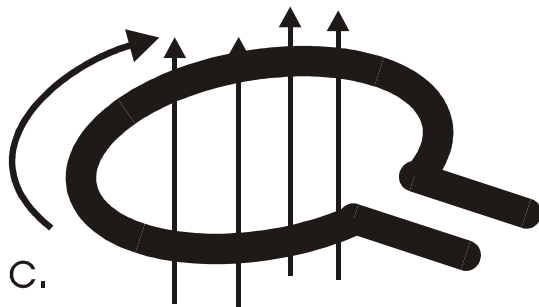
Entwickeln Sie zusammen mit Ihren Mitschülerinnen und -schülern in der Unterrichtsgruppe Schritt für Schritt den Eintrag für deren Arbeitsblatt.



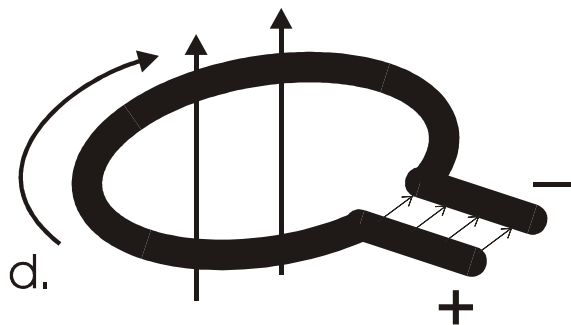
a.



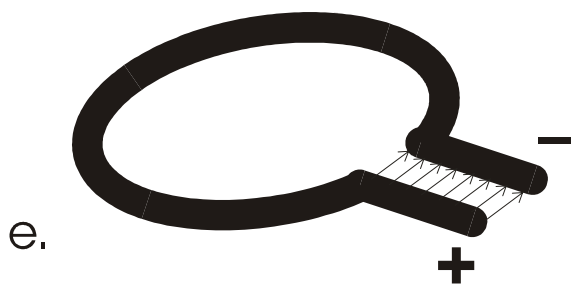
b.



C.



d.



e.

This image shows a vertical rectangular page filled with evenly spaced horizontal blue or grey lines, typical of notebook paper. The lines extend across the entire width of the page and are separated by uniform gaps. There are no margins, text, or other markings present.



Vorlage 2 für Ihren Unterricht zum Thema „Schwingkreis“

Tragen Sie Schlüsselbegriffe (z.B. „Energie im elektrischen Feld“) in die Felder ein, die Ihnen beim Erklären helfen könnten:

Zur Vertiefung:

1. Fordern Sie Ihre Unterrichtsgruppe zur **Formulierung eigener Schlüsselbegriffe** auf deren Beiblatt „Schlüsselbegriffe“ auf.
2. Wiederholungs- und Verständnisfragen an Ihre Gruppe:
 1. Aus welchen Teilen besteht der Schwingkreis?
 2. Warum haben die Schwingkreise im Mikrowellenofen jeweils nur eine „Windung“?
 3. Seltsamerweise fließt in der Phase c. Strom, obwohl keine Spannung anliegt. Warum ist dies so?
 4. Formulieren Sie zusätzlich eine eigene Frage für Ihre Unterrichtsgruppe

Code-Name:

4. Ist ein Mikrowellenofen Energie sparend?

Im Versuch soll bestimmt werden, welcher Anteil der elektrischen Energie im Mikrowellenofen in zusätzliche thermische Energie von Wasser umgesetzt wird („Wirkungsgrad“).

Überlegen Sie sich zunächst, welche Größen Sie ermitteln müssen, um die Frage nach dem Wirkungsgrad zu klären.

Hinweis: Um 1 kg Wasser um 1 Grad Celsius zu erwärmen, benötigt man 4190 Joule.



Wenn Sie nicht wissen, wie Sie vorgehen sollen, so nutzen Sie bitte die Hilfen im Briefumschlag auf dem Lehrertisch (bitte dort liegen lassen!).



