

Aufgabensammlung Physik

Teil 2



Aufgabensammlung Physik

Teil 2: Zu den Stoffgebieten der Klassen 9 und 10

Hilfsbuch für die Hand des Lehrers

Hubert Buscherowsky Rudolf Göbel
Rudolf Rosenthal Georg Schollmeyer

3. Auflage



Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin • 1981

Autoren:

Hubert Buscherowsky (Klasse 9, Elektrizitätslehre)

Dr. Georg Schollmeyer (Klasse 9, Mechanik, 1.2., 1.4., 1.5.)

Rudolf Rosenthal (Klasse 9, Mechanik, 1.1., 1.3.)

Studenten der Technischen Hochschule Karl-Marx-Stadt:

Christine Heyne, Karin Kempe, Christl Wolf,

Hartmut Reißmann und Hannes Scheidhauer

unter Leitung von Dr. Rudolf Göbel (Klasse 10)

Redaktion: Willi Wörstenfeld

3. Auflage

Ausgabe 1973

Lizenz-Nr. 203 · 1000/80 (DN 022125-3)

LSV 0645

Umschlag: Manfred Behrendt

Zeichnungen: Heinrich Linkwitz

Typographie: Atelier VWV

Printed in the German Democratic Republic

Gesamtherstellung: VEB Druckerei „Thomas Müntzer“, 5820 Bad Langensalza

Schrift: 8/10 Gill (großes Bild) Monotype

Redaktionsschluß: 15. 7. 1980

Bestell-Nr. 67063623

DDR 6,00 M

Inhaltsverzeichnis

Zur Benutzung 4

Aufgaben Klasse 9

1. Mechanik	6
1.1. Grundlagen der Kinematik	6
1.2. Grundlagen der Dynamik	17
1.3. Energie	24
1.4. Kreisbewegung	27
1.5. Gravitation	33
1.6. Komplexaufgaben	37
2. Elektrizitätslehre	42
2.1. Elektrisches Feld	42
2.2. Magnetisches Feld	49
2.3. Elektromagnetische Induktion	53
2.4. Elektrische Leitungsvorgänge	57
2.5. Komplexaufgaben	63

Aufgaben Klasse 10

1. Kernphysik	65
1.1. Atombau	65
1.2. Elementarteilchen	66
1.3. Atomkerne	67
1.4. Entwicklung und Bedeutung der Atomphysik	72
1.5. Komplexaufgaben	73
2. Schwingungen	74
2.1. Mechanische Schwingungen	74
2.2. Elektromagnetische Schwingungen	84
2.3. Komplexaufgaben	97
3. Wellen	99
3.1. Mechanische Wellen	99
3.2. Elektromagnetische Wellen	104
3.3. Komplexaufgaben	116

Lösungen

Klasse 9	118
Klasse 10	140

Zur Benutzung

1. Mit der vorliegenden Aufgabensammlung werden dem Lehrer zusätzlich zu den Aufgaben der Lehrbücher eine Fülle von Aufgaben zur Verfügung gestellt, die er sowohl bei der Einführung als auch bei der Festigung und Kontrolle einsetzen kann.
2. Es ist nicht daran gedacht, daß jeder Schüler alle Aufgaben lösen soll. Vielmehr entscheidet der Lehrer nach der Situation in seiner Klasse, welche Aufgaben für welchen Zweck einzusetzen sind.
3. Aufgaben mit einem Stern (*) haben einen *erhöhten Schwierigkeitsgrad* und sind für die Förderung besonders begabter Schüler gedacht. Ihr Einsatz in breiter Front wird nicht empfohlen.
4. Im Aufgabenteil sind zu jedem Gebiet in Abhängigkeit von der Aufgabenart *Beispielaufgaben* mit voll ausgedrucktem Lösungsweg vorhanden. Sie können als Muster für die folgenden Aufgaben dienen, nehmen aber dem Lehrer auch das zeitraubende Ausrechnen ab. Alle Aufgaben in dieser Weise vorzugeben, hätte bei dem vorgegebenen Umfang eine starke Reduzierung der Aufgabenanzahl bedeutet.
5. Zu allen Aufgaben sind im *Lösungsteil* des Buches die Ergebnisse bzw. Antworten enthalten. Durch die Aufgabennummer (die Aufgaben sind von 1 bis 447 durchnummeriert) und das farbige Papier ist ein schnelles Auffinden gewährleistet.
6. Bei den Ergebnissen ist — wenn nicht anders angegeben — *Rechenstabgenauigkeit* eingehalten.
7. Um eine *Koordinierung mit den Aufgaben des Lehrbuches* zu gewährleisten sind Hinweise zu den Lehrbuchaufgaben aufgenommen, z. B. ↗ LB Kl. 9, S. 138, Aufg. 1. Diese Hinweise stehen aus typografischen Gründen unmittelbar *hinter* einer Aufgabe. Dabei ist es jedoch durchaus möglich, daß sie sich inhaltlich auf die Thematik der *nachfolgenden* Aufgabe beziehen. Sie können aber auch eine selbständige Thematik haben, die in der stofflichen Abfolge *zwischen* der davorstehenden und der nachfolgenden Aufgabe liegt.
8. Für die 3. Auflage wurde das Internationale Einheitensystem (SI) voll berücksichtigt.

Die Redaktion

Aufgaben

Klasse 9

Mechanik

Elektrizitätslehre

1. Mechanik

1.1. Grundlagen der Kinematik

- 1 Beschreiben Sie den Bewegungsablauf des Kolbens im Zylinder eines Personenkraftwagens, wenn dieser bei einem Test
- a) mit laufendem Motor am Start steht,
 - b) mit konstanter Geschwindigkeit eine gerade, ebene Meßstrecke durchfährt!
- Geben Sie den Bewegungsablauf mit Hilfe des Bezugssystems Erde an!

↗ LB Kl. 9, S. 138, Aufg. 1

- 2 Am Seil eines Kranes hängt ein Werkstück. Beschreiben Sie unter Berücksichtigung der Relativität der Bewegung den Bewegungszustand des Werkstücks, wenn
- a) der Kran auf Schienen fährt und dabei den Körper nach oben hebt,
 - b) der Kran steht und das Werkstück heruntergelassen wird !

↗ LB Kl. 9, S. 138, Aufg. 2

- 3 Geben Sie für die folgenden Bewegungsvorgänge jeweils die Bewegungsart an!
- a) Abwärtsbewegung einer Handramme beim Straßenbau (bis zum Auftreffen),
 - b) Bremsen eines Fahrstuhls,
 - c) Anfahren eines Traktors,
 - d) Bewegung des Hobelmeißels einer Ständerhobelmaschine bei eingeschaltetem Vorschub bei der Bearbeitung homogenen Materials

- 4 Das Fahrgastschiff MS „Völkerfreundschaft“ legte auf einer Fahrt von Rostock nach Leningrad bei annähernd geradliniger, gleichförmiger Bewegung in 9 h einen Weg von 162 sm zurück. Berechnen Sie die Geschwindigkeit dieses Urlauberschiffes in Knoten
($1 \text{ sm} = 1852 \text{ m}$; $1 \text{ kn} = 1 \frac{\text{sm}}{\text{h}}$)!

Vorüberlegung: Es ist mit der Gleichung für die geradlinige, gleichförmige Bewegung zu rechnen.

Gegeben:

$$t = 9 \text{ h}$$

$$s = 162 \text{ sm}$$

Gesucht:

v

Lösung:

$$v = \frac{s}{t}$$

$$v = \frac{162 \text{ sm}}{9 \text{ h}}$$

$$v = 18 \frac{\text{sm}}{\text{h}}$$

$$\underline{\underline{v = 18 \text{ kn}}}$$

Die Geschwindigkeit beträgt 18 kn.

↗ LB Kl. 9, S. 138, Aufg. 4 bis 6

- 5 Mit welcher Geschwindigkeit gleitet ein Segelflugzeug, das von einer Motorwinde gezogen wird, bei geradliniger, gleichförmiger Bewegung zum Startplatz, wenn in 5 s von der Trommel der Motorwinde 8 m Drahtseil aufgewickelt werden?
- 6 Erläutern Sie die beiden Weg-Zeit-Diagramme (Bild 1)! Welche Abhängigkeit ist dargestellt? Welche Bewegungsart liegt jeweils vor? Was können Sie über die jeweils zurückgelegten Wege nach einer Zeit von 10 s aussagen?

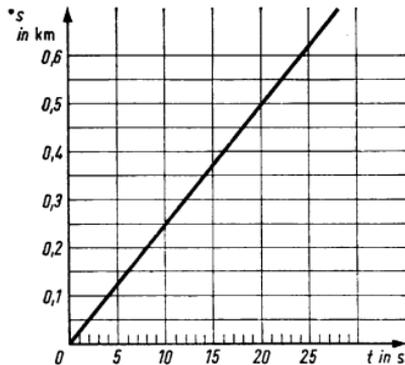
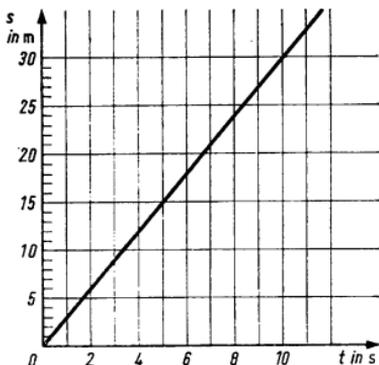


Bild 1 zu Aufgabe 6

↗ LB Kl. 9, S. 138, Aufg. 7

- 7 Im Bild 2 sind zwei Geschwindigkeit-Zeit-Diagramme dargestellt. Welche Abhängigkeit erkennen Sie? Um welche Bewegungsart handelt es sich? Was können Sie über die Beträge der Geschwindigkeit sagen?

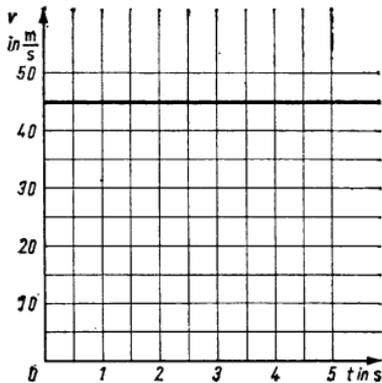
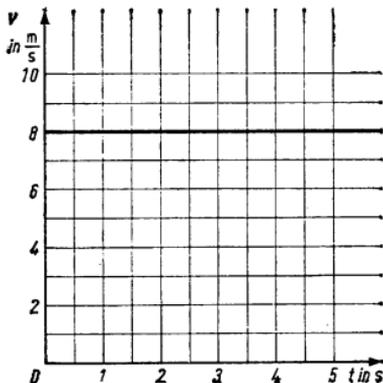


Bild 2 zu Aufgabe 7

↗ LB Kl. 9, S. 138, Aufg. 8

- 8** Bei der experimentellen Untersuchung einer geradlinigen Bewegung wurden folgende Meßwerte ermittelt:

Zeit t in s	0	1	2	3	4	5
Weg s in m	0	4	8	12	16	20

Ermitteln Sie die Geschwindigkeit v , und zeichnen Sie das v - t -Diagramm!

Welche Bewegungsart liegt vor? Welche Abhängigkeiten lassen sich aus den Diagrammen erkennen?

↗ LB Kl. 9, S. 138, Aufg. 9

- *9** Ein U-Boot sichtet ein ihm genau entgegenlaufendes Schiff in 8 sm Entfernung. Nach 12 Minuten hat sich der Abstand auf 1,5 sm verringert. Mit welcher Geschwindigkeit nähern sich beide?

- 10** Während eines gemeinsamen Manövers der Armeen der Warschauer Vertragsstaaten überquerten schwimmfähige Schützenpanzerwagen vom Typ 40 P in voller Gefechtsbereitschaft mit annähernd konstanter Geschwindigkeit von $9 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ rechtwinklig einen Strom.

Ermitteln Sie zeichnerisch die resultierende Geschwindigkeit bei einer Strömungsgeschwindigkeit von $7,2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$! Wählen Sie den Maßstab $1,8 \frac{\text{km}}{\text{h}} \triangleq 1 \text{ cm}$! Betrachten Sie dazu das

Bild 22/3 des Lehrbuches!

↗ LB Kl. 9, S. 141, Aufg. 35

- 11** Beim Marsch mit $v_1 = 40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ verliert ein Panzer durch Motorschaden 40 Minuten. Wie lange muß er mit $v_2 = 50 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ fahren, um seine Gruppe wieder einzuholen?

- 12** Erläutern Sie die folgenden Aussagen mit Hilfe der Begriffe Durchschnitts- und Augenblicksgeschwindigkeit!

a) Ein Lastkraftwagen vom Typ W 50 legt die Entfernung zwischen Berlin und Leipzig mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von $60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ zurück.

b) Auf einer zu durchfahrenden Schnellstraße liest der Beifahrer am Tachometer eine Geschwindigkeit von $60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ab.

- 13** In einer Physikstunde wird vom Lehrer zur Gegenüberstellung von Durchschnitts- und Augenblicksgeschwindigkeit folgendes Experiment durchgeführt: Eine 2 m lange Schnur mit einer angebrachten Markierung läuft, von einem Gleichstrommotor angetrieben, endlos über zwei Rollen. Ein mit der Motorwelle verbundenes Tachometer zeigt die jeweilige Geschwindigkeit an. Der Motor soll 3 min lang bei veränderlicher Stromstärke laufen. Eine Schülergruppe erhält den Auftrag, während des Versuchsablaufs die Anzahl der Durchgänge der Markierungen durch einen bestimmten Punkt zu zählen; die andere

Gruppe liest in Abständen von jeweils 20 s die am Tachometer angezeigte Geschwindigkeit ab. Wie kann man aus dem Experiment die Durchschnittsgeschwindigkeit und die Augenblicksgeschwindigkeit ermitteln?

- 14** Beim traditionellen Wasalauf in Schweden, der zwischen Saalen und Mora ausgetragen wird, wurde Gerhard Grimmer aus der DDR 1970 mit einer Zeit von 5 h 09 min 15 s unter einigen tausend Teilnehmern Zweiter. Welche Durchschnittsgeschwindigkeit hatte Gerhard Grimmer auf dieser 85 km langen Strecke?

Vorüberlegung: Die Bewegung des Läufers ist ungleichförmig (Anstiege und Abfahrten auf der Strecke).

Es ist daher mit der Gleichung für die Durchschnittsgeschwindigkeit zu rechnen.

Gegeben:

$$t = 5 \text{ h } 09 \text{ min } 15 \text{ s}$$

$$s = 85 \text{ km}$$

Gesucht:

\bar{v}

Lösung:

$$\bar{v} = \frac{s}{t}$$

$$\bar{v} = \frac{85000 \text{ m}}{18555 \text{ s}}$$

$$\bar{v} = 4,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\bar{v} = 16,5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Nebenrechnung:

$$t = 5 \cdot 3600 \text{ s} + 9 \cdot 60 \text{ s} + 15 \text{ s}$$

$$t = 18555 \text{ s}$$

Die Durchschnittsgeschwindigkeit betrug $16,5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

- 15** Bei den 1. Halleneuropameisterschaften der Leichtathleten 1970 in Wien stellte Karin Balzer aus der DDR über 60 m Hürden mit 8,2 s die Hallen-Weltbestleistung ein. Berechnen Sie die Durchschnittsgeschwindigkeit für diese sportliche Leistung! Geben Sie das Ergebnis in Kilometer je Stunde an!

↗ LB Kl. 9, S. 139, Aufg. 10 u. 11

- 16** Die experimentelle Untersuchung der geradlinigen Bewegung eines Körpers ergab folgende Meßwerte:

Zeit t in s	0	0,1	0,3	0,5	0,7
Weg s in m	0	0,05	0,45	1,25	2,45

- Stellen Sie fest, welcher Zusammenhang zwischen dem Weg und der Zeit ($s \sim t$ oder $s \sim t^2$) besteht!
- Um welche Bewegungsart handelt es sich?
- Zeichnen Sie das s - t - und das v - t -Diagramm!
- Berechnen Sie die Endgeschwindigkeiten nach 0,1; 0,3; 0,5 und 0,7 Sekunden!

↗ LB Kl. 9, S. 139, Aufg. 12

- 17** Die geradlinige Bewegung eines abgestoßenen Waggons von einem Rangierberg der Deutschen Reichsbahn ergab die folgenden Meßwerte:

Zeit t in s	Weg s in km	Geschwindigkeit v in $\frac{\text{km}}{\text{h}}$
0	0	0
2	0,004	14,4
4	0,016	28,8
6	0,036	43,2
8	0,064	57,6

Zeichnen Sie mit den Werten in der Tabelle

- a) das v - t -Diagramm und
 - b) das s - t -Diagramm!
 - c) Welche Bewegungsart liegt vor?
- ↗ LB Kl. 9, S. 139, Aufg. 13

- 18** Welche Bewegungsarten sind in den beiden Weg-Zeit-Diagrammen (Bild 3) dargestellt? Geben Sie die Bewegungsarten zwischen den Punkten t_0 , t_1 usw. an!

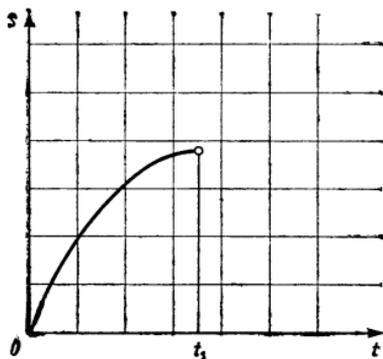
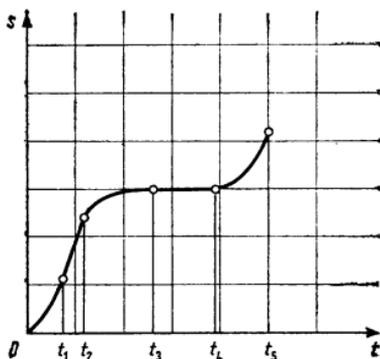


Bild 3 zu Aufgabe 18

↗ LB Kl. 9, S. 139, Aufg. 14

- 19** Erläutern Sie die beiden Geschwindigkeit-Zeit-Diagramme (Bild 4), die bei experimentellen Untersuchungen der Geschwindigkeit eines Artillerie-Transportschleppers unserer NVA vom Typ ATS-3 aufgenommen wurden!

Welche Bewegungsarten liegen vor? Wie groß ist die jeweilige Geschwindigkeit nach 4 Sekunden?

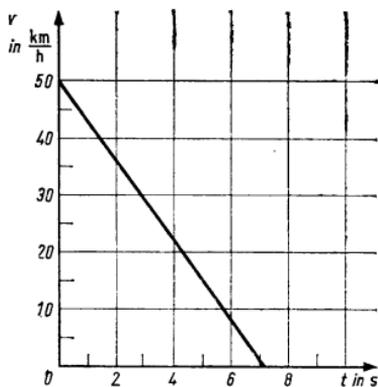
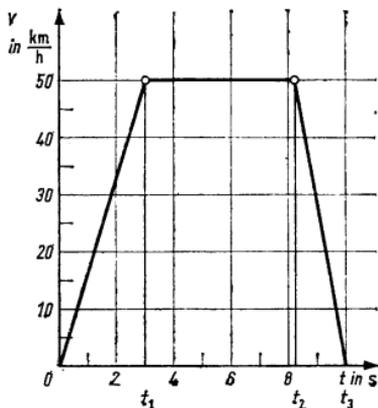


Bild 4 zu Aufgabe 19

↗ LB Kl. 9, S. 139, Aufg. 15 bis 17

- 20** Ein Personenkraftwagen vom Typ „Polski Fiat 125 P“ wird aus dem Stand in einer Zeit von 12,8 s nahezu gleichmäßig mit $1,74 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ beschleunigt. Welche Geschwindigkeit besitzt der Pkw nach erfolgter Beschleunigung? Geben Sie die Geschwindigkeit in Kilometer je Stunde an!

Vorüberlegung: Es ist mit dem Geschwindigkeit-Zeit-Gesetz der geradlinigen, gleichmäßig beschleunigten Bewegung zu rechnen.

Gegeben:

$$a = 1,74 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$t = 12,8 \text{ s}$$

Gesucht:

v

Lösung:

$$v = a \cdot t$$

$$v = 1,74 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 12,8 \text{ s}$$

$$v = 22,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = \underline{\underline{80 \frac{\text{km}}{\text{h}}}}$$

Nebenrechnung:

$$1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{1}{3600} \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{3600 \text{ km}}{1000 \text{ h}} = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$22,3 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Die Geschwindigkeit beträgt nach erfolgter Beschleunigung $80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

↗ LB Kl. 9, S. 140, Aufg. 19

- 21** Ein Personenzug wird mit $0,18 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ gleichmäßig beschleunigt und erreicht eine Geschwindigkeit von $55 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Berechnen Sie die Zeit, in der die Beschleunigung erfolgte!

Vorüberlegung: Das Geschwindigkeit-Zeit-Gesetz der geradlinigen, gleichmäßig beschleunigten Bewegung ist zu verwenden und nach der Zeit umzustellen.

Gegeben:

$$a = 0,18 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$v = 55 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Gesucht:

t

Lösung:

$$v = a \cdot t \quad | : a$$

$$t = \frac{v}{a}$$

$$t = \frac{55 \text{ km}}{\text{h} \cdot 0,18 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$t = \frac{55000 \text{ m} \cdot \text{s}^2}{3600 \text{ s} \cdot 0,18 \text{ m}}$$

$$t = \frac{550 \text{ s}}{6,5}$$

$$t = 85 \text{ s}$$

Der Personenzug wurde 85 s lang beschleunigt.

↗ LB Kl. 9, S. 140, Aufg. 20

- 22** Der von einer sozialistischen Arbeitsgemeinschaft im Jahre 1969 entwickelte Sportwagen „Melkus RS 1000“ kann aus dem Stand in 12 s auf eine Geschwindigkeit von $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ beschleunigt werden. Berechnen Sie die Beschleunigung dieses Sportwagens!

↗ LB Kl. 9, S. 140, Aufg. 22

- 23** Welche Beschleunigung wird dem Geschoß eines Karabiners erteilt, wenn dieses den Lauf in 0,002 s durchheilt und mit einer Geschwindigkeit von $830 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ verläßt?

- 24** Ein Kleinkraftrad vom Typ „Sperber“ bremst 3,5 s mit einer gleichmäßigen Verzögerung von $4,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Berechnen Sie den Bremsweg!

Vorüberlegung: Bei einer verzögerten Bewegung müßte man mit einer negativen Beschleunigung rechnen. Man kann aber auch so tun, als ob es sich um das Anfahren handelt und das Weg-Zeit-Gesetz der geradlinigen, gleichmäßig beschleunigten Bewegung benutzen. Dieser Lösungsweg stellt jedoch nur einen Notbehelf dar.

Gegeben:

$$a = 4,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$t = 3,5 \text{ s}$$

Gesucht:

s

Lösung:

$$s = \frac{a}{2} \cdot t^2$$

$$s = \frac{2,1 \text{ m} \cdot (3,5 \text{ s})^2}{\text{s}^2}$$

$$s = \frac{2,1 \text{ m} \cdot 12,25 \text{ s}^2}{\text{s}^2}$$

$$\underline{\underline{s = 25,8 \text{ m}}}$$

Der Bremsweg beträgt 25,8 m.

- 25** Bei Panzerabwehrraketen hat das Starttriebwerk eine Brenndauer von $t = 2,24 \text{ s}$. Wie weit ist die Rakete zum Zeitpunkt des Brennschlusses geflogen und welche Geschwindigkeit wurde erreicht, wenn die Beschleunigung im Mittel $a = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ betrug?

- 26** Ein Flugzeug wird beim Start in einer Zeit von 12 s mit $7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ gleichmäßig beschleunigt und hebt dann von der Betonpiste ab. Berechnen Sie die Länge der benötigten Startrollstrecke!

- 27** Welche Beschleunigung wurde einem Waggon beim Rangieren erteilt, wenn dieser bei gleichmäßig beschleunigter Bewegung in 16 s eine Strecke von 84 m zurücklegt?
Vorüberlegung: Für die Berechnung dieser Aufgabe muß das Weg-Zeit-Gesetz der geradlinig beschleunigten Bewegung $s = \frac{a}{2} \cdot t^2$ nach a umgestellt werden.

Gegeben:

$$s = 84 \text{ m}$$

$$t = 16 \text{ s}$$

Gesucht:

a

Lösung:

$$s = \frac{a}{2} \cdot t^2 \quad \left| \cdot \frac{2}{t^2} \right.$$

$$a = \frac{2 \cdot s}{t^2}$$

$$a = \frac{2 \cdot 84 \text{ m}}{(16 \text{ s})^2}$$

$$a = \frac{168 \text{ m}}{256 \text{ s}^2}$$

$$\underline{\underline{a = 0,66 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

Dem Waggon wurde eine Beschleunigung von $0,66 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ erteilt.