- Verwenden Sie das beigefügte Blatt als Grundlage für Ihren Unterricht. Zeigen Sie dazu Ihren Mitschülerinnen und Mitschülern den Versuch und lassen Sie das Arbeitsblatt Schritt für Schritt ausfüllen.
- Tragen Sie in die freien Felder auf dem übernächsten Blatt geeignete **Schlüsselbegriffe** ein, die Ihnen für Ihre Unterrichtstätigkeit wichtig erscheinen.
- Lassen Sie Ihre Mitschülerinnen und Mitschüler nach Ihrem Unterricht **eigene Schlüsselbegriffe** auf deren Beiblatt „Schlüsselbegriffe“ formulieren. Dies soll zu einer vertiefenden Beschäftigung mit dem Stoff beitragen. Diskutieren Sie anschließend mit ihnen über deren Schlüsselbegriffe.
- Lassen Sie Ihre Mitschülerinnen und Mitschüler in der Unterrichtsgruppe zur Verständniskontrolle die **Verständnisfragen** beantworten. Falls Sie dabei Hilfe benötigen: Die Antworten finden Sie auf den Lösungskärtchen auf dem Lehrertisch (Umschlag bitte dort liegen lassen!).



Vorlage 1 für Ihren Unterricht zum Thema „Wirkungsgrad“

Achtung: Das Thermometer darf nicht mit in den Mikrowellenofen, da es dort zerstört wird!

Zeigen Sie den Versuch und entwickeln Sie dabei zusammen mit Ihren Mitschülerinnen und -schülern in der Unterrichtsgruppe Schritt für Schritt den Eintrag für deren Arbeitsblatt.

I. Messwerte:

Masse des Wassers: $m =$ kg

Temperatur des Wassers vorher: $\vartheta_v =$ °C
 Temperatur des Wassers nachher: $\vartheta_n =$ °C

} Temperaturerhöhung: $\Delta \vartheta =$ °C

Elektrische Leistung: $P =$ W

Zeitspanne der Energiezufuhr: $\Delta t =$ s

II. Auswertung:

1. Zunahme der Energie des Wassers = $c \cdot m \cdot \Delta \vartheta = 4190 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \cdot$ kg · °C = J
2. zugeführte elektrische Energie = $P \cdot \Delta t =$ J

III. Ergebnis:

Wirkungsgrad = $\frac{\text{Wärmeenergie}}{\text{elektrische Energie}} \cdot 100\% =$ %

Antwortsatz:



Vorlage 2 für Ihren Unterricht zum Thema „Wirkungsgrad“

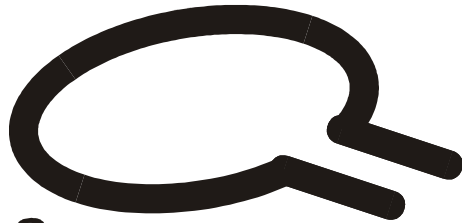
Tragen Sie Schlüsselbegriffe (z.B. „Energiezunahme im Wasser“) in die Felder ein, die Ihnen beim Erklären helfen könnten:

Zur Vertiefung:

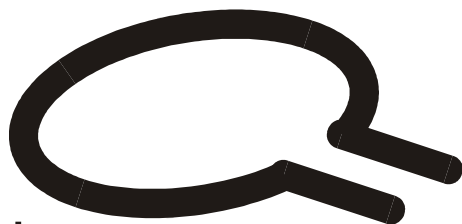
1. Fordern Sie Ihre Unterrichtsgruppe zur **Formulierung eigener Schlüsselbegriffe** auf deren Beiblatt „Schlüsselbegriffe“ auf.
2. Wiederholungs- und Verständnisfragen an Ihre Gruppe:
 1. Was versteht man unter dem Begriff „Wirkungsgrad“?
 2. Welche Größen müssen gemessen werden, um den Wirkungsgrad zu bestimmen?
 3. Wie wird die vom Wasser aufgenommene Energie berechnet?
 4. Wie kann die zugeführte elektrische Energie aus der Anzeige des Leistungsmessgeräts berechnet werden?
 5. Formulieren Sie zusätzlich eine eigene Frage für Ihre Unterrichtsgruppe!