↗ LB Kl. 9, S. 140, Aufg. 21

- 28** Der aus der Volksrepublik Ungarn importierte Luxus-Reiseomnibus „Ikarus 250“ wird auf einer Strecke von 290 m gleichmäßig beschleunigt. Wie groß ist die erteilte Beschleunigung, wenn dafür eine Zeit von 21,4 s benötigt wird?
- 29** Der Korb eines Fahrstuhls wird auf einer Strecke von 3 m mit $1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ gleichmäßig beschleunigt. Berechnen Sie die dazu benötigte Zeit!
- 30** Eine Straßenbahn brems vor einer Haltestelle mit einer gleichmäßigen Verzögerung von $0,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Der während der Verzögerung zurückgelegte Weg beträgt 24 m. Berechnen Sie die dazu benötigte Zeit!
- 31** Der Personenkraftwagen „Trabant 601“ wird aus dem Stand annähernd gleichmäßig beschleunigt und erreicht nach einer Zeit von 20,7 s eine Geschwindigkeit von $80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Welcher Weg wurde dabei zurückgelegt?
Vorüberlegung: Für die Lösung dieser Aufgabe werden das Weg-Zeit-Gesetz und das Geschwindigkeit-Zeit-Gesetz der geradlinigen, gleichmäßig beschleunigten Bewegung benötigt, obwohl die Beschleunigung nur annähernd gleichmäßig angenommen werden kann. (Während des Schaltens ist die Beschleunigung gleich Null.) Die Gleichung $v = a \cdot t$ wird nach a aufgelöst. $\frac{v}{t}$ wird in die Gleichung $s = \frac{a}{2} \cdot t^2$

für a eingesetzt.

Gegeben:

$$v = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$t = 20,7 \text{ s}$$

Gesucht:

s

Lösung:

$$s = \frac{a}{2} \cdot t^2; \quad v = a \cdot t \quad | : t$$

$$a = \frac{v}{t}$$

$$s = \frac{v \cdot t^2}{2 \cdot t}$$

$$s = \frac{v \cdot t}{2}$$

$$s = \frac{40 \text{ km} \cdot 20,7 \text{ s}}{\text{h} \cdot 2}$$

$$s = \frac{100 \text{ m} \cdot 20,7 \text{ s}}{9 \text{ s}}$$

$$s = \frac{2070 \text{ m}}{9}$$

$$\underline{\underline{s = 230 \text{ m}}}$$

Es wurde ein Weg von 230 m zurückgelegt.

- *32** Ein Barkas „B 1000“ wird infolge eines auftretenden Verkehrshindernisses innerhalb kürzester Zeit von $80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ auf Null abgebremst. Die Bewegung erfolgt gleichmäßig verzögert mit $6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Berechnen Sie den Bremsweg!
↗ LB Kl. 9, S. 140, Aufg. 23
- *33** Welche Geschwindigkeit besitzt das erste Überschall-Verkehrsflugzeug der Welt, die sowjetische Tu 144, beim Abheben von der Betonpiste, wenn die Maschine längs einer Startstrecke von 1900 m mit $3,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ gleichmäßig beschleunigt wird?
↗ LB Kl. 9, S. 140, Aufg. 25
- 34** Mit welcher Endgeschwindigkeit trifft ein frei fallender Ball auf den Erdboden, wenn eine Fallzeit von 1,5 s gemessen wird? Die Reibung mit der Luft ist zu vernachlässigen ($g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)!
- 35** Eine frei fallende Stahlkugel erreicht beim Aufprall auf die Erdoberfläche eine Endgeschwindigkeit von $23,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Wie lange fiel die Kugel? Der Luftwiderstand wird nicht berücksichtigt ($g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)!
↗ LB Kl. 9, S. 141, Aufg. 28
- 36** Aus welcher Höhe fiel ein Stein in einen Schacht, wenn eine Fallzeit von 1,8 s gemessen wurde und der Luftwiderstand unberücksichtigt bleibt ($g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)?
↗ LB Kl. 9, S. 141, Aufg. 29
- 37** Welche Zeit benötigt ein Fallschirmspringer in der ersten Phase des Fallens, bei der er eine Strecke von 60 m zurücklegt? Der Luftwiderstand ist zu vernachlässigen ($g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$).
- 38** Ein Fallschirmspringer fällt 150 m, ohne den Fallschirm zu öffnen. Welche Geschwindigkeit besitzt er unter Vernachlässigung des Luftwiderstandes beim Öffnen des Fallschirms?
Vorüberlegung: Es sind das Geschwindigkeit-Zeit-Gesetz und das Weg-Zeit-Gesetz des freien Falls zu benutzen. Die Gleichung $v = g \cdot t$ ist nach t aufzulösen und der Quotient $\frac{v}{g}$ in die Gleichung $s = \frac{g}{2} t^2$ für t einzusetzen. Danach muß die Gleichung nach v umgestellt werden.

Gegeben:

$$s = 150 \text{ m}$$

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Lösung:

$$s = \frac{g}{2} \cdot t^2;$$

$$v = g \cdot t \quad | : g$$

$$t = \frac{v}{g}$$

Mechanik

Gesucht:

v

$$s = \frac{g}{2} \cdot \frac{v^2}{g^2}$$

$$s = \frac{v^2}{2g} \quad | \cdot 2g$$

$$v^2 = 2 \cdot g \cdot s$$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot s}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \text{ m} \cdot 150 \text{ m}}{\text{s}^2}}$$

$$v = \sqrt{2940 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}$$

$$v = 54 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = 195 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Beim Öffnen des Fallschirms beträgt die Geschwindigkeit $54 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ bzw. $195 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

↗ LB Kl. 9, S. 141, Aufg. 30, 34

- 39** Mit welcher Geschwindigkeit taucht ein Kunstspringer ins Wasser, der vom 3 m-Brett springt ($g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)?

↗ LB Kl. 9, S. 140, Aufg. 27, 31, 32, 33

- 40** Stellen Sie für die folgenden Beispiele fest, aus welchen Teilbewegungen sich die Bewegungen zusammensetzen! Um welche Wurfart handelt es sich jeweils?

- Senkrecht nach oben geworfener Ball,
- Kugelstoßen,
- horizontal aus einem Rohr ausströmendes Wasser

↗ LB Kl. 9, S. 141, Aufg. 37

- 41** Stellen Sie in einer Tabelle für folgende Beispiele die Bewegungsarten zusammen, und machen Sie dazu jeweils Angaben über die Beträge der Beschleunigung und der Geschwindigkeit!

- Paket auf einem Förderband,
- Fallschirmspringer in der ersten Phase des Fallens (freier Fall angenommen),
- gleichmäßiges Bremsen eines Personenzuges

↗ LB Kl. 9, S. 141, Aufg. 38 und S. 148, Aufg. 128

1.2. Grundlagen der Dynamik

↗ LB Kl. 9, S. 142, Aufg. 39 bis 54

- 42** An einem Körper greifen in einem Punkt drei Kräfte an, die in einer Ebene liegen, gleich groß sind und jeweils einen Winkel von 120° miteinander einschließen. Wie groß ist der Betrag der resultierenden Kraft \vec{F} ? (Anleitung: Ermitteln Sie zunächst die Resultierende von zweien der drei Kräfte!)

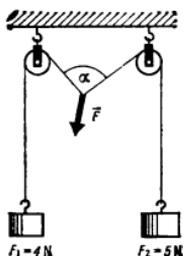


Bild 5 zu Aufgabe 43

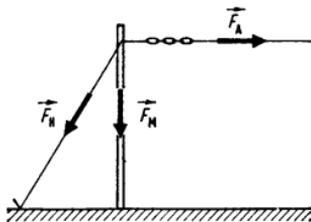


Bild 6 zu Aufgabe 44

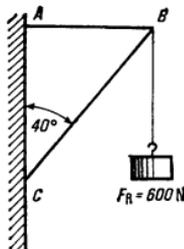


Bild 7 zu Aufgabe 45

- 43** Wie groß muß der Betrag der resultierenden Kraft \vec{F} sein, wenn $\alpha = 90^\circ$ gelten soll (Bild 5)?
Ermitteln Sie das Ergebnis durch Konstruktion!
- 44** Eine an einem Mast befestigte Antenne greift mit einer Kraft von 150 N waagrecht am Mast an (Bild 6). Welche Kraft muß die Haltevorrichtung an der anderen Seite des Mastes aufnehmen, damit der Mast nicht kippt, falls die Druckkraft, die er aufnehmen muß, 250 N beträgt?
- 45** Eine schwenkbare Tragvorrichtung hat die in Bild 7 dargestellte Gestalt.
a) Welche der Stangen (AB und CB) wird auf Druck, welche auf Zug beansprucht?
b) Ermitteln Sie diese beiden Kräfte durch Konstruktion!
- ↗ LB Kl. 9, S. 143, Aufg. 55 bis 57

- 46** Der Personenkraftwagen „Trabant 601“ hat bei voller Belastung eine Gesamtmasse von 1000 kg. Welche Kraft ist nötig, um ihm auf waagerechter Straße eine Beschleunigung von $3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ zu erteilen?
↗ LB Kl. 9, S. 144, Aufg. 59 bis 61

- 47** Welche Beschleunigung kann die Tu 104 erreichen, wenn die Schubkraft der beiden Triebwerke mit je 86 kN zu 80% dazu ausgenutzt wird? Die TU 104 hat eine Masse von etwa 75 t ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$).

Vorüberlegung: Die beschleunigende Kraft beträgt $0,8 \cdot 2 \cdot 86 \text{ kN}$. Die Beschleunigung kann aus dem Newtonschen Grundgesetz ermittelt werden, wobei $m \approx 75 \text{ t}$.

- 48** Warum nimmt die Geschwindigkeit eines Fahrzeugs, z. B. eines Personenkraftwagens, nicht ständig zu, obwohl die Bewegung auf waagerechter Strecke erfolgt und die Kraft des Motors voll genutzt wird?
- 49** Ein Fußballspieler erteilt bei einem Freistoß einem Ball mit einer Masse von 700 g die Geschwindigkeit $15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Berechnen Sie die mittlere Schubkraft des Sportlers, wenn für die Dauer des Stoßes 0,02 s angenommen werden können!

Vorüberlegung: Die Kraft muß mit Hilfe des Newtonschen Grundgesetzes berechnet werden, wobei a durch v und t ermittelt werden kann.

Gegeben:

$$m = 700 \text{ g} = 0,7 \text{ kg}$$

$$v = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$t = 0,02 \text{ s}$$

Lösung:

$$F = m \cdot a; \quad v = a \cdot t$$

$$a = \frac{v}{t}$$

$$F = m \cdot \frac{v}{t}$$

Gesucht:

F

$$F = 0,7 \text{ kg} \cdot \frac{15 \text{ m}}{\text{s} \cdot 0,02 \text{ s}}$$

$$\underline{\underline{F = 525 \text{ N}}}$$

Die mittlere Schubkraft des Sportlers beträgt 525 N.

- 50** Ein Geschöß mit einer Masse von 10 kg verläßt das Geschützrohr mit einer Geschwindigkeit von $600 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Berechnen Sie die mittlere Druckkraft der Pulvergase, wenn das Geschöß für die als gleichmäßig beschleunigt angenommene Bewegung im Rohr 0,005 s braucht. Bewegungshindernisse sollen unberücksichtigt bleiben.
Vorüberlegung: F kann mit Hilfe des Newtonschen Grundgesetzes berechnet werden, in dem a durch v und t ausgedrückt werden kann.
- 51** Die nahezu gleichmäßig beschleunigte Bewegung eines Geschosses durch das Geschützrohr dauert 0,008 s. Dabei wird eine Geschwindigkeit von $680 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ und eine mittlere Druckkraft der Pulvergase von $5,27 \cdot 10^5 \text{ N}$ erreicht. Wie groß ist die Masse des Geschosses?
- 52** Aus welchem Grund müssen weittragende Geschütze möglichst lange Rohre haben?
- 53** Die Antriebskraft eines Motorrads beträgt 306 N, seine Masse einschließlich Fahrer 150 kg. Nach welcher Zeit wird eine Geschwindigkeit von $30 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ erreicht?

Vorüberlegung: t kann aus dem Geschwindigkeit-Zeit-Gesetz ermittelt werden, nachdem a mit Hilfe des Newtonschen Grundgesetzes durch den Quotienten aus F und m ersetzt wurde.

↗ LB Kl. 9, S. 144, Aufg. 58

54 Ein Straßenbahnwagen mit einer Masse von 16 t bewegt sich auf nahezu horizontaler Strecke mit einer Geschwindigkeit von $6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ und soll nach 10 m zum Stehen kommen. Wie groß muß die Bremskraft sein, wenn man eine gleichmäßig verzögerte Bewegung voraussetzen kann?

***55** Ein Quader mit der Masse $m_1 = 2 \text{ kg}$ bewegt sich auf einer waagerechten Ebene gleichmäßig beschleunigt (Bild 8). Die beschleunigende Kraft wird durch die Gewichtskraft $F_2 = 5 \text{ N}$ des an die Schnur angehängten Körpers hervorgerufen. Der Vorgang sei reibungsfrei.

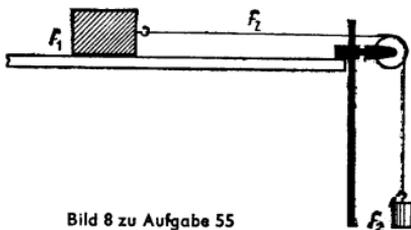


Bild 8 zu Aufgabe 55

- a) Mit welcher Beschleunigung bewegt sich der Quader?
 b) Wie groß ist die Zugkraft an der Schnur?

Vorüberlegung: Die Kraft F_2 beschleunigt das Gesamtsystem mit der Masse 2,51 kg. Mit Hilfe des Newtonschen Grundgesetzes kann zunächst a und danach, da m_1 und a bekannt sind, F_z berechnet werden.

Gegeben:

$$m_1 = 2 \text{ kg}$$

$$F_2 = 5 \text{ N}$$

Lösung:

$$\text{a) } F_2 = m \cdot a \quad | :m$$

$$a = \frac{F_2}{m} \quad | m = m_1 + m_2$$

$$a = \frac{F_2}{m_1 + m_2}$$

Nebenrechnung:

$$m_2 = \frac{F_2}{g}$$

$$m_2 = \frac{5 \text{ N} \cdot \text{s}^2}{9,81 \text{ m}}$$

$$m_2 = 0,51 \text{ kg}$$

Gesucht:

$$a = \frac{5 \text{ N}}{2,51 \text{ kg}}$$

$$a \approx 1,99 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\text{b) } F_z = m_1 \cdot a$$

$$F_z = 2 \text{ kg} \cdot 1,99 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\underline{\underline{F_z = 3,98 \text{ N}}}$$

- a) Der Quader bewegt sich mit der Beschleunigung $1,99 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.
- b) Die Zugkraft an der Schnur beträgt $3,98 \text{ N}$.

- 56** Die beiden Körper K_1 und K_2 mit den Gewichtskräften G_1 und G_2 halten sich das Gleichgewicht. Durch das Auflegen eines zusätzlichen Körpers K_3 mit der Gewichtskraft G_3 (Bild 9) erhalten beide Körper eine Beschleunigung. Ist der Betrag der Beschleunigung für beide Körper gleich? Begründen Sie Ihre Antwort!

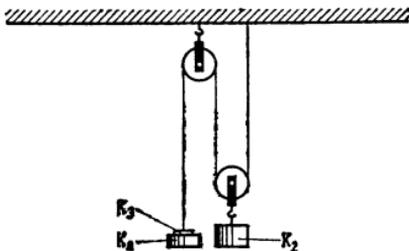


Bild 9 zu Aufgabe 56

- 57** Bild 10 zeigt das Kraft-Zeit-Diagramm für die Bewegung eines Fahrzeugs auf gerader, horizontaler Bahn.
- a) Welche Bewegungsart liegt für die mit 1 bis 5 gekennzeichneten Zeitabschnitte vor, wenn man von Reibung absehen kann?
- b) Skizzieren Sie den Verlauf der entsprechenden Geschwindigkeit-Zeit-Kurve, falls die Bewegung aus dem Stand heraus erfolgt!

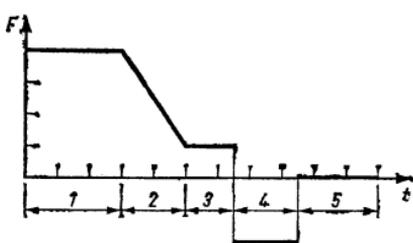


Bild 10 zu Aufgabe 57

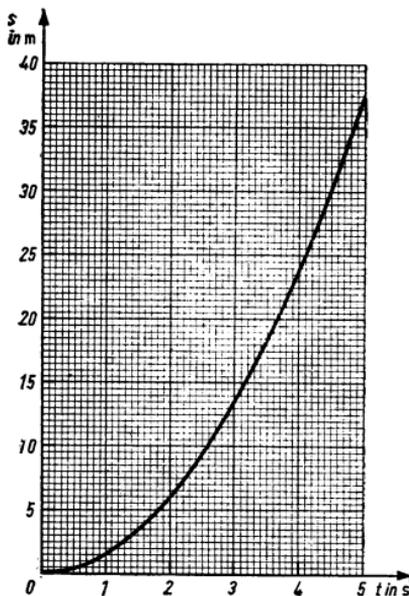


Bild 11 zu Aufgabe 58

- 58** Das Diagramm (Bild 11) stellt die als gleichmäßig beschleunigt angenommene Bewegung eines anfahrenden Personenkraftwagens ($m = 1000 \text{ kg}$) dar.

Berechnen Sie die vom Motor aufzubringende Kraft!

Vorüberlegung: Aus dem Diagramm sind zusammengehörende Werte für s und t der gleichmäßig beschleunigten Bewegung abzulesen. Daraus ist a zu ermitteln. Die Anwendung des Newtonschen Grundgesetzes führt zur Ermittlung von F aus m und a .

- *59** An den Enden eines über eine feste Rolle gelegten Fadens hängen Körper, deren Massen 980 g bzw. 1000 g betragen (Bild 12).

Durch das Übergewicht auf der rechten Seite bewegen sich die Körper gleichmäßig beschleunigt.

Um welche Strecke bewegt sich der rechts angehängte Körper während der ersten 3 Sekunden nach unten?

(Der Einfluß des Fadens, der Rolle und der Reibung bleibt unberücksichtigt; g betrage $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$).

Vorüberlegung: Die beschleunigende Kraft beträgt $0,2 \text{ N}$, die Masse 1980 g . Mit Hilfe des Newtonschen Grundgesetzes kann a aus F und m ermittelt werden; mit a und t erhält man s .

Gegeben:

$$m = 1980 \text{ g}$$

$$F = 0,2 \text{ N}$$

$$t = 3 \text{ s}$$

$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Gesucht:

s

Lösung:

$$s = \frac{a}{2} \cdot t^2;$$

$$F = m \cdot a \quad | : m$$

$$a = \frac{F}{m}$$

$$s = \frac{F \cdot t^2}{2 \cdot m}$$

$$s = \frac{0,2 \text{ N} \cdot 9 \text{ s}^2}{2 \cdot 1980 \text{ g}}$$

$$\underline{\underline{s \approx 0,45 \text{ m}}}$$

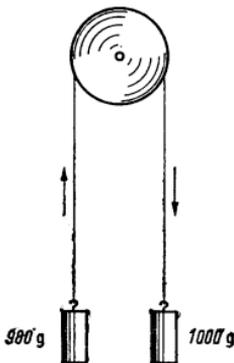


Bild 12 zu Aufgabe 59

Der während der ersten 3 Sekunden zurückgelegte Weg beträgt $0,45 \text{ m}$.

- 60** Ein Körper führt unter dem Einfluß einer konstanten Kraft, die in Richtung der Bewegung bzw. ihr entgegen wirkt, eine gleichmäßig beschleunigte bzw. verzögerte, geradlinige Bewegung aus. Dabei gelten die Beziehungen $F = m \cdot a$, $s = \frac{a}{2} \cdot t^2$, $v = a \cdot t$.

Für die Berechnung einer Größe mit Hilfe bekannter (gegebener) Größen ergibt sich daraus eine Vielzahl von Gleichungen, wie nachfolgende Tabelle verdeutlicht. Geben Sie für die Fälle, für die die Lösungsgleichung nicht in der letzten Spalte steht, die entsprechende Gleichung an, und machen Sie sich klar, wie die bereits angegebenen Gleichungen hergeleitet worden sind!

Aufgaben-Typ Nr.	gegebene (x) bzw. gesuchte (?) Größe						Lösungsgleichung
	F	m	a	v	s	t	
1	?	x	x				$a = \frac{F}{m}$
2	x	?	x				
3	x	x	?				
4	?	x		x		x	$v = \frac{F \cdot t}{m}$
5	x	?		x		x	
6	x	x		?		x	
7	x	x		x		?	
8	?	x			x	x	
9	x	?			x	x	$s = \frac{F \cdot t^2}{2m}$
10	x	x			?	x	
11	x	x			x	?	
12	?	x		x	x		$v = \sqrt{\frac{2F \cdot s}{m}}$
13	x	?		x	x		
14	x	x		?	x		
15	x	x		x	?		

↗ LB Kl. 9, S. 144, Aufg. 62 bis 66

- 61** Warum fallen am gleichen Punkt der Erdoberfläche alle Körper gleich schnell, wenn man vom Luftwiderstand absehen kann?
- *62** Eine Kerze, die in einem geschlossenen Gefäß mit ausreichendem Sauerstoff brennt, erlischt, wenn das Gefäß frei fällt. Begründen Sie diese Erscheinung!
- *63** Auf einer geneigten Ebene befindet sich eine frei bewegliche Kugel (Bild 13). Wenn man die geneigte Ebene mitsamt der Kugel in geeigneter Weise bewegt, bleibt die Kugel relativ zur geneigten Ebene in Ruhe. Geben Sie mindestens eine Möglichkeit an, wie diese Bewegung erfolgen müßte, und begründen Sie Ihren Vorschlag!

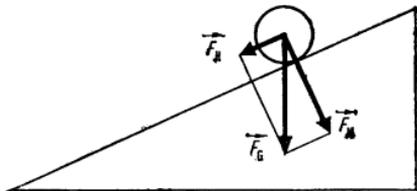


Bild 13 zu Aufgabe 63

Vorüberlegung: Bei ruhender geneigter Ebene wird die Kugel durch die Hangabtriebskraft F_H beschleunigt. Dabei ist $a_H = \frac{F_H}{m}$. Die Hangabtriebskraft F_H ist eine Komponente von F_G .

↗ LB Kl. 9, S. 144, Aufg. 67

- *64** Als ein Schüler der Klasse 5 einmal sagte, er wolle sich „leichter machen“, damit ihn sein Freund tragen könnte, gab es bei Schülern der Klasse 9 ein Geächter. Bernd, der Beste der Klasse 9 im Fach Physik, bemerkte daraufhin, ein Mensch könnte sich durchaus leichter bzw. schwerer machen und bewies das später mit Hilfe einer Personenwaage, die Wägekarten auswirft.

Wie hat er den Beweis ohne weitere Hilfsmittel erbracht?

- *65** In einem Aufzug wird eine Maschine mit einer Masse von 200 kg wegen einer Reparatur abwärts und später wieder aufwärts befördert. Dabei wird kurzzeitig eine Beschleunigung von $2,2 \frac{m}{s^2}$ entwickelt. Berechnen Sie die Belastung des Aufzugsbodens während der beschleunigten Bewegung

a) nach unten,

b) nach oben!

Vorüberlegung: Der Boden des Aufzuges wird durch die Maschine im Stand mit der Gewichtskraft belastet. Bei der beschleunigten Bewegung nach unten bzw. nach oben wird die Belastung um $F = m \cdot a$ kleiner bzw. größer.

Gegeben:

$$m = 200 \text{ kg}$$

$$a = 2,2 \frac{m}{s^2}$$

Gesucht:

a) F_u

b) F_o

Lösung:

$$F_u = G - F$$

$$F_o = G + F$$

a) $F_u = G - F$

$$F_u = 1960 \text{ N} - 440 \text{ N}$$

$$\underline{\underline{F_u = 1520 \text{ N}}}$$

b) $F_o = G + F$

$$F_o = 1960 \text{ N} + 440 \text{ N}$$

$$\underline{\underline{F_o = 2400 \text{ N}}}$$

Nebenrechnung:

$$G = m \cdot g$$

$$G = 200 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2}$$

$$G = 1960 \text{ N}$$

$$F = m \cdot a$$

$$F = 200 \text{ kg} \cdot 2,2 \frac{m}{s^2}$$

$$F = 440 \text{ N}$$

Die Belastung des Aufzugsbodens beträgt bei der beschleunigten Bewegung nach unten 1,52 kN, bei der nach oben 2,40 kN.

↗ LB Kl. 9, S. 144, Aufg. 68 bis 71

- 66** Warum kann man mit Anlauf weiter springen als ohne Anlauf?
- 67** Warum fällt der Staub von staubiger Kleidung durch Schütteln ab?
- 68** Die Kupplungen zwischen den Waggons eines Güterzuges werden stark belastet, wenn die Lokomotive schnell anfährt. Wo ist diese Belastung größer, am Ende oder am Anfang des Zuges?

- 69** Erklären Sie, warum ein laufender Mensch, der über einen Stein stolpert und fällt, im allgemeinen in die Richtung seiner Bewegung fällt, während ein auf Eis ausrutschender Mensch im allgemeinen entgegengesetzt zu seiner Bewegungsrichtung fällt!
- 70** Ein Kraftwagen fährt
- gleichförmig,
 - gleichmäßig beschleunigt,
 - gleichmäßig verzögert
- auf waagerechter, gerader Strecke.
Zeichnen Sie die Oberfläche des Kraftstoffes im halbgefüllten Tank für diese drei Fälle in Skizzen ein, wie sie Bild 14 zeigt!