Der Schwingkreis im Magnetron des Mikrowellenofens

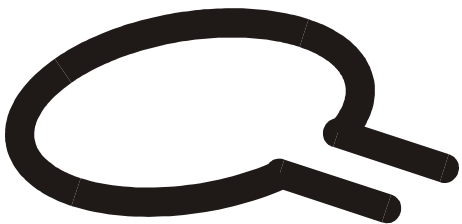
Lassen Sie sich von Ihrem Experten bzw. Ihrer Expertin die einzelnen Zeitpunkte der Schwingung erläutern und erarbeiten Sie zusammen entsprechende Texteinträge.



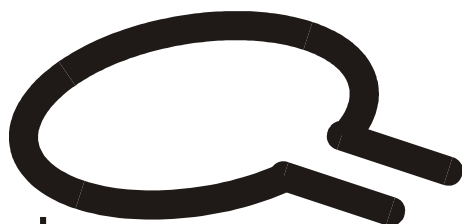
a.



b.



c.



d.



e.

Der Wirkungsgrad des Mikrowellenofens

Lassen Sie sich von Ihrem Experten bzw. Ihrer Expertin den Versuch zur Bestimmung des Wirkungsgrads Schritt für Schritt zeigen und tragen Sie parallel die Ergebnisse in diese Blatt ein.

I. Messwerte:

Masse des Wassers: $m =$ kg

Temperatur des Wassers vorher: $\vartheta_v =$ °C

Temperatur des Wassers nachher: $\vartheta_n =$ °C

} Temperaturerhöhung: $\Delta \vartheta =$ °C

Elektrische Leistung: $P =$ W

Zeitspanne der Energiezufuhr: $\Delta t =$ s

II. Auswertung:

1. Zunahme der Energie des Wassers $= c \cdot m \cdot \Delta \vartheta = 4190 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \cdot$ kg \cdot °C $=$ J

2. zugeführte elektrische Energie $= P \cdot \Delta t =$ J

III. Ergebnis:

Wirkungsgrad $= \frac{\text{Wärmeenergie}}{\text{elektrische Energie}} \cdot 100\% =$ %

Antwortsatz:

Schlüsselbegriffe (Beiblatt für die Unterrichtsgruppe)

Zur Vertiefung sollen Sie jeweils nach den Erklärungen der anderen Experten die wichtigsten Schlüsselbegriffe zu deren Themen formulieren und in die Kästchen eintragen.

Thema:

Thema:

Thema:



Informationen zur Tür des Mikrowellenofens

Zur Berechnung der Wellenlänge

Die Formel zur Berechnung der Wellenlänge λ aus der Frequenz f lautet $\lambda = \frac{c}{f}$. c ist die

Geschwindigkeit der Mikrowellen. Sie breiten sich mit Lichtgeschwindigkeit aus, also mit $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

Vergleichen Sie zur Kontrolle Ihr Rechenergebnis mit den Angaben aus dem elektromagnetischen Spektrum über die Größenordnung der Wellenlänge von Mikrowellen!

Zur gesuchten Faustregel

Bei Faustregeln geht es nicht um genaue Werte, sondern um Richtwerte!

Aus der Abbildung des elektromagnetischen Spektrums entnimmt man, dass die Wellenlänge von sichtbarem Licht weniger als $1 \mu\text{m}$ (=tausendstel Millimeter) beträgt. Wenn Sie richtig gerechnet haben, so haben Sie für die Wellenlänge der verwendeten Mikrowellen einen Wert von 12 cm erhalten. Der Lochdurchmesser beträgt ganz grob etwa 1 mm. Daran erkennen Sie zweierlei:

1. die Wellenlänge der Mikrowellen ist etwa 100 mal so groß wie der Lochdurchmesser und
2. die Wellenlänge von Licht ist etwa 1000 mal kleiner als der Lochdurchmesser.

Diese liefert die gesuchte Faustregel:

- Elektromagnetische Wellen können demnach durch das Gitter, wenn ihre Wellenlänge viel kleiner als der Lochdurchmesser ist (z.B. Licht).
- Sie werden nicht durchgelassen, wenn die Wellenlänge viel größer als der Lochdurchmesser ist (z.B. Mikrowellen).

Ein Verständnis der dieser Faustregel zugrunde liegenden Ursache erfordert ein Physikstudium.