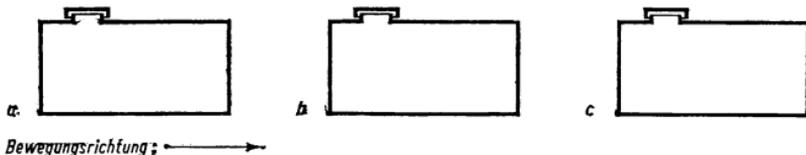


Bild 14 zu Aufgabe 70

↗ LB Kl. 9, S. 144, Aufg. 72 bis 76

1.3. Energie

- 71** Rechnen Sie die gegebenen Größen in Newtonmeter und Wattsekunden um! Benutzen Sie die Tabelle des Buches „Tabellen und Formeln“!
7,5 kWh; 28 kWh; 3200 kJ; 90 J;
↗ LB Kl. 9, S. 145, Aufg. 83
- 72** Ein Tauchsieder wandelt eine elektrische Energie von 0,8 kWh in Wärme um. Geben Sie diese Energie in Joule an!
- 73** Rechnen Sie die gegebenen Größen in Js um!
- Ein Körper hat eine kinetische Energie von 810 Nm.
 - Ein elektrischer Kocher gibt eine Wärmeenergie von 660 kJ an die Umgebung ab.
 - Ein Körper hat eine potentielle Energie von 45000 Nm.
- ↗ LB Kl. 9, S. 145, Aufg. 77 bis 79
- 74** An einer Kugel wird längs eines Weges bei konstanter Kraftwirkung eine bestimmte Beschleunigungsarbeit verrichtet. Die dabei auftretende Verschiebungsarbeit ist zu vernachlässigen. Leiten Sie unter Einbeziehung der Gesetze der geradlinigen, gleichmäßig beschleunigten Bewegung und des Newtonschen Grundgesetzes die Gleichung für die kinetische Energie her!
↗ LB Kl. 9, S. 145, Aufg. 80 und 81

- 75** Die Turmkugel des Berliner Fernsehturms hat einen Durchmesser von 32 m, eine Masse von 4800 t und ist in einer Höhe von 200 m auf dem Betonschaft montiert. Welche potentielle Energie besitzt die Turmkugel gegenüber der Erdoberfläche? Zur Vereinfachung wird die gesamte Masse der Kugel in einer Höhe von 216 m angenommen.
Vorüberlegung: Es ist die Gleichung für die potentielle Energie zu verwenden.

Gegeben:

$$m = 4800 \text{ t}$$

$$h = 216 \text{ m}$$

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Lösung:

$$W_{\text{pot}} = G \cdot h; \quad G = m \cdot g$$

$$W_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$$

$$W_{\text{pot}} = 4800 \text{ t} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 216 \text{ m}$$

Gesucht:

$$W_{\text{pot}} = 4800000 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 216 \text{ m}$$

W_{pot}

$$W_{\text{pot}} = 10200000000 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$\underline{\underline{W_{\text{pot}} = 1,02 \cdot 10^{10} \text{ Nm}}}$$

Die Turmkugel des Berliner Fernsehturms besitzt gegenüber der Erdoberfläche eine potentielle Energie von $1,02 \cdot 10^{10} \text{ Nm}$.

↗ LB Kl. 9, S. 145, Aufg. 84 und 85

- 76** Welche potentielle Energie besitzt eine Handramme mit einer Masse von 25 kg im höchsten Punkt, wenn die durchschnittliche Hubhöhe 0,42 m beträgt?

- 77** Berechnen Sie die potentielle Energie des Mondmobils Lunochod 1, das eine Masse von 756 kg besitzt, wenn es sich gegenüber dem Landeplatz in einer Höhe von 1,20 m befindet!

Die mittlere Fallbeschleunigung an der Mondoberfläche beträgt $g_M = 1,62 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

- 78** Welche kinetische Energie besaß das sowjetische Raumschiff „Sojus 9“ mit den Kosmonauten Andrijan Nikolajew und Witali Sewastjanow, das sich vom 1. 6. 1970 bis 19. 6. 1970 mit einer mittleren Bahngeschwindigkeit von $7,9 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ auf einer annähernden Kreisbahn um die Erde bewegte?

Die Masse von „Sojus 9“ betrug 6552 kg.

Vorüberlegung: Es ist die Gleichung für die kinetische Energie zu verwenden.

Gegeben:

$$m = 6552 \text{ kg}$$

$$v = 7,9 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Lösung:

$$W_{\text{kin}} = \frac{m}{2} \cdot v^2$$

$$W_{\text{kin}} = \frac{6552 \text{ kg} \cdot (7,9 \text{ km})^2}{2 \text{ s}^2}$$

Gesucht:

$$W_{\text{kin}} = 2,04 \cdot 10^{11} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$

W_{kin}

$$\underline{\underline{W_{\text{kin}} = 2,04 \cdot 10^{11} \text{ Nm}}}$$

Die kinetische Energie von „Sojus 9“ betrug während des Umlaufs um die Erde durchschnittlich $2,04 \cdot 10^{11}$ Nm.

↗ LB Kl. 9, S. 145, Aufg. 86

- 79** Eine Diesellokomotive mit einer Masse von 130 t erreicht bei einer Testfahrt eine Geschwindigkeit von $120 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Wie groß ist die kinetische Energie?

- 80** Ein Tischtennisball mit einer Masse von 2,4 g erreicht bei einem Verteidigungsschlag eine Geschwindigkeit von etwa $50 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Welche kinetische Energie hat der Ball unmittelbar nach dem Schlag?

↗ LB Kl. 9, S. 145, Aufg. 87

- 81** Man vergleiche die kinetische Energie der Granate einer Haubitze mit der eines Panzerabwehrgeschützes.

	Kaliber	m	v_0
Haubitze	10,5 cm	14 kg	$400 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Panzerabwehrgeschütz	3,7 cm	0,7 kg	$800 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

- *82** Berechnen Sie mit Hilfe des Energieerhaltungssatzes der Mechanik die Geschwindigkeit, mit der ein Körper auf die Erde aufschlägt, der in 15 m Höhe freigelassen wird ($g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$).

Vorüberlegung: Der Körper besitzt in dieser Höhe potentielle Energie gegenüber der Erdoberfläche. Während des Fallens wandelt sich die potentielle Energie in kinetische Energie um. Es gilt $W_{\text{pot}} + W_{\text{kin}} = \text{konstant}$. Da der mechanische Energieerhaltungssatz voraussetzt, daß keinerlei Reibung auftritt, wird angenommen, daß sich die gesamte potentielle Energie in kinetische Energie umwandelt.

Gegeben:

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$h = 15 \text{ m}$$

Gesucht:

v

Lösung:

$$W_{\text{kin}} = W_{\text{pot}}$$

$$\frac{m}{2} \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h \quad | : m$$

$$\frac{v^2}{2} = g \cdot h \quad | \cdot 2$$

$$v^2 = 2 \cdot g \cdot h$$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 15 \text{ m}}$$

$$v = \sqrt{294 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}$$

$$v = 17,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Der Körper besitzt beim Auftreffen auf die Erde eine Geschwindigkeit von $17,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ bzw. $61,5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

↗ LB Kl. 9, S. 145, Aufg. 82

- 83** Beim Bogenschießen wird ein Pfeil senkrecht nach oben geschossen. Erklären Sie unter Vernachlässigung der Reibung die Energieumwandlungen, die während des gesamten Bewegungsablaufes stattfinden!

↗ LB Kl. 9, S. 146, Aufg. 90 und 91

- 84** Beschreiben Sie die Energieumwandlungen an einer elektrischen Bohrmaschine während des Bohrens!

↗ LB Kl. 9, S. 146, Aufg. 92

- 85** Erklären Sie die Energieumwandlungen in einem Wasserkraftwerk!

↗ LB Kl. 9, S. 146, Aufg. 93

1.4. Kreisbewegung

↗ LB Kl. 9, S. 146, Aufg. 94 und 95

- 86** Bei der Drehbewegung der Erde um ihre Achse vollführen die Körper am Äquator eine Kreisbewegung mit der größten Bahngeschwindigkeit (warum?). Berechnen Sie diese Bahngeschwindigkeit in Meter je Sekunde und Kilometer je Stunde. (Der Radius der Erde am Äquator beträgt rund 6380 km.)

Vorüberlegung: Während eines Tages vollführt die Erde etwa eine Umdrehung ($T \approx 24 \text{ h}$).

Da r bekannt ist, kann v mit Hilfe der Gleichung $v = \frac{2\pi}{T} \cdot r$ berechnet werden.

Gegeben:

$$T \approx 24 \text{ h}$$

$$r \approx 6380 \text{ km}$$

Lösung:

$$v = \frac{2\pi}{T} \cdot r$$

$$v = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6380 \text{ km}}{24 \text{ h}}$$

Gesucht:

v

$$v = 1670 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$v = 464 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Die Bahngeschwindigkeit eines Körpers am Äquator beträgt etwa $1670 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ oder $464 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

- 87** Eine weiche Aluminiumlegierung soll mit einer Schnittgeschwindigkeit von $1500 \frac{\text{m}}{\text{min}}$ bearbeitet werden. Der Durchmesser des Werkstücks beträgt 80 mm. Welche Umlaufzeit muß die Drehmaschine dem Werkstück erteilen? Wieviel Umdrehungen je Minute entspricht das?

- 88** Die Räder eines Fahrrads haben einen Radius von 40 cm. Berechnen Sie die Zeit für eine Radumdrehung, wenn der Radfahrer eine Geschwindigkeit von $20 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ hat!

- 89** Der Minutenzeiger einer Uhr ist dreimal so lang wie der Sekundenzeiger. In welchem Verhältnis stehen die Bahngeschwindigkeiten der beiden Zeigerspitzen zueinander?

Vorüberlegung: $v = \frac{2\pi}{T} \cdot r$. Bei der Berechnung des Verhältnisses $\frac{v_m}{v_s} = \frac{2\pi \cdot r_m \cdot T_s}{T_m \cdot 2\pi \cdot r_s}$ kommt

es nur auf die Verhältnisse der Zeigerlängen (Radien der Kreisbahnen der Zeigerspitzen) und der Umlaufzeiten (60 min bzw. 1 min) an.

↗ LB Kl. 9, S. 146, Aufg. 96, 109, 110

- 90** Die Trommel einer Zentrifuge macht 4000 Umdrehungen je Minute. Berechnen Sie die Radialbeschleunigung, der die Flüssigkeitsteilchen im Abstand 10 cm von der Drehachse ausgesetzt sind! Vergleichen Sie diese Radialbeschleunigung mit der Fallbeschleunigung g !

Vorüberlegung: Durch die Anzahl der Umdrehungen je Minute ist T indirekt bekannt:

$T = \frac{1 \text{ min}}{4000} = \frac{60 \text{ s}}{4000}$. In der Gleichung für die Radialbeschleunigung, $a_r = \frac{v^2}{r}$, muß v ersetzt werden: $v = \frac{2\pi}{T} \cdot r$.

Gegeben:

$$T = \frac{3}{200} \text{ s}$$

$$r = 0,1 \text{ m}$$

Gesucht:

a_r

Lösung:

$$a_r = \frac{v^2}{r}; \quad v = \frac{2\pi}{T} \cdot r; \quad v^2 = \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot r^2$$

$$a_r = \frac{4\pi^2 \cdot r}{T^2}$$

$$a_r = \frac{4\pi^2 \cdot 0,1 \text{ m} \cdot 4 \cdot 10^4}{9 \text{ s}^2}$$

$$a_r = 17500 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$g \approx 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a_r \approx 1800 \cdot g$$

Die Flüssigkeitsteilchen sind einer Radialbeschleunigung von $17\,500 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ausgesetzt. Diese Beschleunigung ist etwa 1800mal so groß wie die Fallbeschleunigung.

- 91** Eine Zentrifuge soll so schnell rotieren, daß an der Peripherie der Schleuderbleche, deren Radius 20 cm beträgt, eine Radialbeschleunigung auftritt, die 10000mal so groß wie die Fallbeschleunigung ist. Berechnen Sie die Umlaufzeit und die Bahngeschwindigkeit an der Peripherie der Schleuderbleche ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)!

Vorüberlegung: Es wird zuerst die Bahngeschwindigkeit mit Hilfe der Gleichung $a_r = \frac{v^2}{r}$ berechnet. Aus der Gleichung $v = \frac{2\pi}{T} \cdot r$ ergibt sich $T = \frac{2\pi \cdot r}{v}$.

Gegeben:

$$a_r = 10\,000 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a_r = 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$r = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

Lösung:

$$a_r = \frac{v^2}{r} \quad | \cdot r$$

$$v^2 = a_r \cdot r$$

$$v = \sqrt{a_r \cdot r}$$

$$v = \sqrt{10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,2 \text{ m}}$$

Gesucht:

v

$$v = \underline{\underline{141 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

T

$$v = \frac{2\pi \cdot r}{T} \quad | \cdot \frac{T}{v}$$

$$T = \frac{2\pi \cdot r}{v}$$

$$T = \frac{2\pi \cdot 0,2 \text{ m} \cdot \text{s}}{141 \text{ m}}$$

$$T = \underline{\underline{0,0089 \text{ s}}}$$

Die Umlaufzeit muß 0,0089 s betragen. Die Bahngeschwindigkeit an der Peripherie der Schleuderbleche beträgt dabei $141 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

- 92** Um Weltraumfahrern unangenehme Begleiterscheinungen der Gewichtlosigkeit zu ersparen bzw. zu vermindern, gibt es Projekte für rotierende Weltraumschiffe und -stationen. Wieviel Umdrehungen in der Sekunde müßte eine Station mit einem Durchmesser von 100 m ausführen, damit ein Bewohner, der sich auf der Innenseite der äußeren Begrenzung der Station bewegt, scheinbar ein „Gewicht wie auf der Erde“ hat?

Vorüberlegung: Das Weltraumschiff muß so schnell rotieren, daß ein Bewohner mit einer Radialkraft in die Kreisbahn gezwungen wird, die dem Betrag nach gleich seiner Gewichtskraft auf der Erde ist: $F_r = G$, also $a_r = g$; für a_r gilt:

$$a_r = \frac{v^2}{r} \text{ mit } v = \frac{2\pi \cdot r}{T}; \quad g \text{ ist bekannt.}$$

Gegeben:

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$r = 50 \text{ m}$$

Gesucht:

$$\frac{1}{T}$$

Lösung:

$$a_r = g;$$

$$\frac{v^2}{r} = g$$

$$a_r = \frac{v^2}{r}$$

$$v^2 = \frac{4\pi^2 \cdot r^2}{T^2}$$

$$\frac{4\pi^2}{T^2} \cdot r = g$$

$$\frac{1}{T} = \sqrt{\frac{g}{4\pi^2 \cdot r}}$$

$$\frac{1}{T} = \sqrt{\frac{9,81 \text{ m}}{4\pi^2 \cdot 50 \text{ m} \cdot \text{s}^2}}$$

$$\frac{1}{T} \approx 0,07 \frac{1}{\text{s}}$$

Die Station müßte 0,07 Umdrehungen je Sekunde ausführen. (Eine Umdrehung würde etwa 14 s dauern.)

- *93** Ein Schüler schleudert einen Pendelkörper ($m = 100 \text{ g}$), der an einem Faden von 1 m Länge befestigt ist, mit der Hand schnell im Kreis herum. Er sieht zunächst nicht ein, warum ihn der Lehrer scharf zurechtweist und ihn leichtsinnig nennt.
- a) Berechnen Sie die Kraft, mit der der Pendelfaden gestrafft wird, wenn das Herumschleudern 2mal je Sekunde in horizontaler Ebene geschieht!
- b) Mit welcher Kraft wird der Faden bei der Bewegung in einer vertikalen Ebene gespannt?
- 94** Ein Pilot fliegt mit einer Geschwindigkeit von $400 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ eine Kurve, die die Form einer Kreislinie hat. Der Radius des zugehörigen Kreises beträgt 4 km. Welche Radialbeschleunigung tritt auf?
- 95** Vater und Sohn durchfahren auf gleichen Rädern und mit gleicher Geschwindigkeit ein und dieselbe Kurve. Der Vater wiegt doppelt soviel wie der Sohn. Was kann über die auftretenden Radialbeschleunigungen ausgesagt werden?
- 96** Berechnen Sie für den ersten künstlichen Erdsatelliten, Sputnik I, die Radialkraft unter der Annahme einer Kreisbewegung ($m = 86 \text{ kg}$, mittlere Entfernung von der Erde 500 km, Umlaufzeit 96,2 min)!

↗ LB Kl. 9, S. 146, Aufg. 97 bis 100

- *97** Hans behauptet: „Bei der gleichförmigen Kreisbewegung wird die Radialkraft, die den Körper auf die Kreisbahn zwingt, um so größer, je kleiner der Bahnradius wird.“ Er verweist dabei auf die Gleichung $F_r = m \cdot \frac{v^2}{r}$, nach der die Beziehung $F_r \sim \frac{1}{r}$ gelten müßte.

Peter denkt an Beispiele aus der Praxis und sieht einen Widerspruch zwischen der Praxis und der Behauptung seines Freundes.

Wie würden Sie dieses Problem lösen bzw. erläutern?

↗ LB Kl. 9, S. 147, Aufg. 101 bis 108

- 98** Während einer Vorführung der GST mit Fesselflugmodellen fliegt ein Modell mit einer Geschwindigkeit von $80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ auf einer Kreisbahn in horizontaler Ebene. Die Länge der Steuerleine (die in der Ebene der Kreisbahn liegen soll) ist 12 m, und sie wird mit einer Kraft von 20 N gestrafft. Welche Masse hat das Modell?

- 99** Ein Flugzeug, das eine Geschwindigkeit von $360 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ hat, führt einen Looping mit 200 m Radius in senkrechter Ebene aus. Wie groß ist die Kraft, mit der der Sitz den 70 kg schweren Piloten im höchsten und im tiefsten Punkt der Schleife in die Kreisbahn zwingt?

Vorüberlegung: Die Kraft, mit der der Pilot durch den Sitz in die Kreisbahn gedrückt wird, setzt sich zusammen aus der Radialkraft und dem Gewicht des Piloten, das im höchsten Punkt der Bahn in gleicher, im untersten Punkt der Bahn in entgegengesetzter Richtung wirkt:

$$F = F_r \mp G; \quad F_o = F_r - G; \quad F_u = F_r + G.$$

- 100** Ein Kettenkarussell dreht sich gleichförmig so schnell, daß die Sitze während 6 Sekunden eine Kreisbahn mit dem Durchmesser 12 m durchlaufen.

- Wie groß ist die Radialbeschleunigung, die ein Fahrgast erhält?
- Wie groß ist die Radialkraft, wenn er eine Masse von 60 kg hat?
- Ermitteln Sie durch eine maßstabgerechte Skizze, welchen Winkel die Ketten, an denen die Sitze hängen, mit der Vertikalen bilden $\left(g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$, und mit welcher Zugkraft die Ketten die Radialkraft und die Gewichtskraft kompensieren müssen!

Vorüberlegung: Die Radialbeschleunigung kann mit der Beziehung $a_r = \frac{v^2}{r}$ berechnet

werden, wobei $v = \frac{2\pi \cdot r}{T}$ gilt. Nach der Berechnung von $F_r = m \cdot a_r$ kann \vec{F}_K (Betrag und Richtung) mittels \vec{F}_r und \vec{G} konstruiert werden.

Gegeben:

$$T = 6 \text{ s}$$

$$r = 6 \text{ m}$$

$$m = 60 \text{ kg}$$

$$g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Gesucht:

a_r

F_r

Lösung:

$$\text{a) } a_r = \frac{v^2}{r}; \quad v = \frac{2\pi \cdot r}{T}; \quad v^2 = \frac{4\pi^2 \cdot r^2}{T^2}$$

$$a_r = \frac{4\pi^2 \cdot r}{T^2}$$

$$a_r = \frac{4\pi^2 \cdot 6 \text{ m}}{36 \text{ s}^2}$$

$$a_r \approx \underline{\underline{6,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

$$\text{b) } F_r = m \cdot a_r$$

$$F_r = 60 \text{ kg} \cdot 6,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\underline{\underline{F_r = 396 \text{ N}}}$$

a) Die Radialbeschleunigung des Fahrgastes beträgt $6,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

b) Die auf ihn wirkende Radialkraft beträgt 396 N.

c) Die Ketten bilden mit der Vertikalen einen Winkel von 34° , und die Zugkraft, die sie aufbringen müssen, beträgt 720 N (Bild 15).

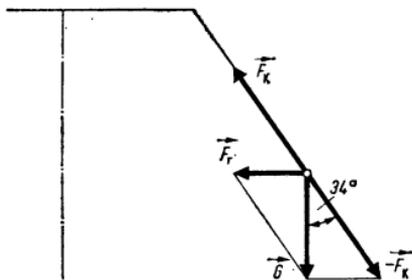


Bild 15 zu Aufgabe 100

101 Im Bild 16 sind Koordinatensysteme zusammengestellt, wobei einige Funktionen bereits grafisch dargestellt sind.

a) Um welche Bewegungsarten handelt es sich in den Fällen 1 bis 3?

b) Skizzieren Sie den Verlauf der Kurven, die noch nicht eingezeichnet sind!

102 Mit welcher Kraft wird ein Kosmonaut in den Sitz gedrückt:

a) vor dem Start,

b) während des senkrechten Starts, falls $a = 60 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$),

c) während seiner Bewegung auf einer Kreisbahn um die Erde?

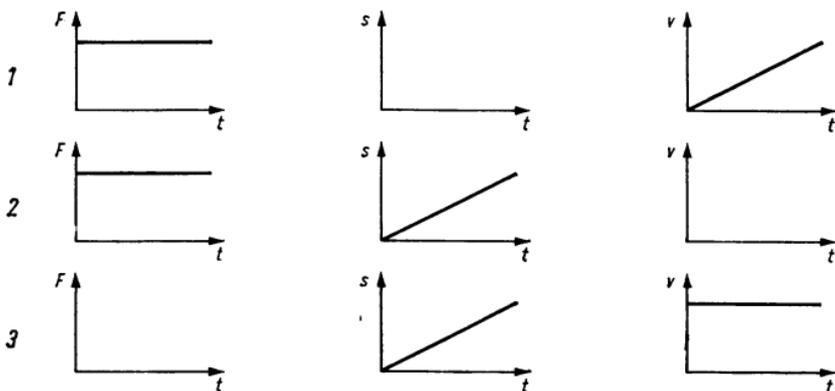


Bild 16 zu Aufgabe 101

1.5. Gravitation

↗ LB Kl. 9, S. 147, Aufg. 111 bis 116

- 103** Zwei Schüler diskutieren darüber, ob die Mannschaft eines Weltraumschiffes beim Flug unter den Bedingungen der Gewichtlosigkeit z. B. Nüsse mit einem Hammer zerschlagen könnte. Der eine Schüler meint, daß das Zuschlagen mit einem Hammer genauso erfolgreich wäre wie das Zuschlagen mit einer Vogelfeder, da beide gewichtslos seien.

Wie würden Sie diskutieren?

↗ LB Kl. 9, S. 147, Aufg. 117

- 104** Wir denken uns eine Stelle im Weltraum, an der Wasser in einem geschlossenen Gefäß nichts wiegt.

a) Wo bzw. unter welchen Bedingungen kann das der Fall sein?

b) Was geschieht, wenn man dort eine Bleikugel und einen Tischtennisball vorsichtig „unter Wasser“ taucht und dann losläßt?

- 105** In einem Lagerraum befinden sich verschiedene Gegenstände. Trotz der Gravitationskraft, die sie aufeinander ausüben, nähern sie sich nicht. Warum?

- *106** Vergleichen Sie die Gravitationskraft zwischen zwei Gegenständen mit der Reibungskraft beim Gleiten dieser Gegenstände! Setzen Sie für die Körper angenommene Werte ein und lösen Sie die Aufgabe, die Sie sich selbst erdacht haben!

↗ LB Kl. 9, S. 147, Aufg. 118 und 119

- 107** In der populärwissenschaftlichen Literatur findet man Vorschläge, wie die Gravitation ausgenutzt werden könnte, um mit wenig Energieaufwand große Transporte durchführen zu können.

Beispielsweise könnte ein geradliniger Tunnel zwischen weit entfernten Industriezentren durch die Erde gegraben werden. Wenn keine Reibung vorhanden wäre, könnte ein Schienenfahrzeug ohne Antrieb von A nach B (Bild 17) gelangen.

- a) Beschreiben Sie diese Bewegung des Schienenfahrzeuges von A über C nach B möglichst genau (beschleunigende Komponente der Gewichtskraft, Beschleunigung, Geschwindigkeit, potentielle bzw. kinetische Energie in den Punkten A, C und B)!
- b) Welche Schwierigkeiten würden sich für die praktische Nutzung des Tunnels ergeben, falls er überhaupt gebaut werden könnte?

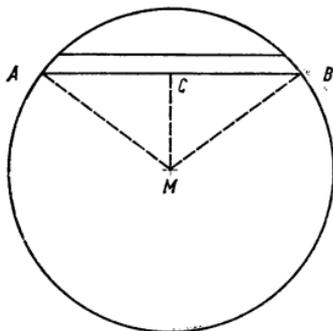


Bild 17 zu Aufgabe 107

● Meteorit



Bild 18 zu Aufgabe 110

- *108** Welchen Abstand von der Erdoberfläche muß ein Körper haben, wenn seine Gewichtskraft nur noch $\frac{1}{4}$ des Wertes auf der Erdoberfläche betragen soll?

Vorüberlegung: In der Höhe h soll $G_h = \frac{1}{4} G_0$ gelten. Nach dem Gravitationsgesetz $F = \gamma \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ gilt $F \sim \frac{1}{r^2}$ oder $F \cdot r^2 = \text{konstant}$. Man kann damit den Ansatz $G_0 \cdot r_0^2 = G_h \cdot r_h^2$ aufstellen und darin G_h durch $\frac{1}{4} G_0$ ersetzen.

- *109** Aus $F = \gamma \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ folgt $F \sim \frac{1}{r^2}$. Überdenken Sie diesen Zusammenhang, und schreiben Sie dann auf, wie hoch ein Körper über der Erdoberfläche sein muß, damit seine Gewichtskraft auf $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{900}$, $\frac{1}{n}$ des Wertes an der Erdoberfläche abgesunken ist (Erdradius: r_E)!

- 110** Ein Meteorit nähert sich mit hoher Geschwindigkeit dem Mond (Bild 18) und würde ihn auf geradliniger Bahn passieren, wenn es die Gravitationskraft nicht gäbe. Skizzieren Sie jeweils eine mögliche Bahn für den Fall, daß

a) der Meteor sich am Mond vorbeibewegt,

b) der Meteor auf dem Mond auftrifft!

Überdenken Sie anschließend auch einmal, wie sich die Bahngeschwindigkeit des Meteoriten in den von Ihnen skizzierten Fällen in Abhängigkeit von der Zeit ändert.

↗ LB Kl. 9, S. 148, Aufg. 120

- 111** Berechnen Sie aus dem Äquatorradius $r_A = 6,38 \cdot 10^6$ m und der Erdmasse

$$m_E = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg} \text{ die Fallbeschleunigung } g_A \text{ am Äquator } \left(\gamma = \frac{6,67 \text{ N} \cdot \text{m}^2}{10^{11} \text{ kg}^2} \right)!$$

Vorüberlegung: Für jeden Körper auf der Erde ist seine Gewichtskraft etwa gleich der Gravitationskraft.

- 112** Die Erde führt eine in guter Näherung gleichförmige Kreisbewegung um die Sonne aus.

Ihre Bahngeschwindigkeit ist dabei $30 \frac{\text{km}}{\text{s}}$, der Radius der Bahn beträgt $150 \cdot 10^6$ km,

$$\gamma = \frac{6,7 \text{ N} \cdot \text{m}^2}{10^{11} \text{ kg}^2}.$$

Ermitteln Sie die Masse der Sonne in einer Überschlagsrechnung!

Vorüberlegung: Die Radialkraft für die Kreisbewegung der Erde ist die Gravitationskraft zwischen Erde und Sonne; es gilt also $F_r = F_{\text{Grav}}$, oder $m_E \cdot \frac{v^2}{r} = \gamma \cdot \frac{m_E \cdot m_S}{r^2}$. Daraus läßt sich die Masse m_S der Sonne ermitteln.

- 113** Die Masse der Sonne beträgt $m_S = 1,99 \cdot 10^{30}$ kg, ihr Halbmesser 695300 km.

Wie groß ist die Schwerebeschleunigung g_S an der Sonnenoberfläche $\left(\gamma = \frac{6,67 \text{ N} \cdot \text{m}^2}{10^{11} \text{ kg}^2} \right)$?

Vorüberlegung: Für jeden Körper auf der Sonnenoberfläche gilt Gewichtskraft = Gravitationskraft, also $m \cdot g_S = \gamma \cdot \frac{m \cdot m_S}{r_S^2}$.

Daraus kann g_S berechnet werden.

↗ LB Kl. 9, S. 148, Aufg. 121 bis 126

- *114** Für den Einsatz von Nachrichtensatelliten ist es günstig, wenn diese die gleiche Umlaufzeit wie jeder Punkt der Erde bei der Erdrotation haben.

Welche Entfernung von der Erde muß ein solcher Satellit haben, wenn er über einem

Punkt des Äquators stillzustehen scheint? (Erdradius $r_E = 6380$ km; $\gamma = \frac{6,67 \text{ N} \cdot \text{m}^2}{10^{11} \text{ kg}^2}$;

$$m_E = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg})$$

Vorüberlegung: Für die Kreisbewegung des Satelliten gilt, daß die Radialkraft gleich der Gravitationskraft ist. Außerdem ist seine Umlaufzeit bekannt; sie muß wie die der Erde etwa einen Tag betragen. Die Höhe h des Satelliten ist $r_S - r_E$, wobei r_S der Abstand des Satelliten vom Erdmittelpunkt ist.

Gegeben:

$$r_E = 6380 \text{ km}$$

$$\gamma = \frac{6,67 \text{ N} \cdot \text{m}^2}{10^{11} \text{ kg}^2}$$

$$T \approx 1 \text{ d}$$

$$m_E = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

Gesucht:

$$h = r_S - r_E$$

Lösung:

$$F_r = F_{Gr}$$

$$m_S \cdot \frac{v^2}{r_S} = \gamma \cdot \frac{m_S \cdot m_E}{r_S^2} \quad | : m_S$$

$$\frac{v^2}{r_S} = \gamma \cdot \frac{m_E}{r_S^2} \quad | v = \frac{2\pi \cdot r_S}{T}$$

$$\frac{4\pi^2 \cdot r_S^3}{T^2 \cdot r_S} = \gamma \cdot \frac{m_E}{r_S^2}$$

$$\frac{4\pi^2}{T^2} \cdot r_S = \gamma \cdot \frac{m_E}{r_S^2} \quad | : \frac{4\pi^2}{T^2 \cdot r_S^2}$$

$$r_S^3 = \frac{\gamma \cdot m_E \cdot T^2}{4\pi^2}$$

$$r_S = \sqrt[3]{\frac{\gamma \cdot m_E \cdot T^2}{4\pi^2}}$$

$$r_S = \sqrt[3]{\frac{6,67 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot 1 \text{ d}^2}{10^{11} \text{ kg}^2 \cdot 4\pi^2}}$$

$$\underline{\underline{r_S = 42200 \text{ km}}}$$

$$h = r_S - r_E$$

$$\underline{\underline{h \approx 35800 \text{ km}}}$$

Der Satellit muß etwa 36000 km über dem Äquator stehen.

*115 Vergleichen Sie die Masse m_S der Sonne mit der Masse m_E der Erde!

Die Umlaufzeit der Erde um die Sonne beträgt 365,24 Tage, die Entfernung zwischen Erde und Sonne $r_{ES} = 149,5 \cdot 10^6 \text{ km}$ und der Erdradius $r_E = 6378 \text{ km}$.

Vorüberlegung: Bei der Bewegung der Erde um die Sonne gilt die Gleichung $F_r = F_{Gr}$, also

$$m_E \cdot \frac{v^2}{r_{ES}} = \gamma \cdot \frac{m_E \cdot m_S}{r_{ES}^2}$$

Daraus ließe sich m_S berechnen, aber γ ist nicht gegeben und nur das Verhältnis $\frac{m_S}{m_E}$

gesucht. m_E kann mit Hilfe der Beziehung $F_{Gr} = G$ ermittelt werden, die für jeden Körper auf der Erdoberfläche gilt.

Gegeben:

$$T = 365,24 \text{ d}$$

$$r_{ES} = 149,5 \cdot 10^6 \text{ km}$$

$$r_E = 6378 \text{ km}$$

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Lösung:

$$F_r = F_{Gr} \text{ (für Bewegung Erde um Sonne)}$$

$$m_E \cdot \frac{v^2}{r_{ES}} = \gamma \cdot \frac{m_E \cdot m_S}{r_{ES}^2}; \quad v = \frac{2\pi}{T} \cdot r_{ES}$$

$$\text{Für } v^2 \text{ ist } \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot r_{ES}^2 \text{ einzusetzen:}$$

Gesucht:

$$\frac{m_S}{m_E} = \frac{4 \pi^2}{T^2} \cdot r_{ES} = \gamma \cdot \frac{m_S}{r_{ES}^2} \quad \left| \cdot \frac{r_{ES}^3}{\gamma} \right.$$

$$m_S = \frac{4 \pi^2 \cdot r_{ES}^3}{T^2 \cdot \gamma} \quad (1)$$

$F_{Gr} = G$ (für Körper auf der Erde)

$$\gamma \cdot \frac{m \cdot m_E}{r_E^2} = m \cdot g \quad \left| \cdot \frac{r_E^2}{\gamma \cdot m} \right.$$

$$m_E = \frac{g \cdot r_E^2}{\gamma} \quad (2)$$

Gleichung (1) durch Gleichung (2) dividieren:

$$\frac{m_S}{m_E} = \frac{4 \pi^2 \cdot r_{ES}^3 \cdot \gamma}{T^2 \cdot \gamma \cdot g \cdot r_E^2}$$

$$\frac{m_S}{m_E} \approx 332000$$

Die Masse der Sonne ist etwa 332000 mal so groß wie die Masse der Erde.

1.6. Komplexaufgaben

- 116** Ein Güterzug wird 100 m vor einem auf „Halt“ stehenden Signal gleichmäßig mit $0,2 \frac{m}{s^2}$ gebremst. Der Aufenthalt vor dem Signal dauert 75 s. Danach wird er mit $0,15 \frac{m}{s^2}$ gleichmäßig beschleunigt und erreicht eine Geschwindigkeit von $38 \frac{km}{h}$. Mit dieser Geschwindigkeit wird die Fahrt fortgesetzt.

Berechnen Sie

- die Bremszeit vor dem Signal,
- die Zeit vom Beginn der Beschleunigung bis zum Erreichen der Geschwindigkeit von $38 \frac{km}{h}$,
- die gesamte Zeit, die vom Bremsbeginn bis zum Erreichen der Geschwindigkeit von $38 \frac{km}{h}$ vergeht und
- den dabei zurückgelegten Weg!

Vorüberlegung: Bei der Lösung dieser Aufgabe sind das Weg-Zeit-Gesetz und das Geschwindigkeit-Zeit-Gesetz der gleichmäßig beschleunigten Bewegung zu verwenden. Für die Verzögerung gelten die Vorüberlegungen von Aufgabe 24.

Gegeben:

$$s_1 = 100 \text{ m}$$

$$a_1 = 0,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$t_2 = 75 \text{ s}$$

$$a_2 = 0,15 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$v = 38 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Gesucht:

$$t_1$$

$$t_3$$

$$t$$

$$s$$

a) **Lösung:**

$$s_1 = \frac{a_1}{2} \cdot t_1^2 \quad | : \frac{a_1}{2}$$

$$t_1^2 = \frac{2 s_1}{a_1}$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2 s_1}{a_1}}$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 100 \text{ m} \cdot \text{s}^2}{0,2 \text{ m}}}$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{200 \text{ s}^2}{0,2}}$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2000 \text{ s}^2}{2}}$$

$$t_1 = \sqrt{1000 \text{ s}^2}$$

$$t_1 = \sqrt{10} \cdot \sqrt{100} \cdot \sqrt{\text{s}^2}$$

$$t_1 = 3,16 \cdot 10 \cdot \text{s}$$

$$\underline{\underline{t_1 = 31,6 \text{ s}}}$$

Die Bremszeit beträgt 31,6 s.

b) **Lösung:**

$$v = a_2 \cdot t_3 \quad | : a_2$$

$$t_3 = \frac{v}{a_2}$$

$$t_3 = \frac{38 \text{ km} \cdot \text{s}^2}{\text{h} \cdot 0,15 \text{ m}}$$

$$t_3 = \frac{38\,000 \text{ m} \cdot \text{s}^2}{3600 \text{ s} \cdot 0,15 \text{ m}}$$

$$t_3 = \frac{380 \text{ s}}{5,4}$$

$$\underline{\underline{t_3 = 70,4 \text{ s}}}$$

Während des Beschleunigens vergeht eine Zeit von 70,4 s.

c) **Lösung:**

$$t = t_1 + t_2 + t_3; t_1 = \sqrt{\frac{2 s_1}{a_1}}; t_2 = 75 \text{ s}; t_3 = \frac{v}{a_2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2s_1}{a_1}} + 75 \text{ s} + \frac{v}{a_2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 100 \text{ m} \cdot \text{s}^2}{0,2 \text{ m}}} + 75 \text{ s} + \frac{38 \text{ km} \cdot \text{s}^2}{h \cdot 0,15 \text{ m}}$$

$$t = \sqrt{1000 \text{ s}^2} + 75 \text{ s} + \frac{38\,000 \text{ m} \cdot \text{s}^2}{3600 \text{ s} \cdot 0,15 \text{ m}}$$

$$t = 31,6 \text{ s} + 75 \text{ s} + 70,4 \text{ s}$$

$$t = \underline{\underline{177 \text{ s}}}$$

Die Gesamtzeit beträgt 177 s.

d) Lösung:

$$s = s_1 + s_2 + s_3; \quad s_1 = 100 \text{ m}; \quad s_2 = 0; \quad s_3 = \frac{v^2}{2 a_2}$$

$$s = 100 \text{ m} + 0 + \frac{v^2}{2 a_2}$$

$$s = 100 \text{ m} + \frac{(38 \text{ km})^2 \cdot \text{s}^2}{h^2 \cdot 2 \cdot 0,15 \text{ m}}$$

$$s = 100 \text{ m} + \frac{38\,000 \text{ m} \cdot 38\,000 \text{ m} \cdot \text{s}^2}{3600 \text{ s} \cdot 3600 \text{ s} \cdot 0,3 \text{ m}}$$

$$s = 100 \text{ m} + \frac{144\,400 \text{ m}}{390}$$

$$s = 100 \text{ m} + 371 \text{ m}$$

$$s = \underline{\underline{471 \text{ m}}}$$

Vom Beginn des Bremsens bis zum Erreichen der geforderten Geschwindigkeit wird ein Weg von 471 m zurückgelegt.

- 117** Der Geschwindigkeitsabfall eines Geschosses wird durch den Machschen Kegel bestimmt. Man mißt am Anfang einer 500 m langen, etwa waagerechten Flugbahn einen Kegelöffnungswinkel von 54 Grad, am Ende einen Winkel von 57 Grad. Wie groß ist die Geschwindigkeit jeweils an den Meßstellen? Welcher Geschwindigkeitsabfall tritt auf?
- 118** Zur Bestimmung der Geschwindigkeit wird durch 2 auf einer Achse im Abstand von 1 m starr befestigten Scheiben, die mit $\frac{1200}{\text{min}}$ rotieren, hindurchgeschossen. Die beiden Durchschußstellen sind um 8 Grad gegeneinander versetzt. Wie groß war die Geschwindigkeit des Geschosses?

- 119** Bei der Maschinenpistole MPiK beträgt die Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 715 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, die Geschoßmasse $m = 7,9 \text{ g}$ und die Lauflänge $s = 41,5 \text{ cm}$. Berechnen Sie
- die mittlere Kraft der Pulvergase,
 - die Mündungsenergie (kinetische Energie des Geschosses beim Verlassen des Laufs) und
 - die Leistung bei einem Schuß!

- 120** Das sowjetische Strahlverkehrsflugzeug Tu-134 wird 20 s mit $4,45 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ gleichmäßig beschleunigt. Die Masse des Flugzeugs beträgt 40000 kg. Berechnen Sie die kinetische Energie, die dieses Mittelstreckenverkehrsflugzeug nach der Beschleunigung besitzt!
Vorüberlegung: Bei der Lösung dieser Aufgabe sind das Geschwindigkeit-Zeit-Gesetz der gleichmäßig beschleunigten Bewegung und die Gleichung für die Berechnung der kinetischen Energie zu verwenden.

Gegeben:

$$m_1 = 40000 \text{ kg}$$

$$t = 20 \text{ s}$$

$$a = 4,45 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Gesucht:

$$W_{\text{kin}}$$

Lösung:

$$W_{\text{kin}} = \frac{m_1}{2} \cdot v^2; \quad v = a \cdot t$$

Für v^2 wird $a^2 \cdot t^2$ eingesetzt:

$$W_{\text{kin}} = \frac{m_1 \cdot a^2 \cdot t^2}{2}$$

$$W_{\text{kin}} = \frac{20000 \text{ kg} \cdot (4,45 \text{ m/s}^2)^2 \cdot (20 \text{ s})^2}{(s^2)^2}$$

$$W_{\text{kin}} = \frac{20000 \text{ kg} \cdot 19,80 \text{ m}^2 \cdot 400}{s^2}$$

$$W_{\text{kin}} = 158000000 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{s^2}$$

$$\underline{\underline{W_{\text{kin}} = 1,58 \cdot 10^8 \text{ Nm}}}$$

Nach der Beschleunigung beträgt die kinetische Energie $1,58 \cdot 10^8 \text{ Nm}$.

↗ LB Kl. 9, S. 145, Aufg. 88 und 89

- *121** Zur Bestimmung des Luftwiderstands, der auf eine 152 mm-Granate ($m = 43,56 \text{ kg}$) kurz nach dem Abschub wirkt, wurde an zwei Stellen der Schußbahn, die 100 m voneinander entfernt waren, die Geschwindigkeit der Granate gemessen.

Wie groß war der Luftwiderstand, wenn $v_1 = 600 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ und $v_2 = 595 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ermittelt wurde?

Vorüberlegung: Es wird angenommen, daß die bewegungsverzögernde Kraft F (Luftwiderstand) längs des Weges s konstant ist. Die Differenz der kinetischen Energien der Granate wird für die Verrichtung der Reibungsarbeit $F \cdot s$ benötigt. Aus $\Delta W_{\text{kin}} = F \cdot s$ kann F ermittelt werden.

Gegeben:

$$v_1 = 600 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_2 = 595 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$s = 100 \text{ m}$$

Gesucht:

F

Lösung:

$$F \cdot s = \Delta W_{\text{kin}}$$

$$\Delta W_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2$$

$$F \cdot s = \frac{1}{2} \cdot m (v_1^2 - v_2^2)$$

$$F = \frac{m}{2s} (v_1^2 - v_2^2)$$

$$F = \frac{43,56 \text{ kg}}{200 \text{ m}} (600^2 - 595^2) \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$\underline{\underline{F \approx 1300 \text{ N}}}$$

Der Luftwiderstand betrug 1300 N.

↗ LB KI. 9, S, 148, Aufg. 130, 131, 135

2. Elektrizitätslehre

2.1. Elektrisches Feld

↗ LB Kl. 9, S. 150, Aufg. 136, 138, 139, 154 bis 156

- 122** Mit Hilfe eines Bandgenerators werden eine Kondensatorplatte und eine frei hängende Kugel elektrisch ungleichartig aufgeladen. Von einer bestimmten Ladung an bewegt sich die Kugel auf die Platte zu (Bild 19), bis sie schließlich an die Platte schlägt. Geben Sie übersichtlich die dabei auftretenden Energieumwandlungen unter Beachtung des Satzes von der Erhaltung der Energie an!

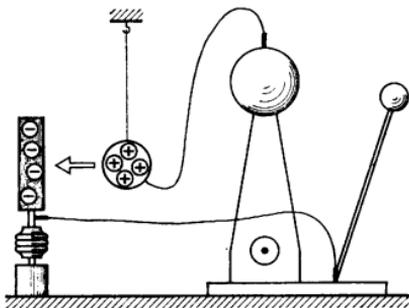


Bild 19 zu Aufgabe 122

↗ LB Kl. 9, S. 150, Aufg. 140, 141

- 123** Eine Weihnachtsbaumkugel wird mit einem Bandgenerator elektrisch negativ aufgeladen. Nach dem Aufladen besitzt sie eine Ladung von 10^{-8} C. Nun wird die aufgeladene Kugel mit einer zweiten ungeladenen und gleich großen Kugel berührt. Wieviel Elektronen befinden sich nach dem Berühren auf jeder Kugel?
- 124** Ein Plattenkondensator, der aus zwei Metallplatten im Abstand von 20 cm aufgebaut wurde, wird mit einer Spannung von 400 V aufgeladen.
- Ermitteln Sie eine allgemeine Gleichung für die elektrische Feldstärke zwischen den Kondensatorplatten in Abhängigkeit von der angelegten Spannung!
 - Berechnen Sie den Betrag der elektrischen Feldstärke mit den angegebenen Werten!

Vorüberlegung: In der Definitionsgleichung für die elektrische Feldstärke ist für die Ladung des Probekörpers ein äquivalenter Ausdruck einzusetzen, den man aus der Definitionsgleichung für die Spannung erhält. Man beachte, daß diese hergeleitete Gleichung nur für das Feld im Innenraum eines Plattenkondensators gilt, da dort die Feldstärke an allen Punkten gleich ist.

Zu a) allgemeine Lösung:

$$E = \frac{F}{Q} \quad (1)$$

$$U = \frac{W}{Q} \quad | \cdot Q$$

$$W = U \cdot Q \quad | : U$$

$$Q = \frac{W}{U}$$

in (1) einsetzen:

$$E = \frac{F \cdot U}{W} \quad \left| \begin{array}{l} W = F \cdot s \\ \hline \end{array} \right.$$

$$E = \frac{F \cdot U}{F \cdot s}$$

$$E = \frac{U}{s}$$

Zu b) spezielle Lösung

Gegeben:

$$U = 400 \text{ V}$$

$$s = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

Gesucht:

E

Lösung:

$$E = \frac{U}{s}$$

$$E = \frac{400 \text{ V}}{0,2 \text{ m}}$$

$$E = 2000 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

Die elektrische Feldstärke zwischen den Kondensatorplatten beträgt $2000 \frac{\text{V}}{\text{m}}$.

- 125** Im Innenraum zwischen zwei Kondensatorplatten wird eine elektrische Feldstärke von $400 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ gemessen. Der Abstand der Kondensatorplatten beträgt 15 cm. Mit welcher Spannung wurde der Plattenkondensator aufgeladen?
- 126** Welche Kraft wirkt auf ein Elektron, das sich in einem elektrischen Feld mit der Feldstärke von $1000,0 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ befindet?

Elektrizitätslehre

Gegeben:

$$Q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$E = 1000,0 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

Gesucht:

F

Lösung:

$$E = \frac{F}{Q} \quad | \cdot Q$$

$$F = E \cdot Q$$

$$F = \frac{1000,0 \text{ V} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{\text{m}}$$

$$F = \frac{1,6 \cdot 10^{-16} \cdot \text{V} \cdot \text{A} \cdot \text{s}}{\text{m}}$$

$$F = \frac{1,6 \cdot 10^{-16} \text{ Nm}}{\text{m}}$$

$$\underline{\underline{F = 1,6 \cdot 10^{-16} \text{ N}}}$$

Auf das Elektron wirkt eine Kraft von $1,6 \cdot 10^{-16} \text{ N}$.

- *127** Welche Beschleunigung erfährt ein Elektron in Feldlinienrichtung, wenn es sich in einem elektrischen Feld mit einer Feldstärke von $2000,0 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ befindet?

- 128** Zwei Kondensatorplatten befinden sich in einem Abstand von 10 cm. Mit welcher Spannung wurden sie aufgeladen, wenn auf ein Proton im Innenraum zwischen den Kondensatorplatten eine Kraft von 10^{-15} N wirkt?

Vorüberlegung: Die Kraft auf ein Proton im Innenraum zwischen zwei Kondensatorplatten wird verursacht durch die elektrische Feldstärke. Diese Feldstärke wird hervorgerufen durch die Spannung, bei der die Kondensatorplatten aufgeladen worden sind ($U = \frac{W}{Q}$).

Die Verschiebungsarbeit ist dabei die am Proton zwischen den Kondensatorplatten verrichtete Arbeit.

Gegeben:

$$s = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

$$F = 1 \cdot 10^{-15} \text{ N}$$

$$Q = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}$$

Gesucht:

U

Lösung:

$$U = \frac{W}{Q}; \quad W = F \cdot s$$

$$U = \frac{F \cdot s}{Q}$$

$$U = \frac{1 \cdot 10^{-15} \text{ N} \cdot 0,1 \text{ m}}{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}}$$

$$U = \frac{1 \cdot 10^3 \text{ Nm}}{1,602 \text{ As}}$$

$$U = \frac{1 \cdot 10^3 \text{ V} \cdot \text{A} \cdot \text{s}}{1,602 \text{ As}}$$

$$\underline{\underline{U \approx 620 \text{ V}}}$$

Die Kondensatorplatten wurden bei einer Spannung von 620 V aufgeladen.

↗ LB Kl. 9, S. 151, Aufg. 151, 142

- 129** Ein Tauchsieder mit einer Leistung von 800 W wird 10 min lang betrieben (Betriebsspannung 220 V). Wie groß ist die während dieser Zeit transportierte Ladung?

Vorüberlegung: Bei konstanter Stromstärke ist die transportierte Ladung abhängig von der Zeit ($Q = f(t) = I \cdot t$). Die Stromstärke kann man aus der Leistung des Tauchsieders und der Betriebsspannung ermitteln ($P = U \cdot I$).

Gegeben:

$$U = 220 \text{ V}$$

$$P = 800 \text{ W}$$

$$t = 10 \text{ min}$$

Lösung:

$$Q = I \cdot t \quad (1)$$

$$P = U \cdot I \quad | : U$$

$$\frac{P}{U} = I$$

Gesucht:

Q

in (1) einsetzen:

$$Q = \frac{P}{U} \cdot t$$

$$Q = \frac{800 \text{ W} \cdot 10 \text{ min}}{220 \text{ V}}$$

$$Q = \frac{800 \cdot \text{V} \cdot \text{A} \cdot 600 \cdot \text{s}}{220 \text{ V}}$$

$$\underline{\underline{Q = 2180 \text{ As}}}$$

Die transportierte Ladung beträgt 2180 As = 2180 C.