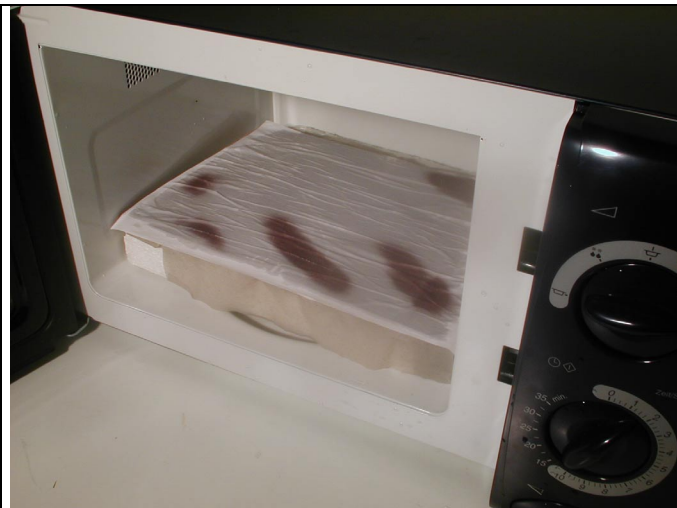
Informationen zur Funktion des Drehtellers

Überlegen Sie zunächst:

1. Unter welcher Bedingung bildet sich eine stehende Welle?
2. Warum sind die dunklen Flecken auf dem Thermofax-Papier die Bäuche der stehenden Mikrowelle?

Ausführliche Beschreibung:

Durch die Reflexion der Mikrowellen an den Metallwänden bildet sich eine stehende elektromagnetische Welle im Mikrowellenofen. Das bedeutet, dass es Bereiche mit hoher elektrischer Feldstärke („Bäuche“) gibt und Bereiche, in denen die Feldstärke dauernd Null ist. Dies kann man sehr gut mit Hilfe des Computerprogramms erkennen. Im Bereich der Bäuche erwärmt sich das Wasser auf dem Thermofax-Papier, in den Knoten bleibt es kalt. Thermofax-Papier hat die Eigenschaft, dass es sich bei Erwärmung verdunkelt. Der Drehteller verhindert, dass sich ein Gericht nur an einigen Bereichen erwärmt.

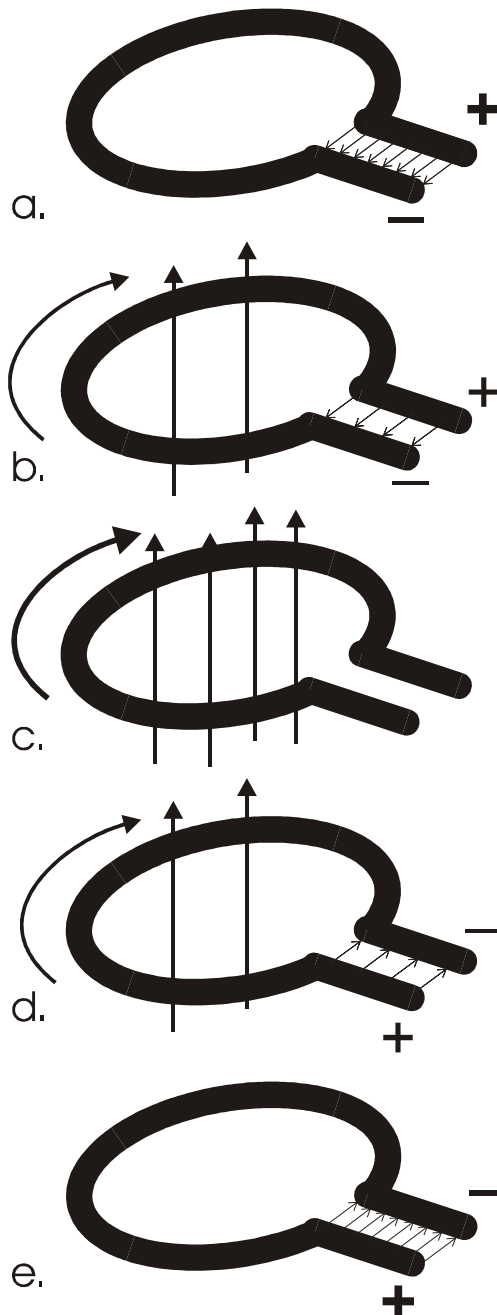


Im Mikrowellenofen bildet sich eine stehende Welle, die zu ungleichmäßiger Erwärmung führt.