↗ LB Kl. 9, S. 150, Aufg. 137

- 130** Ein Raumheizlüfter aus dem VEB Elektroinstallation Sonneberg wird bei einer Leistung von 1000 W eine halbe Stunde lang in Betrieb genommen (Betriebsspannung 220 V).

- Welche Kosten entstehen für die in Wärmeenergie umgewandelte Elektroenergie, wenn eine Kilowattstunde 0,08 M kostet? (Die Grundgebühr ist nicht zu berücksichtigen.)
- Zu welchen Tageszeiten sollten derartige Haushaltsgeräte nicht betrieben werden? Begründen Sie!
- Wie groß ist die während dieser Zeit transportierte elektrische Ladung?

↗ LB Kl. 9, S. 150, Aufg. 143

- 131** Zeichnen Sie für folgende Anordnungen die entsprechenden Feldlinienbilder!

- Feld zweier ungleichartig geladener Kugeln;
- Feld zwischen einer elektrisch negativ geladenen Kugel, die sich im Mittelpunkt einer elektrisch positiv geladenen Hohlkugel befindet, und dieser Hohlkugel

↗ LB Kl. 9, S. 150, Aufg. 144

- 132** Stellen Sie den funktionalen Zusammenhang zwischen Spannung und Ladung $Q = f(U)$ an einem Kondensator mit einer Kapazität von $4 \mu\text{F}$ in einem Diagramm für die Spannungen 30 V, 60 V, 90 V, 120 V und 150 V dar! Welche Größe wird durch den Anstieg der erhaltenen Funktionskurve charakterisiert?

↗ LB Kl. 9, S. 150, Aufg. 146

- 133** Drei Schülergruppen (A, B und C) haben jeweils in einem Experiment für einen bestimmten Kondensator den Zusammenhang zwischen Spannung und Ladung in einem U - Q -Diagramm dargestellt (Bild 20). Wie groß ist jeweils die Kapazität des Kondensators, der von einer Schülergruppe verwendet wurde?

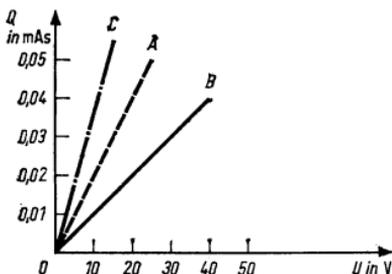


Bild 20 zu Aufgabe 133

↗ LB Kl. 9, S. 150, Aufg. 147

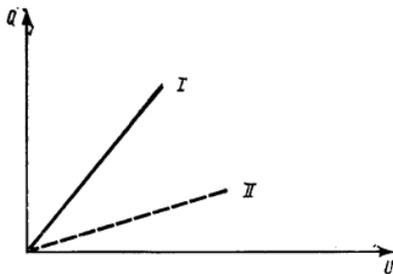


Bild 21 zu Aufgabe 134

- 134** In einem U - Q -Diagramm wurde der Zusammenhang zwischen Spannung und Ladung für 2 Kondensatoren qualitativ (ohne Beachtung bestimmter Meßwerte) dargestellt (Bild 21). Welche Gerade (I oder II) gehört zum Kondensator mit der größeren Kapazität? Begründen Sie!
- 135** Fünf Kondensatoren haben die folgenden Kapazitäten: $C_1 = 1000 \text{ pF}$; $C_2 = 0,2 \text{ nF}$; $C_3 = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$; $C_4 = 4000 \text{ nF}$; $C_5 = 8 \text{ }\mu\text{F}$. Vergleichen Sie diese Kapazitäten miteinander, indem Sie unter Verwendung des Ungleichheitszeichens diese der Reihe nach geordnet niederschreiben, links mit der größten Kapazität beginnend!
- 136** Wie groß ist die durchschnittliche Stärke des Stromes, der von einem Kondensator mit einer Kapazität von 100 pF abfließt, wenn er bei einer Spannung von 100 V aufgeladen wurde und die Spannung innerhalb von 10 s auf 20 V zurückgeht?

Vorüberlegung: Der abfließende Strom ist nicht konstant, sondern ändert seine Stärke in

Abhängigkeit von der Zeit: $I = f(t)$; $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$. Die Änderung der Ladung des gegebenen

Kondensators ist aber abhängig von der Änderung der Spannung an diesem Kondensator: $\Delta Q = C \cdot \Delta U$.

Gegeben:

$$C = 100 \text{ pF}$$

$$U_{\text{max}} = 100 \text{ V}$$

$$U_{\text{end}} = 20 \text{ V}$$

$$\Delta t = 10 \text{ s}$$

Gesucht:

I

Lösung:

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad (1)$$

$$Q = C \cdot U$$

$$\Delta Q = C \cdot \Delta U$$

in (1) einsetzen:

$$I = \frac{C \cdot \Delta U}{\Delta t}$$

$$I = \frac{100 \text{ pF} \cdot (100 \text{ V} - 20 \text{ V})}{10 \text{ s}}$$

$$I = \frac{100 \cdot 10^{-12} \cdot \text{As} \cdot 80 \cdot \text{V}}{10 \text{ s} \cdot \text{V}}$$

$$I = 0,8 \cdot 10^{-9} \text{ A}$$

$$\underline{\underline{I = 0,8 \cdot 10^{-3} \mu\text{A}}}$$

Die durchschnittliche Stärke des abfließenden Stromes beträgt $0,8 \cdot 10^{-3} \mu\text{A}$.

- 137** Ein im VEB Kondensatorwerk Gera gefertigter Elektrolytkondensator hat eine Kapazität von $1 \mu\text{F}$ und wurde bei einer Spannung von 150 V aufgeladen. Wie groß ist die durchschnittliche Stärke des abfließenden Stromes, wenn die Spannung innerhalb von 2 s auf 30 V absinkt?
- 138** Ein Braunsch'sches Elektroskop hat eine Kapazität von 16 pF . Bei einer Spannung von 40 V ist deutlich ein Ausschlag des Zeigers zu erkennen. Wieviel Elektronen bewirken diesen Ausschlag?
- 139** Ein Kondensator mit einer Kapazität von $8 \mu\text{F}$ wird mit einer Spannung von 300 V aufgeladen. Welche Ladung hat er gespeichert?
↗ LB Kl. 9, S. 150, Aufg. 145, 150
- 140** Welche Kapazität hat ein Metall-Papier-Kondensator, der bei einer Spannung von 160 V eine Ladung von $6,4 \cdot 10^{-3} \text{ C}$ speichert?
- 141** Bei welcher Spannung muß ein Metall-Papier-Kondensator mit einer Kapazität von $20 \mu\text{F}$ aufgeladen werden, um die Ladung 10^{-3} C zu speichern?
- 142** An einem Kondensator wird
 a) nur die Fläche vergrößert,
 b) nur der Abstand der Platten vergrößert.
 Beschreiben Sie die Veränderung der Kapazität des Kondensators in Abhängigkeit von den genannten Größen, indem Sie das Proportionalitätszeichen verwenden! Wodurch wird die Kapazität eines Kondensators zusätzlich beeinflusst?
↗ LB Kl. 9, S. 151, Aufg. 148 und 149
- 143** Ein Kondensator, der als Dielektrikum Öl enthält, wird aufgeladen und danach von der Spannungsquelle getrennt. Das Öl wird entfernt, so daß sich Luft zwischen den Kondensatorplatten befindet. Wie ändern sich Ladung und Spannung?
↗ LB Kl. 9, S. 151, Aufg. 157, 152
- 144** Wodurch ändert man die Kapazität eines Drehkondensators?
- 145** Wickel- und Drehkondensatoren werden in elektrischen Geräten häufig verwendet. Die Werkstätten in den Betrieben VEB Kondensatorenwerk Görlitz und VEB Kondensatorenwerk Freiberg stellen diese elektrischen Bauelemente mit hoher Qualität her. Stellen Sie wesentliche Unterschiede dieser Kondensatoren in einer Tabelle übersichtlich zusammen!

Elektrizitätslehre

- 146** Elektronen werden im elektrischen Feld zwischen den Elektroden (Katode und Anode) einer Röhrendiode gleichmäßig beschleunigt. Welche Geschwindigkeit erreicht ein Elektron, wenn es in einem elektrischen Feld beschleunigt wird, das bei einer Spannung von 200 V auftritt? Die vom Feld verrichtete Arbeit soll vollständig in kinetische Energie des Elektrons umgewandelt werden.

Vorüberlegung: Durch die Energie des elektrischen Feldes, das durch eine bestimmte Spannung erzeugt wurde, wird am Elektron Arbeit verrichtet: $U = \frac{W}{Q}$; $W = U \cdot Q$.

Dieser Vorgang bewirkt ein Anwachsen der kinetischen Energie des Elektrons bis zu einem Endwert: $W = \frac{m}{2} \cdot v^2$. Wird die vom Feld verrichtete Arbeit vollständig in kinetische Energie des Elektrons umgewandelt, so ist die verrichtete Arbeit gleich dem Endwert der kinetischen Energie des Elektrons.

Gegeben:

$$U = 200 \text{ V}$$

$$Q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ As}$$

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

Gesucht:

v

Lösung:

$$W = U \cdot Q; W = \frac{m}{2} \cdot v^2$$

$$\frac{m}{2} \cdot v^2 = U \cdot Q \quad | : \frac{m}{2}$$

$$v^2 = \frac{2 \cdot U \cdot Q}{m}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot U \cdot Q}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 200 \text{ V} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ As}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 200 \cdot 1,6 \cdot 10^{19} \cdot \text{m}^2}{9,1 \cdot \text{s}^2}}$$

$$v = 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 200 \cdot 1,6}{9,1}}$$

$$v \approx 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 8,4$$

$$v \approx 8,4 \cdot 10^3 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Nebenrechnung:

$$1 \text{ VAs} = 1 \text{ Ws}$$

$$1 \text{ Ws} = 1 \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2}$$

Das Elektron erreicht eine Geschwindigkeit von $8,4 \cdot 10^3 \frac{\text{km}}{\text{s}}$.

↗ LB Kl. 9, S. 151, Aufg. 153

- 147** Welche Geschwindigkeit erreicht ein Proton, wenn es im Vakuum durch ein elektrisches Feld beschleunigt wird, das bei einer Spannung von 400 V auftritt?

2.2. Magnetisches Feld

- 148** Ergänzen Sie bei a), b), c), d) und e) die Übersicht, indem Sie Ihre Kenntnisse über Dauermagnete anwenden und mit den entsprechenden Kenntnissen über elektrisch geladene Körper vergleichen!

	Anziehungskräfte	Abstoßungskräfte
Elektrisch geladene Körper	Ungleichartig geladene Körper	Gleichartig geladene Körper
	⊕ ⊖	⊕ ⊕ ⊖ ⊖
Dauermagnete	a)	b)
	c)	d) e)

- 149** Im Bild 22 sind schematisch für unterschiedliche Polanordnungen zweier Stabmagnete die Feldlinienbilder dargestellt.
- a) Welche Pole stehen sich jeweils gegenüber?
 b) Welche Wirkung wird jeweils zwischen den Stabmagneten auftreten?

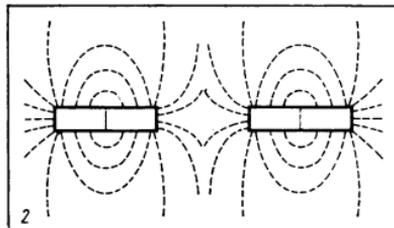
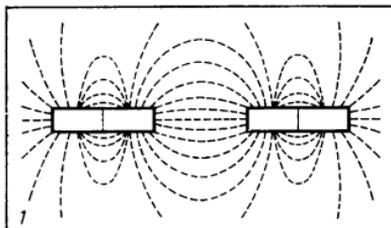


Bild 22 zu Aufgabe 149

- 150** Eine Stahlstricknadel wurde magnetisiert und an einem Baum waagrecht freibeweglich aufgehängt. Was geschieht?
 ↗ LB Kl. 9, S. 151, Aufg. 159 bis 163
- 151** Im Bild 23 sind jeweils Kraftwirkungen eines Dauermagneten denen einer stromdurchflossenen Spule gegenübergestellt. Vergleichen Sie die entsprechenden Bilder jeweils miteinander, und geben Sie die für die Fälle a bis c gewonnenen Erkenntnisse an!
- 152** Stellen Sie alle möglichen Fälle für magnetische Kraftwirkungen zusammen!
- 153** In einem Experiment soll das Verhalten stromdurchflossener elektrischer Leiter zueinander untersucht werden.
- a) Beschreiben Sie eine Experimentieranordnung!
 b) Formulieren Sie das zu erwartende Untersuchungsergebnis!
 ↗ LB Kl. 9, S. 151, Aufg. 158

Elektrizitätslehre

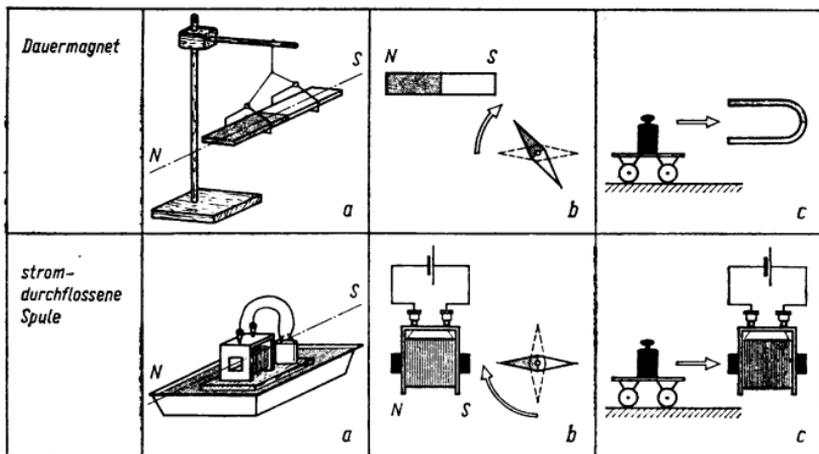


Bild 23 zu Aufgabe 151

- 154** In einem geraden Leiter (Bild 24) fließt ein konstanter elektrischer Strom. Entwickeln Sie das dazugehörige Bild des magnetischen Feldes, indem Sie einige Feldlinien zeichnen! Geben Sie den Richtungssinn der Feldlinien durch Pfeilspitzen an!

↗ LB Kl. 9, S. 152, Aufg. 165

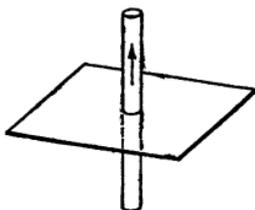


Bild 24 zu Aufgabe 154

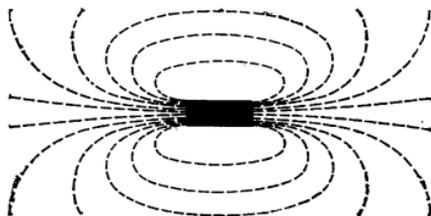


Bild 25 zu Aufgabe 155

- 155** Das Magnetfeld eines „schwarzen Kastens“ mit zunächst unbekanntem Inhalt (einer sogenannten black-box) wird mit Eisenfeilspänen nachgewiesen (Bild 25). Können Sie eindeutig aus dem Feldlinienbild auf den Inhalt des Kastens schließen? Begründen Sie Ihre Antwort!
- 156** Zeichnen Sie den Verlauf der Feldlinien zwischen den Polen der Magnete, wie sie im Bild 26 angeordnet sind!
↗ LB Kl. 9, S. 152, Aufg. 164
- 157** Schätzen Sie folgende Aussage auf ihren physikalischen Inhalt hin ein! „In unserer Umgebung existieren Körper, Felder und Feldlinien“.

158 In unserer Umwelt sind sichtbare physikalische Körper und unsichtbare physikalische Felder vorhanden.

- a) Warum zweifeln wir das Vorhandensein von elektrischen oder magnetischen Feldern nicht an, obwohl wir sie nicht sehen können?
- b) Worin besteht der Unterschied zwischen einem Feld und seinem Feldlinienbild?

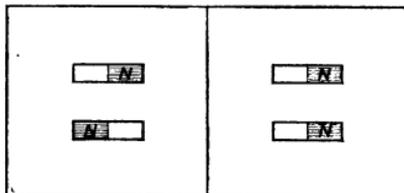


Bild 26 zu Aufgabe 156

159 Ergänzen Sie die Übersicht in den Kästchen 1 bis 4 im Bild 27, indem Sie von Ihrem Wissen über das elektrische Feld ausgehen!

Erscheinung	Wirkung	Ursache	Eigenschaft des Feldes	Art der Energieumwandlung im Feld
	<i>Bewegung der elektrisch geladenen Kugel</i>	<i>Anziehungskraft infolge des elektrischen Feldes</i>	<i>Träger von Energie</i>	<i>elektrische Feldenergie → kinetische Energie</i>
	1	2	3	4

Bild 27 zu Aufgabe 159

160 Durch welche Maßnahmen kann man das Magnetfeld einer stromdurchflossenen Spule konstanter Länge verstärken?

***161** Eine Magnetnadel befindet sich in der Nähe einer stromdurchflossenen Spule mit Eisenkern (Bild 28). Welche Felder beeinflussen die Magnetnadel im wesentlichen?

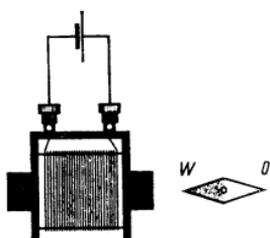


Bild 28 zu Aufgabe 161

Elektrizitätslehre

- 162** In einer Elektronenstrahlröhre, die beispielsweise in Fernsehgeräten verwendet wird, werden Elektronen in einem magnetischen Feld abgelenkt. Geben Sie für die im Bild 29 dargestellte Anordnung die Richtung der Kraft an, die auf ein Elektron wirkt!

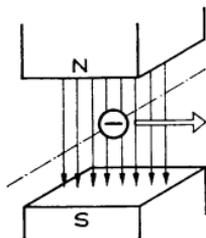


Bild 29 zu Aufgabe 162

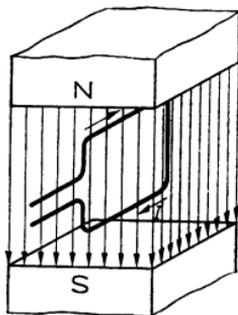


Bild 30 zu Aufgabe 165

- 163** Kann man eine elektrische Klingel statt mit Gleichstrom auch mit Wechselstrom betreiben? Begründen Sie Ihre Antwort!
 ↗ LB Kl. 9, S. 152, Aufg. 166 bis 169
- *164** Im Personenkraftwagen „Trabant 601“ aus dem VEB Sachsenring Zwickau ist ein Regler eingebaut, der wie ein elektromagnetisches Relais funktioniert. Bei stillstehendem Motor erfolgt die Stromversorgung für das Fahrzeug durch den Akkumulator, bei laufendem Motor durch die Lichtmaschine (Generator), wobei gleichzeitig der Akkumulator wieder geladen wird. Der Regler schaltet jeweils die entsprechenden Stromkreise. Entwerfen Sie dafür eine stark vereinfachte Schaltung (ohne Beachtung des Ladestromkreises), wobei für alle im Kraftfahrzeug vorhandenen elektrischen Bauelemente, die mit Strom versorgt werden müssen, eine Glühlampe verwendet werden soll!
- 165** Wodurch wird die Drehrichtung der stromdurchflossenen Leiterschleife (Bild 30) bestimmt, die sich zwischen den Polen eines Dauermagneten befindet?
- 166** Bei Gleichstrommotoren wird das magnetische Feld, in dem sich der Anker befindet, durch einen Elektromagneten erzeugt. Entwerfen Sie einen Schaltplan, in dem
 a) die Spule des Elektromagneten parallel mit dem Anker geschaltet ist,
 b) die Spule des Elektromagneten in Reihe mit dem Anker geschaltet ist!
- 167** Was geschieht, wenn man bei einem Gleichstrommotor mit einem permanenten Magnetfeld die Anschlüsse an der Spannungsquelle vertauscht?
- 168** Wodurch wird erreicht, daß eine stromdurchflossene Leiterschleife zwischen den Polen eines Dauermagneten beim Durchgang durch die Totlage ihre Drehrichtung beibehält?
- 169** Auf den Skalen der Drehspulmeßgeräte, die im Physikunterricht häufig verwendet werden, findet man ein Gleichstromzeichen, das auf die für das Gerät geeignete Stromart hinweist. Warum sind diese Meßgeräte nicht für Wechselstrom verwendbar?
 ↗ LB Kl. 9, S. 152, Aufg. 171

- 170** Entwerfen Sie in einer Skizze eine Anordnung zum Vergleichen von Stromstärken, wobei ein Hufeisenmagnet und eine Spule verwendet werden sollen!
- 171** Entwerfen Sie eine Versuchsanordnung, mit der Stromstärken verglichen werden können! Es sollen u. a. ein Eisenkörper und eine Spule verwendet werden.
↗ LB Kl. 9, S. 152, Aufg. 170
- 172** Entwickeln Sie den Schaltplan für eine Relaischaltung, nach der ein Anzeigestromkreis unterbrochen werden kann!
- 173** Entwickeln Sie den Schaltplan für eine Relaischaltung, nach der beim Schließen des Relaisstromkreises eine Alarmanlage mit einer elektrischen Klingel eingeschaltet wird!
↗ LB Kl. 9, S. 153, Aufg. 173, 172
- 174** Nach dem Beispiel einiger Krafffahrzeuge (Elektrokarren u. a.) sollen in Zukunft noch breiter Gleichstrommotoren als Antriebsmittel für „Elektro-Autos“ zum Einsatz kommen.
a) Welche wesentlichen Energieumwandlungen finden in einem „Elektro-Auto“ statt?
b) Nennen Sie einige Vorteile eines „Elektro-Autos“!

2.3. Elektromagnetische Induktion

- 175** Wieso ist es prinzipiell möglich, bei einer Straßenbahn die kinetische Energie der Wagen in elektrische Energie umzuwandeln?
- 176** Erklären Sie das allgemeine Gesetz, das der Erzeugung einer Induktionsspannung zugrunde liegt! Beschreiben Sie kurz drei Experimente zur Verwirklichung des allgemeinen Prinzips!
- 177** In einer Übersicht wird das elektromotorische Prinzip dem Generatorprinzip gegenübergestellt. Ergänzen Sie diese Übersicht in den Feldern a) bis e)!

elektrische Maschine	Motor	Generator
Energieart vor der Umwandlung	a)	b)
Prinzip der Umwandlung	Kraft auf stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld	c)
Energieart nach der Umwandlung	d)	e)

↗ LB Kl. 9, S. 154, Aufg. 178

- 178** Ein Dauermagnet befindet sich in der Nähe einer feststehenden Induktionsspule (Bild 31). Geben Sie die Achse an, bei der das Drehen des Dauermagneten um diese Achse keine Induktionsspannung hervorruft! Begründen Sie!

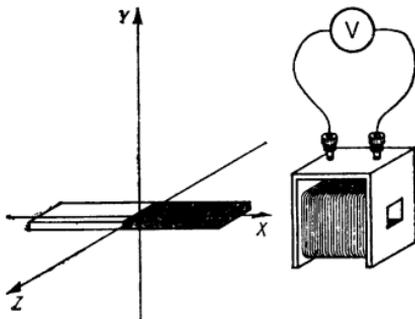


Bild 31 zu Aufgabe 178

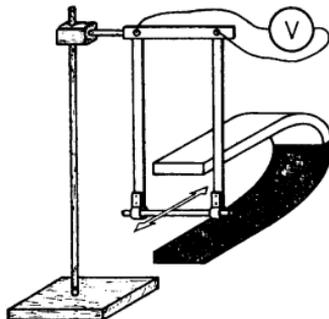


Bild 32 zu Aufgabe 180

- 179** Wodurch kann die Spannung, die in einer Spule induziert wird, vergrößert werden?
- 180** Eine „Leiterschaukel“ befindet sich im Feld eines Hufeisenmagneten (Bild 32).
- Wie müßte sich der Zeiger des an die Leiterschaukel angeschlossenen Spannungsmessers beim Schaukeln des Leiters verhalten?
 - Wodurch müßte die Leiterschleife ersetzt werden, um einen größeren Ausschlag des Zeigers am Spannungsmesser zu beobachten?
- 181** Im Bild 33 ist ein Experiment zum Erzeugen einer Induktionsspannung dargestellt. Geben Sie schrittweise die Vorgänge an, die vom Verschieben des Schiebers am Widerstand an ablaufen!

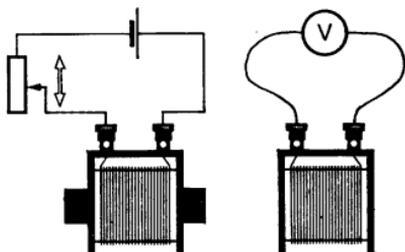


Bild 33 zu Aufgabe 181

- 182** Durch welche Maßnahmen an der Erregerspule kann man die Stärke des Magnetfeldes, das eine Induktionsspule durchsetzt, vergrößern?

- *183** Der Funkeninduktor ist ein Gerät, mit dem im Labor hohe Spannungen (bis über 100 kV) erzeugt werden können. Der Aufbau dieses Gerätes ist im Bild 34 zu erkennen. Das Gerät besteht im wesentlichen aus 4 Teilen:

1. Unterbrecher,
2. Erregerspule mit wenigen Windungen dicken Drahtes,
3. Induktionsspule mit sehr vielen Windungen dünnen Drahtes,
4. Elektroden für Funkenstrecke.

Erklären Sie, wie das Gerät prinzipiell funktioniert!

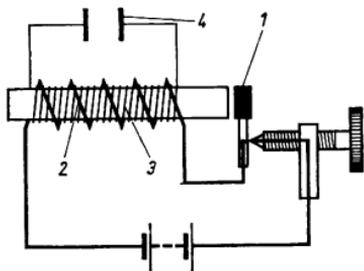


Bild 34 zu Aufgabe 183

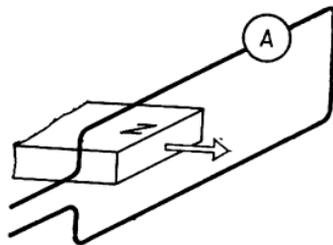


Bild 35 zu Aufgabe 187

- 184** Im Personenkraftwagen vom Typ „Wartburg 353“ aus dem VEB Automobilwerke Eisenach wird eine hohe Spannung (einige tausend Volt) benötigt, um im Zündzeitpunkt einen Zündfunken an den Elektroden der Zündkerzen in den Verbrennungsräumen des Kraftstoff-Luft-Gemisches überspringen zu lassen. Dazu werden Zündspulen und Unterbrecher verwendet, denn die Batterie liefert nur eine niedrige Gleichspannung ($U = 12 \text{ V}$). Erklären Sie das Prinzip der Erzeugung der hohen Zündspannung!
- 185** Erklären Sie, warum ein zeitlich veränderliches Magnetfeld immer mit einem elektrischen Feld verknüpft sein muß !
- 186** In einer Erregerspule befindet sich eine Induktionsspule. In der Erregerspule wird die Stromstärke gleichmäßig auf einen Maximalwert vergrößert, danach bleibt sie konstant. Stellen Sie den qualitativen Verlauf (ohne Beachtung bestimmter Meßwerte!) der Erregerstromstärke und dazu den Verlauf der Induktionsspannung in Abhängigkeit von der Zeit in einem Diagramm dar!
- 187** In der Nähe eines Stabmagneten befindet sich eine Leiterschleife (Bild 35). Der Stabmagnet wird in Richtung Leiterschleife bewegt. Nach welchem allgemeinen Satz läßt sich die Richtung des Induktionsstromes bestimmen? Nach welchem Gesetz läßt sich der Richtungssinn des Induktionsstromes ermitteln?
↗ LB Kl. 9, S. 153, Aufg. 175
- *188** Ein Tonband wird bei der Aufnahme im Rhythmus der Sprache oder der Musik unterschiedlich magnetisiert, indem ständig in diesem Rhythmus die Stärke seines Magnetfeldes geändert wird. Bei der Wiedergabe läuft das Tonband an einem Hörkopf vorbei, der im wesentlichen aus einer Spule besteht. Erklären Sie das Prinzip der Wiedergabe!

Elektrizitätslehre

- 189** Wieso kann man einen elektrodynamischen Lautsprecher auch als Mikrofon verwenden? Benutzen Sie zur Beantwortung der Frage das Bild 153/2 im Lehrbuch!
↗ LB Kl. 9, S. 154, Aufg. 179
- 190** In einem Experiment nach der Skizze im Bild 36 wird beobachtet, daß beim Einschalten die Lampe L_2 stets später aufleuchtet als die Lampe L_1 . Erklären Sie diese Erscheinung!

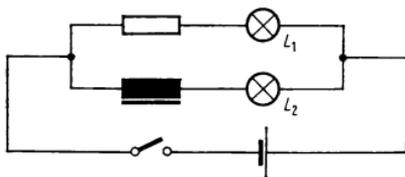


Bild 36 zu Aufgabe 190

↗ LB Kl. 9, S. 153, Aufg. 174

- 191** Entwickeln Sie unter Anwendung Ihres Wissens über die Selbstinduktionsspannung einer Spule einen Schaltplan, mit dem eine Glimmlampe mit einer Zündspannung von 100 V durch eine angelegte Spannung von etwa 5 V gezündet werden kann!
- 192** Im Bild 37 ist eine mit einem Eisenkern versehene Spule dargestellt. In deren Nähe wurde frei beweglich ein Kupferferring aufgehängt. Erklären Sie das Verhalten des Ringes beim Ein- bzw. Ausschalten des durch die Spule fließenden Stromes!

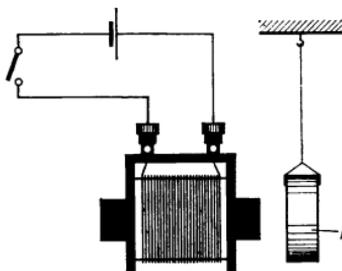


Bild 37 zu Aufgabe 192

↗ LB Kl. 9, S. 154, Aufg. 177

- 193** Der französische Physiker Arago beobachtete im Jahr 1825, daß eine Magnethöhle, die frei über einer rotierenden Kupferscheibe hängt, ebenfalls in Rotation versetzt wird, auch dann, wenn eine zwischen die Scheibe und die Magnethöhle eingeschobene Glasplatte jede etwa eintretende Luftbewegung abhält. Erst im Jahre 1831, nach Entdeckung der Induktion durch den englischen Physiker Faraday, konnte diese Erscheinung erklärt werden. Geben Sie eine Erklärung für diese Erscheinung!
↗ LB Kl. 9, S. 153, Aufg. 176

- 194** Geben Sie alle wesentlichen Energieumwandlungen an, die in einer Wirbelstrombremse stattfinden!

- 195** Der englische Physiker Michael Faraday (1791 bis 1867) hat sich außerordentliche Verdienste bei der Untersuchung der Elektrolyse, der elektromagnetischen Induktion und der Felder erworben.
- Vergleichen Sie an Beispielen das Leben und Wirken Faradays in Abhängigkeit von den gesellschaftlichen Verhältnissen mit dem Schaffen von Wissenschaftlern in unserem Staat!
 - Stellen Sie einige seiner wesentlichsten Entdeckungen heraus!

2. 4. Elektrische Leitungsvorgänge

- 196** Welche Gemeinsamkeiten gibt es in der Elektronenhülle eines Kalium- und eines Chlorid-Ions? Wodurch unterscheiden sich diese Ionen?
↗ LB Kl. 9, S. 154, Aufg. 180, 182
- 197** Stellen Sie die Entstehung der Ionenbeziehung von Kaliumchlorid mit Hilfe der Elektronenschreibweise dar!
- 198** Stellen Sie die Entstehung der Ionenbeziehung bei Magnesiumbromid mit Hilfe der Elektronenschreibweise dar!
↗ LB Kl. 9, S. 154, Aufg. 184 bis 186
- 199** Bei der Herstellung metallischer Leiter wird vorwiegend Aluminium verwendet.
- Entwickeln Sie das Energieniveauschema der Atomhülle des Aluminiumatoms! Verwenden Sie dazu „Physik in Übersichten“!
 - Vergleichen Sie beim Aluminiumatom Kernladungszahl, Protonenzahl, Elektronenzahl und Ordnungszahl des Elementes!
 - Vergleichen Sie den spezifischen Widerstand vom Aluminium mit dem des Kupfers!
 - Warum ist es für unsere Wirtschaft unter Beachtung der sozialistischen Staatengemeinschaft vorteilhafter, den großen Bedarf an Metallen für Leiter vorwiegend durch Aluminium zu decken?
- 200** Wodurch unterscheidet sich ein Metallgitter von einem Molekül hinsichtlich
- Teilchenaufbau und
 - chemischer Bindung?
- 201** Metalle zeichnen sich durch gute elektrische Leitfähigkeit aus, die durch die chemische Bindung im Metall zustande kommt.
- Wie heißt diese Art der chemischen Bindung?
 - Entwickeln Sie ein Modell der chemischen Bindung im Metall Silber!
 - Wodurch wird die elektrische Leitfähigkeit des Metalls möglich?
- 202** Wodurch unterscheidet sich der Zusammenhalt der Teilchen in einem Germaniumkristall und in einem Kochsalzkristall?
- 203** Geben Sie in Gleichungsform die Bildung eines Magnesium-Ions und eines Schwefel-Ions an!

Elektrizitätslehre

- 204** Wodurch kann man
 a) ein elektrisches Feld erzeugen und
 b) nachweisen?
 ↗ LB Kl. 9, S. 154, Aufg. 187
- 205** In einem elektrischen Feld konstanter Feldstärke wirkt entsprechend der Gleichung $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{Q}$ auf die Ladungsträger eine konstante Kraft.
 a) Welche Art der Bewegung der Ladungsträger müßte eintreten?
 b) Warum tritt diese Bewegungsart in Metallen nicht ein?
- 206** Welche Bedingungen müssen erfüllt sein, damit durch einen Stoff innerhalb eines Stromkreises ein elektrischer Strom fließen kann?
 ↗ LB Kl. 9, S. 154, Aufg. 188 bis 190
- 207** Eine Eisendrahtwendel wurde an eine Spannungsquelle und in Reihe mit einem Glühlämpchen geschaltet. Beim Erwärmen der Eisendrahtwendel leuchtet das Glühlämpchen schwächer. Welche Vorgänge im Innern des Eisendrahtes bewirken diese Abnahme der Stromstärke im Stromkreis?
 ↗ LB Kl. 9, S. 154, Aufg. 191
- 208** Nennen Sie Stoffe, in denen der elektrische Strom als gerichtete Bewegung positiver und negativer Ladungsträger auftritt! ($I = I_+ + I_-$)
- 209** In einem Experiment wurde die U-I-Kennlinie für zwei Widerstände R_1 und R_2 bei konstanter Temperatur ermittelt (Bild 38). Bestimmen Sie die Werte von R_1 und R_2 aus dem Diagramm!

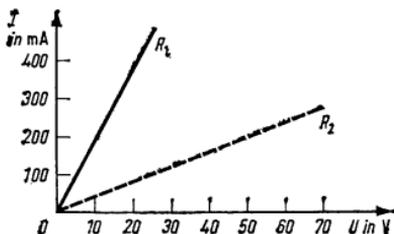


Bild 38 zu Aufgabe 209

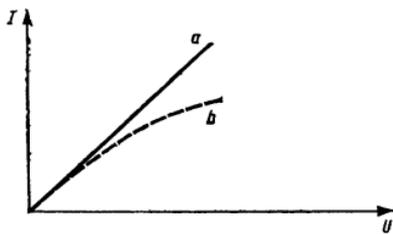


Bild 39 zu Aufgabe 210

- 210** In einem Experiment wurde unter verschiedenen Bedingungen der Zusammenhang zwischen Spannung und Stromstärke für einen metallischen Leiter aufgenommen (Bild 39). Geben Sie für die erhaltenen Funktionskurven a und b jeweils die Bedingung an, unter der diese funktionale Abhängigkeit auftritt!
 ↗ LB Kl. 9, S. 154, Aufg. 192
- 211** Geben Sie die Gleichung für die Dissoziation von Eisen(III)-chlorid an!
 ↗ LB Kl. 9, S. 154, Aufg. 193

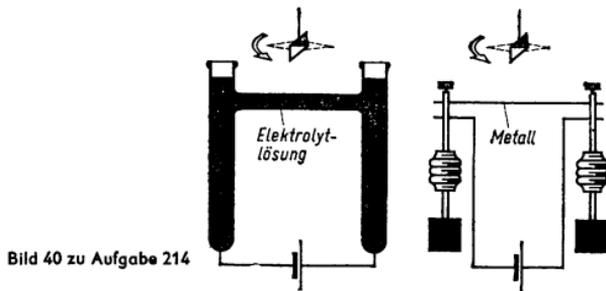
- 212** Auf einem Uhrglas befindet sich eine kleine Menge festes Kupfer(II)-chlorid. Steckt man zwei Elektroden in das feste Salz und verbindet diese mit einer Spannungsquelle und einem Strommesser, so kann man zunächst keinen Stromfluß nachweisen. Feuchtet man das Salz an, dann ist ein Stromfluß zu beobachten. Erklären Sie diese Erscheinung!

↗ LB Kl. 9, S. 154, Aufg. 194 und 195

- 213** Chlorwasserstoffgas wird in eine pneumatische Wanne mit Wasser eingeleitet. Danach werden zwei Elektroden in die Lösung gebracht und mit einer Gleichspannungsquelle verbunden. Erläutern Sie schrittweise die in der Lösung ablaufenden Vorgänge!

- 214** Das Bild 40 zeigt in einer Gegenüberstellung den Stromkreis mit einer Elektrolytlösung und mit einem Metall.

- a) Welche gemeinsame Eigenschaft ist in beiden Fällen infolge des Stromflusses zu beobachten?
 b) Wodurch unterscheidet sich der Ladungstransport in der Elektrolytlösung gegenüber Metallen?



- 215** Welche Stoffe werden an Kohlelektroden bei der Elektrolyse einer Kalziumchloridlösung abgeschieden?

- 216** Polreagenzpapier, das zum Nachweis der Polarität einer Spannungsquelle benutzt werden kann, besteht aus Filterpapier, das mit einer Phenolphthalein-Natriumchlorid-Lösung getränkt wurde. Berührt man das angefeuchtete Polreagenzpapier mit den Kontakten einer Gleichspannungsquelle, so entsteht am negativen Pol ein roter Fleck. Erklären Sie diese Erscheinung!

↗ LB Kl. 9, S. 154, Aufg. 181

- 217** Zwei Kondensatorplatten wurden in einem Abstand von 20 cm aufgestellt und mit einem Elektroskop verbunden. Nachdem sie elektrisch ungleichartig aufgeladen worden sind, wird zwischen die Platten eine Bunsenbrennerflamme gehalten. Warum geht nun der Ausschlag des Zeigers im Elektroskop zurück?

↗ LB Kl. 9, S. 154, Aufg. 196 bis 202

- 218** Vergleichen Sie in einer Übersicht zwei wesentliche Arten der Emission von Elektronen hinsichtlich gemeinsamer und unterschiedlicher Merkmale!

↗ LB Kl. 9, S. 155, Aufg. 203, 208, 209

Elektrizitätslehre

- 219** Einer von zwei äußerlich nicht zu unterscheidenden Festkörperwiderständen wurde aus Halbleiterwerkstoff, der andere aus einem metallischen Werkstoff hergestellt. Wie kann man ermitteln, welcher der beiden Widerstände aus Halbleiterwerkstoff gefertigt wurde?
 ↗ LB Kl. 9, S. 155, Aufg. 205
- 220** Welche Stoffe könnte man als „Verunreinigung“ in einem Germaniumkristall einbauen (Dotieren), um zusätzliche, frei bewegliche Elektronen für die Störstellenleitung zu erzeugen?
 ↗ LB Kl. 9, S. 155, Aufg. 207, 204, 206, 210
- 221** Verwenden Sie das allgemeine Modell des elektrischen Leitungsvorganges zur Erklärung der elektrischen Leitung in einer Röhrendiode!
 ↗ LB Kl. 9, S. 155, Aufg. 211
- 222** In der DDR werden Vakuumröhren mit hoher Qualität und langer Lebensdauer hergestellt, z. B. im VEB Funkwerk Erfurt und im VEB Röhrenwerk Mühlhausen. Für eine Röhrendiode wurde im Prüffeld die im Bild 41 dargestellte I_A - U_A -Kennlinie ermittelt. Erklären Sie die physikalischen Ursachen für den Verlauf der Kennlinie!

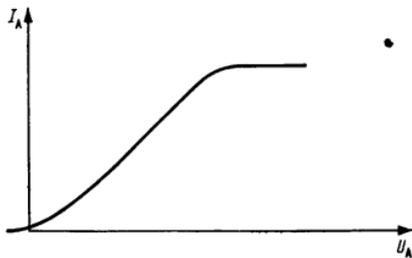


Bild 41 zu Aufgabe 222

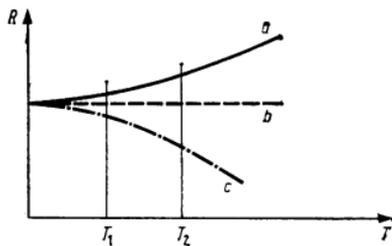


Bild 42 zu Aufgabe 233

↗ LB Kl. 9, S. 155, Aufg. 213, 214, 212

- 223** Was tritt für ein Anodenstrom auf, wenn man an eine Röhrendiode eine Wechselspannung legt?
 ↗ LB Kl. 9, S. 155, Aufg. 215 und 216
- 224** Die I_A - U_G -Kennlinie von Röhrentrioden läßt wesentliche Rückschlüsse auf ihre Arbeitsweise zu.
 a) Entwickeln Sie einen Schaltplan zur Aufnahme dieser Kennlinie!
 b) Zeichnen Sie den qualitativen Verlauf dieser Kennlinie!
- 225** Der metallische Heizfaden indirekt geheizter Elektronenröhren hat bei Zimmertemperatur einen relativ geringen elektrischen Widerstand, so daß beim Einschalten hohe Stromstärken auftreten können. Das wird vermieden, wenn man in Reihe mit dem Heizfaden einen „Heißleiter“ (Bauelement aus Halbleiterwerkstoff) schaltet. Erklären Sie die physikalischen Zusammenhänge!
 ↗ LB Kl. 9, S. 155, Aufg. 217

- *226** Röhrentrioden verwendet man sehr häufig als Steuerröhren oder kontaktlose Schalter. Warum arbeiten diese Röhren annähernd leistungs- und trägehtlos?
- 227** Bei Röhrentrioden kann mit Hilfe des Gitters der Anodenstrom gesteuert werden. Bei positiver Gitterspannung wächst der Anodenstrom an, bei negativer nimmt er dagegen ab. Erklären Sie diese Erscheinung mit Hilfe der elektrischen Felder in der Röhre!
 ↗ LB Kl. 9, S. 155, Aufg. 218 bis 221
- 228** Geben Sie zwei Möglichkeiten an, wie man experimentell nachweisen könnte, daß Elektronenstrahlen aus negativen Ladungsträgern (Elektronen) bestehen!
- 229** In den letzten Jahren verdrängen Halbleiterbauelemente immer mehr die Vakuumröhren in elektronischen Geräten und Anlagen, z. B. in Datenverarbeitungs- und Rechenanlagen. Deshalb wurden auch in der DDR in kurzer Zeit moderne Forschungsstätten und Großbetriebe zur Entwicklung und Herstellung von Halbleiterbauelementen geschaffen.
 a) Nennen Sie drei Großbetriebe der DDR, in denen Halbleiterbauelemente hergestellt werden!
 b) Welche Vorteile bieten Halbleiterbauelemente gegenüber Vakuumröhren?
- 230** Halbleiterdioden finden vielfach Verwendung in Gleichrichterschaltungen. Stellen Sie im Schaltplan eine Halbleiterdiode dar, die in Sperrrichtung geschaltet ist!
 ↗ LB Kl. 9, S. 155, Aufg. 223, 224, 226
- 231** Ergänzen Sie die Übersicht in den Kästchen a) bis f), indem Sie Aufbau und Funktion einer Röhrentriode mit einem Flächentransistor vergleichen!

Bauelement	Röhrentriode	Flächentransistor
Aufbau	Anode	a)
		b)
	Katode	Basis
Funktion steuernde Größe		c)
	d)	I_B
gesteuerte Größe	e)	f)

- 232** Warum können stromdurchflossene Halbleiterbauelemente beim Überschreiten einer angegebenen maximalen Betriebstemperatur für das Bauelement bzw. die Umgebung sehr schnell zerstört werden?
 ↗ LB Kl. 9, S. 155, Aufg. 225, 227, 228
- 233** In Experimenten wurde der funktionale Zusammenhang zwischen elektrischem Widerstand und Temperatur für drei verschiedene Stoffe aufgenommen (Bild 42). Vergleichen Sie für jede Funktionskurve bei zwei unterschiedlichen Temperaturen T_1 und T_2 die Widerstandswerte, und schließen Sie daraus auf den verwendeten Stoff! Geben Sie für jeden Stoff ein Beispiel an!

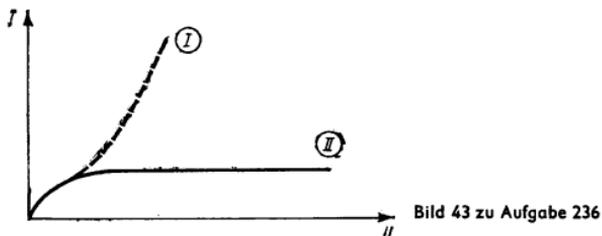
Elektrizitätslehre

- 234** In einer „black box“ (schwarzer Kasten mit zunächst unbekanntem Inhalt) kann sich eines der folgenden Bauelemente befinden: Isolator, Spule, Gleichrichter. In einem geschlossenen Stromkreis wird an die „black box“ eine Gleichspannung angelegt sowie umgepolt und jeweils die Anzeige an einem Stromstärkemeßgerät registriert.
 a bedeutet kein Ausschlag;
 b bedeutet konstanter Ausschlag.
 Geben Sie alle möglichen Kombinationen und die dazugehörige Schlußfolgerung auf den Inhalt der „black box“ an!
- 235** Tonwiedergabe bei Filmen kann durch Magnetton oder Lichtton erfolgen. Tonfilmprojektoren besitzen dafür einen Wahlschalter. Ergänzen Sie die Kästchen a) bis e) der folgenden Übersicht, indem Sie die Lichttonwiedergabe mit der Magnettonwiedergabe vergleichen!

Art der Tonwiedergabe	Lichtton	Magnetton
Prinzip der Wiedergabe	Erzeugen eines vom Lichtstrom abhängigen Fotostromes	a)
Energiewandler	b)	c)
Genutzte physikalische Erscheinung	d)	e)

↗ LB Kl. 9, S. 155, Aufg. 222

- 236** Fotozellen können als Vakuumfotozellen oder auch als gasgefüllte Fotozellen (meist mit einem Rest Argon) hergestellt werden. Bild 43 zeigt qualitativ die U - I -Kennlinie einer gasgefüllten Fotozelle (I) und einer Vakuumfotozelle (II). Erklären Sie den Unterschied im Kennlinienverlauf!



- 237** Signalübertragungen sind besonders für die Sicherheit im Eisenbahnwesen von großer Bedeutung. Entwerfen Sie den Schaltplan einer Rufanlage mit Relaischaltung, wobei beim Rufen ein Lichtsignal erscheinen soll.

2.5. Komplexaufgaben

- 238** In Fernsehempfängern, Oszillografen und anderen elektronischen Geräten werden Elektronenstrahlröhren verwendet.
- Erklären Sie die physikalischen Ursachen der Ablenkung eines bewegten Elektrons in dieser Röhre!
 - Geben Sie folgerichtig die Energieumwandlungen an, die vom Vorhandensein eines Elektrons in der Katodenschicht bis zum Auftreffen des Elektrons auf dem Leuchtschirm ablaufen! (Ohne Ablenkung!)
- 239** Entwickeln Sie für den elektrischen Leitungsvorgang in verschiedenen Stoffen und im Vakuum eine Übersicht, indem Sie Ihr Wissen darüber unter folgenden Gesichtspunkten ordnen:
- Art der Ladungsträger,
 - Herkunft der Ladungsträger,
 - Anwendungsbeispiel für Leitungsvorgang!
- 240** Sowjetische Wissenschaftler versuchen ständig, die Wirtschaftlichkeit der Elektroenergieerzeugung zu erhöhen. Dabei wurde in den letzten Jahren ein neuartiger Generator — magnetohydrodynamischer Generator (MHD-Generator) — entwickelt und erprobt, mit dem man einen Wirkungsgrad bis zu $\eta = 0,6$ erreicht. In diesem Generator wird Wärmeenergie ohne Wärmekraftmaschinen in elektrische Energie umgewandelt. Erklären Sie die prinzipielle Wirkungsweise des MHD-Generators!

Aufgaben

Klasse 10

Kernphysik

Schwingungen

Wellen

1. Kernphysik

1.1. Atombau

↗ LB Kl. 10, S. 154, Aufg. 1, 2, 4, 5

- 241** Ermitteln Sie die relative Atommasse A_r von a) Wasserstoff, b) Kohlenstoff und c) Sauerstoff aus den absoluten Atommassen dieser Elemente und der atomaren Masseneinheit, und vergleichen Sie die Ergebnisse mit den Angaben im Periodischen System der Elemente (↗ Chemie in Übersichten)!

Gegeben:

$$m_{A(H)} = 1,6732 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_{A(C)} = 19,9 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_{A(O)} = 26,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$u = 1,660277 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Lösung:

$$A_r = \frac{m_A}{u}$$

$$A_{r(H)} = \frac{1,6732 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1,660277 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}$$

Gesucht:

$$\underline{\underline{A_{r(H)} = 1,008}}$$

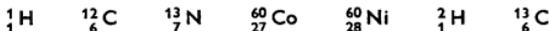
A_r

Ergebnis: a) $A_{r(H)} = 1,008$; b) $A_{r(C)} = 12,0$; c) $A_{r(O)} = 16,0$

Die Ergebnisse stimmen weitgehend mit den Angaben im Periodischen System der Elemente überein.

↗ LB Kl. 10, S. 154, Aufg. 3, 6

- 242** a) Geben Sie von folgenden Atomkernen Massenzahl A , Kernladungszahl Z und Neutronenanzahl N an:



- b) Stellen Sie in einer Tabelle Atomkerne gleicher Massenzahlen zusammen! Worin unterscheiden sich diese Atomkerne?
 c) Stellen Sie in einer Tabelle Atomkerne gleicher Kernladungszahlen zusammen! Worin unterscheiden sich diese Atomkerne?