Informationen zum Thema „Schwingkreis“

In den folgenden Abbildungen ist der Zustand eines Schwingkreises zu aufeinanderfolgenden Zeitpunkten dargestellt.



- a. Der Kondensator ist aufgeladen. Er wirkt als Stromquelle. In seinem elektrischen Feld (kurze Pfeile) ist die gesamte Energie des Schwingkreises gespeichert.
- b. Elektronen fließen dann vom negativen zum positiven Pol des Kondensators. Der gekrümmte Pfeil gibt ihre Bewegungsrichtung an. Mit der Linken-Hand-Regel können Sie sich überlegen, dass das vom Strom erzeugte Magnetfeld in der durch lange Pfeile angegebenen Richtung orientiert ist. Das elektrische Feld nimmt ab, da Elektronen von der linken Kondensatorplatte abfließen. Das Magnetfeld nimmt zu, da der Strom größer wird.
- c. Schließlich ist der Kondensator entladen. Da keine Energie verloren geht, muss in diesem Augenblick die Energie, die am Anfang im elektrischen Feld gespeichert war, jetzt im Magnetfeld sein. Der elektrische Strom hat daher sein Maximum erreicht. Die Elektronen bewegen sich in Richtung des gekrümmten Pfeils, obwohl die Spannung am Kondensator Null ist! Die Energie, die zur Aufrechterhaltung des Stromes notwendig ist, stammt jetzt aus dem Magnetfeld. Sie hält den Stromfluss eine Zeitlang aufrecht.
- d. Durch diesen Stromfluss wird der Kondensator wieder aufgeladen. Die Energie im elektrischen Feld nimmt auf Kosten der Energie des Magnetfeldes zu.
- e. Die Stromstärke ist schließlich wieder Null. Der Kondensator ist gegenüber dem Anfangszustand a. umgekehrt aufgeladen. Die gesamte Energie ist jetzt wieder im elektrischen Feld des Kondensators gespeichert. Die Richtung des elektrischen Feldes hat sich im Vergleich zu a. umgedreht. Damit ist eine halbe Schwingungsperiode des Schwingkreises beendet. Der beschriebene Vorgang wiederholt sich nun in umgekehrter Richtung. Der ganze Vorgang dauert nur etwa 0,4 milliardenstel Sekunden gedauert!



Informationen zum Versuch „Wirkungsgrad“

Achtung: Das Thermometer darf nicht mit in den Mikrowellenofen, da es dort zerstört wird!

Folgende Größen müssen bestimmt werden:

Für die vom Wasser aufgenommene thermische Energie:

- Masse des Wassers
- Temperatur vor und nach der Erwärmung

Für die zugeführte elektrische Energie:

- Vom Gerät aufgenommene elektrische Leistung (mit dem Leistungsmessgerät)
- Zeit der Energiezufuhr

Sie benötigen daher für den Versuch:

- einen Messbecher mit Wasser
- ein Thermometer
- das elektrische Leistungsmessgerät
- eine Stoppuhr

Gehen Sie folgendermaßen vor:

- Erhitzen Sie eine bestimmte Menge Wasser (z.B. $m = 0,5 \text{ kg}$) für eine bestimmte Zeit (z.B. 100 Sekunden) im Mikrowellenofen und messen Sie außerhalb des Ofens¹ die Temperaturerhöhung $\Delta\vartheta$.
- Berechnen Sie mit der Formel $c \cdot m \cdot \Delta\vartheta$ die zugeführte Wärmeenergie in Joule (Die Wärmekapazität von Wasser beträgt $c = 4190 \text{ Joule pro kg und Grad Celsius}$).
- Vergleichen Sie diesen Betrag mit der jeweils vom Gerät aufgenommenen elektrischen Energie (= elektrische Leistung in Watt · Zeit in Sekunden). Geben Sie jeweils den Wirkungsgrad² in Prozent an.

¹ Das Thermometer darf sich nicht im laufenden Mikrowellenofen befinden, weil es dort zerstört wird!

² Das ist die Wärmeenergie durch die zugeführte elektrische Energie.