- 243** Lesen Sie aus dem Bild 44 ab, welche Neutronen- und Protonenanzahl die eingezeichneten Kerne besitzen, und schreiben Sie die Massenzahl A und die Protonenanzahl Z an das Elementsymbol!

Beispiel

Nr.	Z	N	A	Element
1	6	6	12	${}^{12}_6\text{C}$

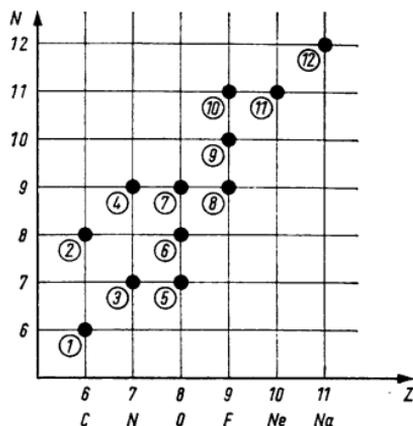


Bild 44 zu Aufgabe 243

↗ LB Kl. 10, S. 154, Aufg. 7 und 8

244 Jedes Proton in einem Atomkern ist einfach positiv geladen. Die Elementarladung beträgt $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.
Wie groß ist die Ladung der Atomkerne folgender neutraler Atome?

- a) ${}^{210}_{84}\text{Po}$ b) ${}^{83}_{36}\text{Kr}$ c) ${}^{14}_7\text{N}$

Gegeben:

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

n_p : Anzahl der Protonen der Atomkerne

Gesucht:

Ladung q der Atommasse

Lösung:

$$q = n_p \cdot e$$

Der Kern ${}^{210}_{84}\text{Po}$ besitzt 84 Protonen

$$q = 84 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$q = \underline{\underline{1,35 \cdot 10^{-17} \text{ C}}}$$

a) Die Ladung des ${}^{210}_{84}\text{Po}$ -Kerns beträgt $q = 1,35 \cdot 10^{-17} \text{ C}$.

b) Die Ladung des ${}^{83}_{36}\text{Kr}$ -Kerns beträgt $q = 0,576 \cdot 10^{-17} \text{ C}$.

c) Die Ladung des ${}^{14}_7\text{N}$ -Kerns beträgt $q = 0,112 \cdot 10^{-17} \text{ C}$.

1.2. Elementarteilchen

245 Ermitteln Sie die relative Atommasse von Wasserstoff, indem Sie die relativen Atommassen der Bestandteile der Wasserstoffatome addieren!

Vergleichen Sie das Ergebnis mit der Angabe im Periodensystem der Elemente (↗ Chemie in Übersichten)!

- 246** Ermitteln Sie, wieviel Atome in 1 g der folgenden Stoffe enthalten sind, wenn ein Atom dieser Stoffe die absolute Masse m_A besitzt! Wählen Sie gleiche Zehnerpotenzen, damit die drei Ergebnisse leicht verglichen werden können!

$$m_{A(H)} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_{A(C)} = 19,9 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_{A(O)} = 26,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Gegeben:

Absolute Masse

$$m_{A(H)} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Gesucht:

Anzahl n der Atome
in 1 g Wasserstoff

Lösung:

$$1: m_{A(H)} = n : 1 \text{ g}$$

$$n = \frac{1 \text{ g}}{m_{A(H)}}$$

$$n = \frac{1 \text{ g}}{1,67 \cdot 10^{-24} \text{ g}}$$

$$\underline{\underline{n \approx 60 \cdot 10^{22}}}$$

In 1 g Wasserstoff sind annähernd $60 \cdot 10^{22}$ Atome enthalten.

$$C: \approx 5 \cdot 10^{22}$$

$$O: \approx 3,8 \cdot 10^{22}$$

- 247** Ermitteln Sie, wieviel Atome in 1 g natürlichem Uran enthalten sind!

Gegeben:

Relative Atommasse

$$A_r(U) = 238,03$$

$$u = 1,660277 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Gesucht:

Anzahl n der Atome
in 1 g natürlichem Uran

Lösung:

$$A_r = \frac{m_A}{u} \quad | \cdot u$$

$$m_A = A_r \cdot u$$

$$1: m_A = n : 1 \text{ g}$$

$$1: (A_r \cdot u) = n : 1 \text{ g}$$

$$n = \frac{1 \text{ g}}{A_r \cdot u}$$

$$n = \frac{1 \text{ g}}{238,03 \cdot 1,660277 \cdot 10^{-24} \text{ g}}$$

$$\underline{\underline{n = 25,3 \cdot 10^{20}}}$$

Die Anzahl der Atome in 1 g natürlichem Uran beträgt $25,3 \cdot 10^{20}$.

1.3. Atomkerne

Stabile Kerne

↗ LB Kl. 10, S. 154, Aufg. 9, 10, 13, 14

- 248** Chlor setzt sich zu 75,4% aus $^{35}_{17}\text{Cl}$ und zu 24,6% aus $^{37}_{17}\text{Cl}$ zusammen. Welche relative Atommasse hat das natürliche Chlor? Vergleichen Sie den berechneten Wert mit den Angaben im Periodensystem der Elemente (↗ Chemie in Übersichten)!

Gegeben:

Anteil von $^{35}_{17}\text{Cl}$

$p_1 = 75,4\%$

und von $^{37}_{17}\text{Cl}$

$p_2 = 24,6\%$

Gesucht:

A_r von natürlichem Chlor

Lösung:

$$A_{r(\text{Cl})} = \frac{A_{r(^{35}\text{Cl})} \cdot p_1 + A_{r(^{37}\text{Cl})} \cdot p_2}{(p_1 + p_2)}$$

$$A_{r(\text{Cl})} = \frac{35 \cdot 75,4\% + 37 \cdot 24,6\%}{100\%}$$

$$\underline{\underline{A_{r(\text{Cl})} = 35,49}}$$

Die relative Atommasse von natürlichem Chlor beträgt 35,49. Dieser Wert stimmt weitgehend mit dem im PSE angegebenen überein.

- 249** Das natürlich vorkommende Kupfer hat eine relative Atommasse von 63,57. Es besteht zu 69% aus $^{63}_{29}\text{Cu}$ und zu 31% aus einem anderen Kupferisotop. Welche Massenzahl hat dieses Isotop? (Runden Sie den Rechenwert auf!)

Gegeben:

Anteil von $^{63}_{29}\text{Cu}$

$p_1 = 69\%$

$A_{r(\text{Cu})} = 63,57$

Gesucht:

$A_{r(^{x}\text{Cu})}$

Lösung:

$$A_{r(\text{Cu})} = \frac{A_{r(^{63}\text{Cu})} \cdot p_1 + A_{r(^{x}\text{Cu})} \cdot p_2}{(p_1 + p_2)}$$

$$A_{r(^{x}\text{Cu})} = \frac{A_{r(\text{Cu})} \cdot (p_1 + p_2) - A_{r(^{63}\text{Cu})} \cdot p_1}{p_2}$$

$$A_{r(^{x}\text{Cu})} = \frac{63,57 \cdot 100\% - 63 \cdot 69\%}{31\%}$$

$$\underline{\underline{A_{r(^{x}\text{Cu})} \approx 65}}$$

Die Massenzahl beträgt 65.

↗ LB Kl. 10, S. 154, Aufg. 15 bis 17, 11, 12

- 250** Wesentliche Eigenschaften des Atomkernes werden durch das Tröpfchenmodell (Flüssigkeitstropfenmodell) beschrieben. Worin besteht die Analogie zwischen dem Atomkern und einem Flüssigkeitstropfen?

Veränderungen von Atomkernen

Spontanzerfall

↗ LB Kl. 10, S. 154, Aufg. 18 und 19

- 251** Bestimmte radioaktive Isotope senden α -, β - und γ -Strahlen aus.
- Welche Eigenschaften der emittierten Strahlen kann man nutzen, um sie voneinander zu trennen?
 - Überlegen Sie sich eine dafür geeignete Versuchsanordnung!

- 252** Unter welchen Bedingungen werden von instabilen Atomkernen β^- - bzw. β^+ -Teilchen emittiert?

↗ LB Kl. 10, S. 154, Aufg. 21 und 20

253 Geben Sie die Reaktionsgleichungen für folgende Vorgänge an:

- a) Der instabile Thoriumkern ${}_{90}^{232}\text{Th}^*$ zerfällt unter Emission von α -Teilchen. Wie heißt der entstehende Folgekern?
- b) Der instabile Wismutkern ${}_{83}^{212}\text{Bi}^*$ zerfällt in ${}_{81}^{208}\text{Tl}^*$. Welche Strahlung wird dabei emittiert?

↗ LB Kl. 10, S. 154, Aufg. 22

254 Ergänzen Sie die Lücken in den folgenden in Kurzform geschriebenen Zerfallsgleichungen:

- a) ${}_{90}^{232}\text{Th} \xrightarrow{\alpha} \square$
- b) $\square \xrightarrow{\beta^-} {}_{82}^{208}\text{Pb}$
- c) ${}_{83}^{212}\text{Bi} \xrightarrow{\square} {}_{81}^{208}\text{Tl}$

255 Ergänzen Sie die Lücken in den folgenden Zerfallsgleichungen radioaktiver Kerne:

- a) ${}_{19}^{40}\text{K} \rightarrow {}_{20}^{40}\text{Ca} + \square$
- b) ${}_{58}^{142}\text{Ce} \rightarrow {}_{56}^{138}\text{Ba} + \square$
- c) ${}_{78}^{190}\text{Pt} \rightarrow \square + 2\alpha$
- d) ${}_{37}^{87}\text{Rb} \rightarrow \square + {}_{-1}^0\text{e}$
- e) $\square \rightarrow {}_{60}^{143}\text{Nd} + 2\alpha$
- f) $\square \rightarrow {}_2^3\text{He} + {}_{-1}^0\text{e}$

↗ LB Kl. 10, S. 154, Aufg. 23 und 24

256 1 g RaA zerfällt mit einer Halbwertszeit $t = 3,05$ min. Nach welchen Zeiten sind noch $\frac{1}{2}$ g, $\frac{1}{4}$ g, $\frac{1}{8}$ g, $\frac{1}{16}$ g dieses Isotops vorhanden? Zeichnen Sie die Zerfallskurve!

↗ LB Kl. 10, S. 154, Aufg. 25 bis 27

257 Erläutern Sie, wie man mit Hilfe von Radioisotopen die Aufnahme und den Transport von Nährstoffen in Pflanzen beobachten kann!

↗ LB Kl. 10, S. 154, Aufg. 28

258 Berichten Sie auf der Grundlage Ihrer Kenntnisse über die radioaktive Strahlung, welche Gefahren für das Leben mit der verbrecherischen Anwendung der Kernenergie durch imperialistische Staaten verbunden sind!

259 Die Anwendung radioaktiver Isotope in Industrie, Landwirtschaft und Medizin erfolgt im wesentlichen nach drei Verfahren:

- A nach dem Bestrahlungsverfahren,
 B nach dem Durchstrahlungsverfahren,
 C nach dem Markierungsverfahren.

In den Bildern 45 a bis f sind einige Anwendungsmöglichkeiten dargestellt. Welches Verfahren kommt dabei jeweils zur Anwendung? Erläutern Sie das Wirkungsprinzip!

Kernphysik

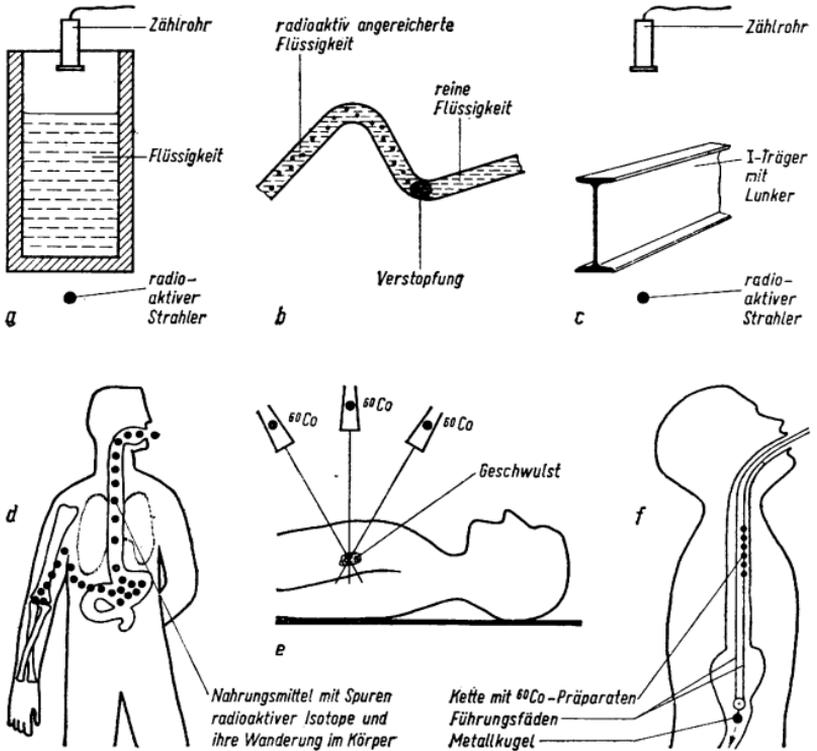


Bild 45 zu Aufgabe 259

- 260** Stellen Sie eine Vermutung auf, worauf die Unterschiede in den Bildern 46a bis c zurückzuführen sind! Die Abbildungen zeigen Radiografien von Uranylнитrat auf Fotofilm. Der Abstand des Präparates vom Film war in allen Fällen gleich, es wurde nacheinander derselbe Strahler verwendet.

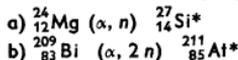


Bild 46 zu Aufgabe 260

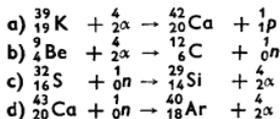
- 261** Überlegen Sie sich, wie die in den folgenden zwei Pressemeldungen beschriebenen Einsatzmöglichkeiten für radioaktive Isotope im Prinzip realisiert werden können!
- a) Karl-Marx-Stadt (ADN/EB) „Als einer der ersten Industriezweige der DDR ist . . . der Automobilbau in der Lage, radioaktive Isotope bei Verschleißmessungen anzuwenden.“
- b) Cottbus (ADN) „ . . . Unter Anwendung des radioaktiven Isotops Kobalt 60 hat ein Ingenieurkollektiv der VVB Braunkohle Cottbus eine Anlage entwickelt, die beim Überfahren von Haltesignalen durch Grubenzüge unmittelbar den Bremsvorgang auslöst.“

Kernumwandlungen

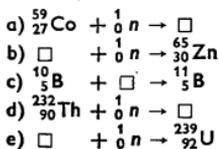
- 262** Erläutern Sie die Vorgänge, die durch folgende Zerfallsgleichungen beschrieben werden:



- 263** Schreiben Sie die angegebenen Umwandlungsgleichungen in Kurzform, und erläutern Sie mündlich die dabei ablaufenden Vorgänge:



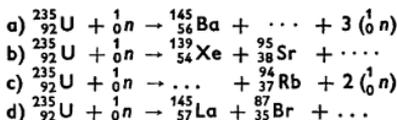
- 264** Durch Kernumwandlung kann aus einem Element ein radioaktives Isotop dieses Elements hergestellt werden. Ergänzen Sie die angegebenen Umwandlungsgleichungen!



Kernspaltung und Kernfusion

↗ LB Kl. 10, S. 154, Aufg. 29 bis 31

- 265** Für den Zerfall von ${}_{92}^{235}\text{U}$ gibt es verschiedene Möglichkeiten:



Vervollständigen Sie die Zerfallsgleichungen, und geben Sie an, in welche Atomkerne ${}_{92}^{235}\text{U}$ in jedem der vier Fälle zerfällt!

↗ LB Kl. 10, S. 155, Aufg. 32 und 33

- 266** Nennen Sie Vor- und Nachteile der Energieerzeugung durch Kernkraftwerke gegenüber der durch Kohlekraftwerke!

- 267** Die Sonne strahlt seit vielen Hunderttausenden von Jahren riesige Energiemengen aus. Erklären Sie diesen Vorgang mit Hilfe Ihrer Kenntnisse über die Kernfusion, und erläutern Sie Ihre Erklärung durch eine Reaktionsgleichung!

↗ LB Kl. 10, S. 155, Aufg. 34

1.4. Entwicklung und Bedeutung der Atomphysik

- 268** Bis zur Entdeckung des Elektrons galt das Atom als letztes, kleinstes, nicht mehr teilbares Teilchen. Nach der Entdeckung des Elektrons formulierte Lenin die Erkenntnis, daß die Materie unerschöpflich ist. Er wollte damit zum Ausdruck bringen, daß auch die Entdeckung des Elektrons nur ein Markstein in der Erkenntnis der Natur durch die fortschreitende Wissenschaft ist und das Elektron ebenso unerschöpflich ist wie die Atome. Welche Beweise lieferte die moderne Physik für die weitblickende These Lenins?
- 269** Stellen Sie in einer Tabelle unter Benutzung des Lehrbuches die Namen und die Leistungen von Forschern zusammen, die sich besondere Verdienste bei der Erforschung der Radioaktivität erworben haben!
- 270** Nehmen Sie zu folgenden zwei Pressemeldungen Stellung:
- a) „Für ein allgemeines Verbot der Atomwaffen setzte sich Nobelpreisträger Otto Hahn . . . ein. Nach Ansicht Hahns liegt die Gefahr der Atomwaffen . . . in der längeren und nicht nur örtlich wirkenden Schädigung durch radioaktive Wolken.“
- b) Aus der Erklärung 14 namhafter Wissenschaftler der DDR vom 3. 5. 1957: „Wir wollen, daß die Kernprozesse dem Leben der Menschheit dienstbar gemacht und nicht zu ihrer Vernichtung mißbraucht werden. Jeder, der die Grundlagen atomarer Waffen kennt, muß als berufener Mahner allem entgegentreten, was dem Atomkrieg den Weg bereiten könnte. Er muß darüber hinaus unermüdlich gegen jede Äußerung einer Gesinnung auftreten, die in kriegerischen Maßnahmen die Lösung von Spannungen suchen möchte . . . Berlin, den 3. 5. 1957.“ (Prof. Dr. M. Volmer, W. Friedrich, H. Ertel, G. Hertz, R. Rompe, M. Steenbeck, P. A. Thiessen, R. Seeliger, H. Falkenhagen, J. Born, C. F. Weiß, Kunze, A. Eckardt, Richter)

↗ LB Kl. 10, S. 155, Aufg. 35

1.5. Komplexaufgaben

- 271** Durch starke Magnetfelder können die von bestimmten Kernen emittierten α -, β - und γ -Strahlen getrennt werden. Untersuchen Sie mit Hilfe Ihrer Kenntnisse über die Ablenkung bewegter elektrischer Ladungsträger im Magnetfeld, in welcher der folgenden vier Abbildungen (Bild 47) die Aufspaltung richtig angegeben ist! Begründen Sie Ihre Entscheidung!

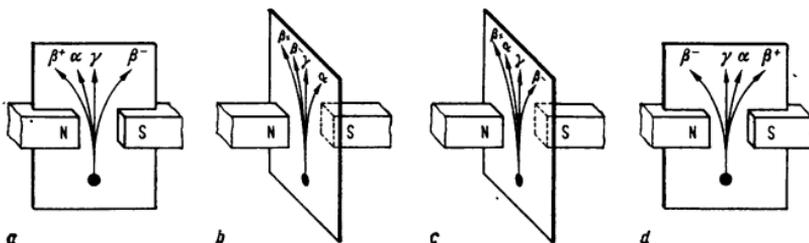


Bild 47 zu Aufgabe 271

- 272** Skizzieren Sie das Oszillogramm (Momentaufnahme), das sich ergibt, wenn ein Oszillograf mit einem Zählrohrverstärker verbunden wird und auf das Zählrohr die Strahlung eines radioaktiven Präparates auftritt!
- Wie ist dieses Bild zu erklären?
 - Vergleichen Sie die zeitliche Aufeinanderfolge der Impuls Zacken im Oszillogramm mit der der Geräusche, wenn statt des Oszillografen ein Lautsprecher an den Zählrohrverstärker angeschlossen wird!
 - Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem Oszillografenbild und den Geräuschen im Lautsprecher?

2. Schwingungen

2.1. Mechanische Schwingungen

273 In den Bildern 48 a bis d sind verschiedene Bewegungen dargestellt. Stellen Sie in einer Tabelle zusammen,

- um welche Bewegung es sich handelt,
- ob Richtung und Betrag der Geschwindigkeit sich im Laufe der Bewegung ändern oder konstant bleiben!

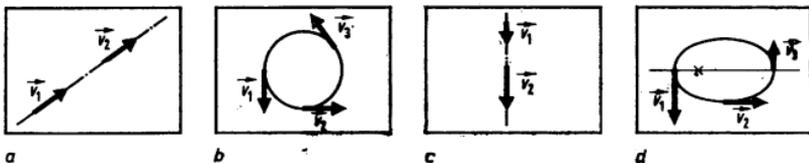


Bild 48 zu Aufgabe 273

↗ LB Kl. 10, S. 155, Aufg. 37

274 Bild 49 zeigt die Umwandlung von potentieller Energie in kinetische beim Schwingen eines Fadenpendels.

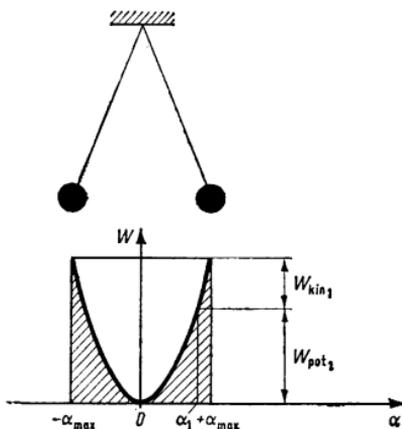
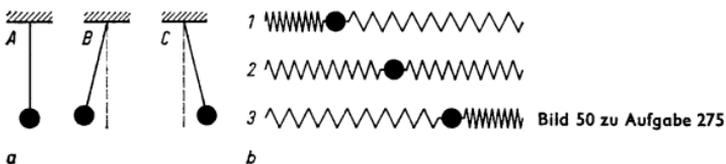


Bild 49 zu Aufgabe 274

- a) Was können Sie aus dem Diagramm über die Beträge von W_{pot} und W_{kin} für $\alpha = \alpha_{\text{max}}$ und für $\alpha = 0$ ablesen?
- b) Geben Sie im Diagramm des Bildes 49 den Auslenkwinkel α' an, für den $W_{\text{pot}} = W_{\text{kin}}$ ist!
- ↗ LB Kl. 10, S. 155, Aufg. 49

275 Die Schwingungen eines Fadenpendels (Bild 50 a) und eines Federschwingers (Bild 50 b) sollen verglichen werden.

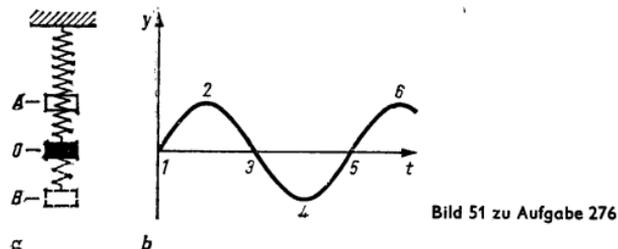
- a) Welche Stellungen der schwingenden Körper entsprechen einander?
- b) Wie groß sind beim Durchlaufen der Stellungen A, B, C bzw. 1, 2, 3 jeweils W_{pot} und W_{kin} , wenn die Gesamtenergie 200 Nm beträgt?



↗ LB Kl. 10, S. 155, Aufg. 46

276 In Bild 51 a sind die Lagen eines schwingenden Körpers bei der größten Auslenkung nach oben, beim Durchgang durch die Ruhelage und bei der größten Auslenkung nach unten dargestellt. Bild 51 b zeigt den Verlauf des Schwingungsvorganges.

- a) Vergleichen Sie beide Bilder! Ordnen Sie den Punkten 1 bis 6 der Kurve die Lagen O, A und B des Schwingers zu!
- b) In welchen Punkten sind die Beträge der kinetischen Energie, der potentiellen Energie und der Geschwindigkeit am größten?



↗ LB Kl. 10, S. 155, Aufg. 36, 38, 39, 42

277 Ermitteln Sie die Amplitude y_{max} , die Frequenz f und die Schwingungsdauer T der den drei Diagrammen entsprechenden Schwingungen (Bild 52)!

Beispiel:
Schwingung 1: $y_{\text{max}} = 0,5 \text{ cm}$; $T = 0,2 \text{ s}$; $f = \frac{1}{T} = 5 \text{ Hz}$

↗ LB Kl. 10, S. 155, Aufg. 45, 40

Schwingungen

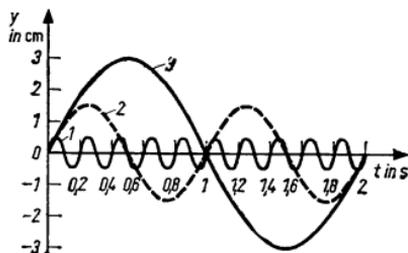


Bild 52 zu Aufgabe 277

- 278** Von welchen Kenngrößen einer Schwingung hängen die Lautstärke und die Tonhöhe ab?
 ↗ LB Kl. 10, S. 155, Aufg. 41, 43
- 279** Stimmgabeln führen harmonische Schwingungen aus. Diese Eigenschaft wird experimentell genutzt, um sehr kurze Zeiten zu messen. Dazu werden die Schwingungen einer Stimmgabel z. B. auf einer berußten Glasplatte aufgezeichnet und die Anzahl der Schwingungen gezählt. In welcher Zeit führt eine Stimmgabel mit der Frequenz $f = 440$ Hz (128 Hz) 25 (16) Schwingungen aus?

Gegeben:

$$f = 440 \text{ Hz (128 Hz)}$$

$$n = 25 \text{ (16)}$$

Lösung:

$$\text{Aus } f = \frac{1}{T} \text{ mit } T = \frac{t}{n} \text{ folgt } t = n \cdot \frac{1}{f}$$

$$t = 25 \cdot \frac{1}{440} \text{ s} \quad t = 16 \cdot \frac{1}{128} \text{ s}$$

Gesucht:

t

$$\underline{t = 0,057 \text{ s}} \quad \underline{t = 0,125 \text{ s}}$$

Die Stimmgabel führt in 0,057 s (0,125 s) 25 (16) Schwingungen aus.

↗ LB Kl. 10, S. 155, Aufg. 44, 58, 59

- 280** Eine harmonische Schwingung hat eine Amplitude von 3 cm und eine Schwingungsdauer von 0,4 s. Wie lautet die Gleichung dieser Schwingung?

Gegeben:

$$y_{\max} = 3 \text{ cm}$$

$$T = 0,4 \text{ s}$$

Lösung:

$$y = y_{\max} \cdot \sin \omega t \quad (1)$$

$$\omega = 2\pi \cdot f \quad \left| f = \frac{1}{T} \right.$$

Gesucht:

$$y = y(t)$$

Weg-Zeit-Gesetz
der harmonischen
Schwingung

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$\omega = \frac{6,28}{0,4 \text{ s}}$$

$$\omega = 15,7 \text{ s}^{-1}$$

in (1) einsetzen

$$\underline{y = 3 \text{ cm} \cdot \sin (15,7 \text{ s}^{-1} \cdot t)}$$

Das Weg-Zeit-Gesetz der harmonischen Schwingung lautet $y = 3 \text{ cm} \cdot \sin (15,7 \text{ s}^{-1} \cdot t)$.

- 281** Vergleichen Sie die beiden folgenden Funktionsgleichungen miteinander:

$$y = a \cdot \sin b x \text{ und } y = y_{\max} \cdot \sin \omega t!$$

- a) Welche Glieder entsprechen einander?
 b) Welche Kenngrößen treten in der zweiten Gleichung auf?

(Anleitung: Ordnen Sie Ihre Aussagen in einer Tabelle!)

- 282** Unter einer Schwingung versteht man die zeitlich periodische Änderung einer physikalischen Größe. Eine harmonische Schwingung kann mathematisch durch die Gleichung $y = a \cdot \sin b x$ beschrieben werden.

- a) Geben Sie Gleichungen für die Fälle an, daß die schwingenden physikalischen Größen a) die Elongation y , b) der Druck p , c) die Spannung u und d) die Stromstärke i sind!
 b) Welche physikalischen Erscheinungen werden in den Fällen a) bis d) durch die Schwingungsgleichung beschrieben?

- 283** Berechnen Sie Schwingungsdauer, Frequenz und Amplitude für das Ende des Waagebalkens einer schwingenden Waage, wenn das äußerste Ende des Waagebalkens von einem Umkehrpunkt zum anderen einen Weg von 4 cm zurücklegt und in 1 Minute 40 Schwingungen vollführt!

Gegeben:

Lösung:

Weg zwischen zwei Umkehrpunkten

$$s = 4 \text{ cm}$$

$$t = 60 \text{ s}$$

$$n = 40$$

$$T = \frac{t}{n}$$

$$T = \frac{60 \text{ s}}{40}$$

$$\underline{\underline{T = 1,5 \text{ s}}}$$

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{1}{1,5 \text{ s}}$$

$$\underline{\underline{f \approx 0,67 \text{ Hz}}}$$

$$y_{\max} = \frac{s}{2}$$

$$y_{\max} = \frac{4 \text{ cm}}{2}$$

$$\underline{\underline{y_{\max} = 2 \text{ cm}}}$$

Gesucht:

$$T, f, y_{\max}$$

Die Schwingungsdauer des Waagebalkens beträgt 1,5 s, die Frequenz 0,67 Hz und die Amplitude des äußeren Punktes des Waagebalkens 2 cm.

- 284** Wie groß ist die Elongation des äußersten Punktes des schwingenden Waagebalkens der Aufgabe 283 nach 5 s, wenn die Schwingung aus der Ruhelage heraus beginnt?

Gegeben:

$$y_{\max} = 2 \text{ cm}$$

$$f = 0,67 \text{ s}^{-1}$$

$$t = 5 \text{ s}$$

Lösung:

$$y = y_{\max} \cdot \sin \omega t$$

$$\omega = 2 \pi \cdot f$$

$$\omega = 6,28 \cdot 0,67 \text{ s}^{-1}$$

$$\omega = 4,20 \text{ s}^{-1}$$

$$y = 2 \text{ cm} \cdot \sin (4,2 \text{ s}^{-1} \cdot 5 \text{ s})$$

$$y = 2 \text{ cm} \cdot \sin 21$$

$$y = 2 \text{ cm} \cdot \sin 56^\circ$$

$$\underline{\underline{y = 2 \cdot 0,829 \text{ cm} = 1,658 \text{ cm}}}$$

Nebenrechnung:

$$3,14 = \pi = 180^\circ$$

$$21 = x$$

$$x = \frac{180^\circ \cdot 21}{3,14}$$

$$x = 124^\circ$$

$$\sin 124^\circ = \sin 56^\circ$$

$$\sin 56^\circ = 0,829$$

Die Elongation des äußeren Punktes des Waagebalkens beträgt nach 5 s 1,66 cm.

Schwingungen

- 285** Eine Stimmgabel schwingt mit einer Frequenz von 128 Hz und einer Amplitude von 5 mm. Bestimmen Sie a) grafisch und b) rechnerisch die Elongation zur Zeit $t_1 = 3 \text{ ms}$ und $t_2 = 6 \text{ ms}$! c) Lesen Sie aus der grafischen Darstellung ab, zu welchen Zeiten die Elongation 4 mm und 2 mm beträgt!
 ↗ LB Kl. 10, S. 156, Aufg. 60

- 286** Lesen Sie aus dem y - t -Diagramm (Bild 53) ab, welche Elongation ein Pendel zu den Zeitpunkten $t = \frac{1}{2} \text{ s}$, 1 s , $\frac{3}{2} \text{ s}$, 2 s , $\frac{5}{2} \text{ s}$ besitzt, wenn die Schwingungsdauer 2 s beträgt und die Amplitude 3 cm, für
- a) Fall 1: Die Schwingung beginnt in der Nulllage,
 b) Fall 2: Die Schwingung beginnt im oberen Umkehrpunkt!

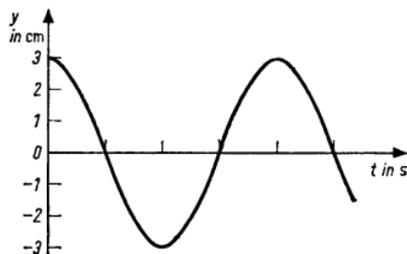
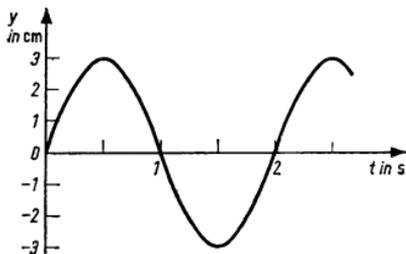


Bild 53 zu Aufgabe 286

Gegeben:

$$T = 2 \text{ s}$$

$$y_{\max} = 3 \text{ cm}$$

$$t = 0, \frac{1}{2} \text{ s}, 1 \text{ s},$$

$$\frac{3}{2} \text{ s}, 2 \text{ s}, \frac{5}{2} \text{ s}$$

Lösung:

a) Aus der grafischen Darstellung ist abzulesen:

$$y = y\left(\frac{1}{2} \text{ s}\right) = y\left(\frac{5}{2} \text{ s}\right) = 3 \text{ cm}$$

$$y = y(0) = y(1 \text{ s}) = y(2 \text{ s}) = 0$$

$$y = y\left(\frac{3}{2} \text{ s}\right) = -3 \text{ cm}$$

Gesucht:

$$y = y(t)$$

b) Aus der grafischen Darstellung ist abzulesen:

$$y = y\left(\frac{1}{2} \text{ s}\right) = y\left(\frac{3}{2} \text{ s}\right) = y\left(\frac{5}{2} \text{ s}\right) = 0$$

$$y = y(0) = y(2 \text{ s}) = 3 \text{ cm}$$

$$y = y(1 \text{ s}) = -3 \text{ cm}$$

↗ LB Kl. 10, S. 155, Aufg. 48

287 Es ist die Projektion der Kreisbewegung des Punktes P einer Kurbel dreimal in jeweils einem anderen Maßstab grafisch darzustellen. Die Kurbellänge beträgt 6 cm. Als Maßstäbe für die t -Achsen in der grafischen Darstellung sollen gewählt werden

- a) $T \hat{=} 6$ cm b) $T \hat{=} 8$ cm c) $T \hat{=} 10$ cm.

Worin gleichen und worin unterscheiden sich die grafischen Darstellungen?

288 Welches der Diagramme (Bilder 55a bis d) entspricht dem Schwingungsvorgang der in Bild 54 gezeichneten Anordnung? Begründen Sie Ihre Entscheidung!

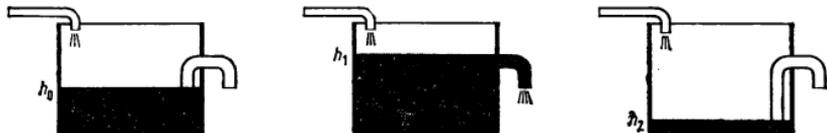


Bild 54 zu Aufgabe 288

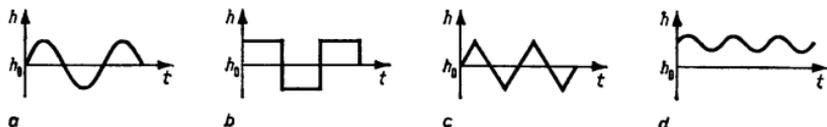


Bild 55 zu Aufgabe 288

289 Das Wasser des Springbrunnens am Omnibusbahnhof in Karl-Marx-Stadt fällt in Kupferschalen (Bilder 56a bis c). Wenn der Wasserstand die Höhe h_2 erreicht hat, kippt die Schale nach vorn um, läuft leer und kippt nach der Entleerung wieder in ihre Ausgangslage zurück.

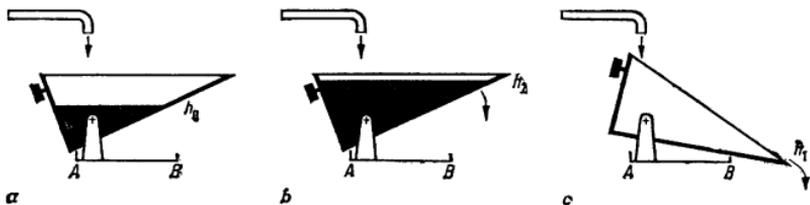


Bild 56 zu Aufgabe 289

Zeichnen Sie den Verlauf dieses Schwingungsvorganges in einem Diagramm auf! (Anleitung: Beginnen Sie bei h_1 ! Beachten Sie, daß der Wasserstand zwischen den beiden Füllhöhen h_1 und h_2 schwankt!)

↗ LB Kl. 10, S. 155, Aufg. 50, 57

290 Bei einem Experiment soll die Zeit mit einem selbstgebauten Fadenpendel gemessen werden.

- a) Welche Länge muß der Faden des Pendels besitzen, wenn die Zeit zwischen zwei gleichgerichteten Durchgängen durch die Ruhelage 1 s betragen soll!

Schwingungen

b) Wie groß muß die Masse des Pendelkörpers sein?

a) Gegeben:

$$T = 1 \text{ s}$$

$$g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Gesucht:

$$l,$$

Lösung:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$l = \frac{T^2 \cdot g}{4\pi^2}$$

$$l = \frac{1 \text{ s}^2 \cdot 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}}{39,44}$$

$$l = \underline{\underline{0,249 \text{ m} \approx 25 \text{ cm}}}$$

Die Länge des Pendels muß 25 cm betragen.

b) Da die Schwingungsdauer eines Fadenpendels von der Masse unabhängig ist, kann ein beliebiger Pendelkörper verwendet werden. Da $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ nur für Massenpunkte gilt und die Luftreibung möglichst vermieden werden soll, ist jedoch zu empfehlen, das Volumen des Pendelkörpers klein zu wählen.

↗ LB Kl. 10, S. 157, Aufg. 64

- 291** Ein Schüler erhält die Aufgabe, die Länge eines Pendels durch Vergleich mit einem Pendel bekannter Länge zu bestimmen. Zur Lösung der Aufgabe stehen ihm weder Längen- noch Zeitmeßgeräte zur Verfügung. Vom Lehrer erhält er jedoch den Hinweis, daß Galilei eine ähnliche Aufgabe unter Benutzung seines Pulsschlages löste. Wie kann die Aufgabe gelöst werden?

Lösung: Die Schwingungsdauer des Pendels bekannter Länge kann in Sekunden berechnet werden. Durch Beobachtung der Anzahl der Pulsschläge für beispielsweise 20 Schwingungen dieses Pendels kann ermittelt werden, wieviel Pulsschläge einer Sekunde entsprechen. Zählt man nun die Pulsschläge für ebenfalls 20 Schwingungen des Pendels unbekannter Länge, kann dessen Schwingungsdauer in Sekunden umgerechnet werden. Durch Auflösung der Gleichung für die Schwingungsdauer eines Pendels nach der Pendellänge kann diese berechnet werden.

↗ LB Kl. 10, S. 157, Aufg. 65

- 292** Die Länge des Sekundenpendels beträgt am Äquator 99,09 cm, unter 45° geographischer Breite 99,35 cm und am Pol 99,61 cm. Berechnen Sie die jeweils wirkende Fallbeschleunigung! (Beachten Sie die Schwingungsdauer eines „Sekundenpendels“!)

↗ LB Kl. 10, S. 156, Aufg. 63

- 293** In einem Raumschiff befindet sich eine Pendeluhr mit der Pendellänge $l = 0,81 \text{ m}$. Das Raumschiff landet auf der Venus. Berechnen Sie

- die Schwingungsdauer des Pendels auf der Erde ($g_E = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$),
- die Schwingungsdauer des Pendels auf der Venus ($g_V = 8,78 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$), wenn im Inneren des Raumschiffes bezüglich Temperatur und Druck irdische Bedingungen herrschen,
- die Veränderung der Pendellänge, die erfolgen müßte, wenn auf der Venus dieselbe Schwingungsdauer wie auf der Erde erzielt werden soll!

- 294** Die Gleichung für die Schwingungsdauer eines Fadenpendels $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ist nur gültig, wenn man sich die Pendelmasse in einem Punkt vereinigt denkt und die Auslenkwinkel α klein sind. Bei einem Auslenkwinkel $\alpha = 5^\circ$ beträgt der Fehler $\frac{\Delta T}{T} \approx \pm 0,02\%$. Für die Schwingungsdauer des Pendels, das man bei einem Versuch in der Isaak-Kathedrale in Leningrad verwendete, berechnete man 19,8 s.
- a) Wie lang war das Pendel? ($g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, Rechenstabgenauigkeit!)
- b) Um wieviel Sekunden wich die berechnete Schwingungsdauer von der tatsächlichen ab, wenn das Pendel um 5° ausgelenkt wurde?

a) Gegeben:

$$T = 19,8 \text{ s}$$

$$g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Gesucht:

l

Lösung:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$l = \frac{T^2 \cdot g}{4\pi^2}$$

$$l = \frac{19,8^2 \text{ s}^2 \cdot 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}}{39,44}$$

$$l = \frac{392 \cdot 9,81 \text{ m}}{39,44}$$

$$l = \underline{\underline{97,6 \text{ m}}}$$

Das Pendel hatte eine Länge von 97,6 m.

b) Gegeben:

$$T = 19,8$$

$$\text{Meßfehler} \\ \pm 0,02\%$$

Lösung:

$$\Delta T = 19,8 \text{ s} \pm 0,0002$$

$$\underline{\underline{\Delta T = \pm 0,00396 \text{ s}}}$$

Gesucht:

ΔT

Die berechnete Schwingungsdauer wich um 4 ms von der gemessenen ab.

↗ LB Kl. 10, S. 156, Aufg. 62, 61

- 295** Ermitteln Sie, wovon die Schwingungsdauer eines an einem Gummifaden befestigten Körpers abhängt! Lösen Sie die Aufgabe in folgenden Teilschritten:
- 1) Stellen Sie Vermutungen auf, wovon T abhängen könnte!
 - 2) Überlegen Sie sich eine Versuchsanordnung zur Prüfung Ihrer Vermutungen (Skizze des Versuchsaufbaus, Geräte)!
 - 3) Bauen Sie die Versuchsanordnung auf, und führen Sie Messungen durch!
 - 4) Tragen Sie die Meßwerte in eine Tabelle ein, und stellen Sie sie grafisch dar!
 - 5) Welcher funktionale Zusammenhang kann aus der grafischen Darstellung vermutet werden?
 - 6) Vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit der Vermutung!
 - 7) Formulieren Sie Ihre Erkenntnis!

Schwingungen

- 296** In einem Schülerexperiment wurde für die Schwingungsdauer eines Fadenpendels $T \sim \sqrt{l}$ ermittelt. Ein Schüler fertigte eine grafische Darstellung an, in der er auf der Abszissen-

achse \sqrt{l} in $\text{m}^{\frac{1}{2}}$ und auf der Ordinatenachse T in s abtrug. Folgende Meßwerte wurden zur grafischen Darstellung benutzt:

l in m	0,10	0,30	0,60	1,00	1,50
T in s	0,63	1,10	1,55	2,00	2,45

- Wie sieht die Kurve aus, die man erhält?
- Vergleichen Sie diese Kurve mit der, die entsteht, wenn man auf der Abszissenachse l in m und auf der Ordinatenachse T in s abträgt!
- Wie groß ist der Anstieg der Kurve in Aufgabe a)?
- Der Anstieg entspricht in der Gleichung für die Schwingungsdauer dem Faktor $\frac{2\pi}{\sqrt{g}}$.
Vergleichen Sie den in Aufgabe c) ermittelten Wert mit dem Wert, der sich nach Ausrechnung von $\frac{2\pi}{\sqrt{g}}$ ergibt!

- 297** Auf dem Mond ergeben sich die folgenden Schwingungsdauern für verschiedene Pendel. Prüfen Sie an Hand der Meßreihen nach, ob die auf der Erde ermittelte Gleichung für die Schwingungsdauer eines Fadenpendels auch auf dem Mond Gültigkeit besitzt.

1) Länge des Fadenpendels $l = 1 \text{ m}$

2) Masse des Pendelkörpers $m = 500 \text{ g}$

m in g	T in s
200	4,93
400	4,91
600	4,93
800	4,92
1000	4,93

l in cm	T in s
10	1,55
20	2,19
30	2,69
40	3,10
50	3,47
60	3,80
80	4,33
100	4,91

- Stellen Sie grafisch die Abhängigkeit $T = f(m)$ und $T = f(l)$ dar, und äußern Sie eine Vermutung über die Art des funktionalen Zusammenhanges!
- Vergleichen Sie die Ergebnisse auf der Erde mit denen auf dem Mond!
↗ LB Kl. 10, S. 155, Aufg. 52, 51

- 298** In den Bildern 57a und b sind zwei verschiedene Schwingungen dargestellt.

- Worin unterscheiden sich diese Schwingungen voneinander?
- Ermitteln Sie die Kenngrößen der Schwingung in Bild 57a!
↗ LB Kl. 10, S. 155, Aufg. 47, 56, 67

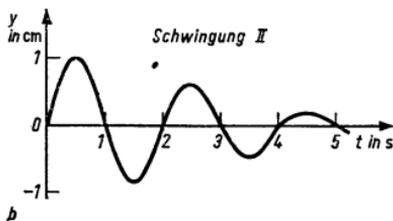
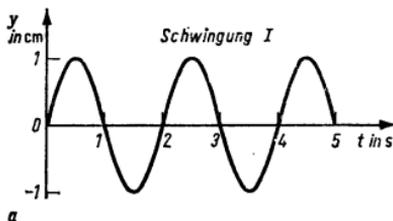


Bild 57 zu Aufgabe 298

- 299** Bei der Aufnahme des Schwingungsverlaufes einer Stimmgabel, eines Uhrenpendels und eines Strommeßgerätes beim Einschalten wurden folgende Schwingungsbilder ermittelt (Bilder 58 a bis c):

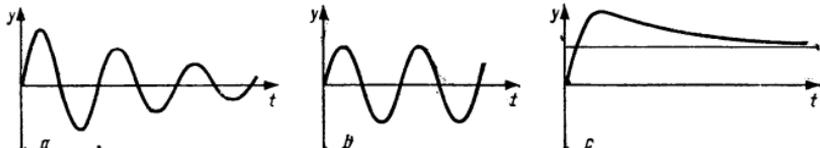


Bild 58 zu Aufgabe 299

- a) Welches Schwingungsbild gehört zu welchem Vorgang?
 b) Bei welchem Vorgang ist die Dämpfung am größten? Erläutern Sie Ihre Antwort!
 c) In welchem Falle ist die Dämpfung beabsichtigt, und wie wird sie erreicht?
 ↗ LB Kl. 10, S. 156, Aufg. 53 und 54

- 300** Führen Sie den in Bild 59 dargestellten Versuch durch, und beschreiben Sie Ihre Beobachtungen! Ein hohes Einkochglas wird mit Wasser gefüllt und ein beiderseits offenes etwa 3 cm bis 4 cm weites Rohr in das Wasser getaucht. Über das Rohr wird eine angeschlagene Stimmgabel gehalten. Das Glasrohr wird langsam angehoben und anschließend wieder langsam gesenkt. Stellen Sie fest, wie lang die Luftsäule ist, wenn der Ton am lautesten wahrgenommen wird! Worauf ist diese Erscheinung zurückzuführen?
 ↗ LB Kl. 10, S. 157, Aufg. 69, 73

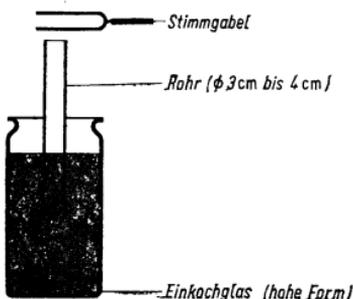


Bild 59 zu Aufgabe 300

Schwingungen

- 301** Was ist zu beobachten, wenn in der Nähe eines Klaviers bei freigegebenem Dämpfer auf einer Flöte ein Ton kräftig angeblasen wird?
↗ LB Kl. 10, S. 157, Aufg. 68, 71, 72
- 302** „Am 6. 12. 1825 stand eine Menschenmenge auf der Hängebrücke zu Nienburg, um dem Herzog Ferdinand von Anhalt-Cöthen zu huldigen. Die Musik spielte . . . die Anwesenden sangen mit, sie begannen sich im Takte der Me Lodie zu bewegen. Die Brücke stürzte ein, und 50 Menschen ertranken.“
Geben Sie die physikalische Erklärung für diesen Unfall!
↗ LB Kl. 10, S. 156, Aufg. 55, 66, 70

2.2. Elektromagnetische Schwingungen

Wechselstrom

Grundlagen und Erzeugung

- 303** Auf dem Bildschirm eines Oszillografen werden die Bilder 60a und b beobachtet.
- Welches Oszillografenbild zeigt eine harmonische Schwingung? Begründen Sie Ihre Entscheidung!
 - Wird durch einen Oszillografen der Stromstärke- oder Spannungsverlauf aufgezeichnet?
 - Stellen Sie eine Vermutung darüber auf, wie diese Bilder entstanden sein könnten?

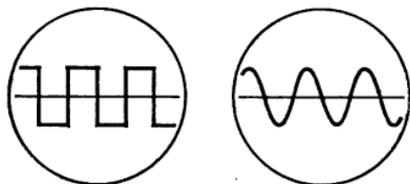


Bild 60 zu Aufgabe 303

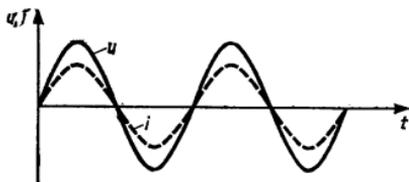


Bild 61 zu Aufgabe 304

↗ LB Kl. 10, S. 157, Aufg. 76, 90

- 304** Die grafische Auswertung der experimentellen Untersuchung des zeitlichen Verlaufs eines Wechselstromes in einem Stromkreis ergab das Diagramm nach Bild 61. Welche Zusammenhänge sind im Diagramm dargestellt?
↗ LB Kl. 10, S. 157, Aufg. 74, 77, 78, 75

305 Berechnen Sie für eine Wechselspannung mit einer Frequenz von 50 Hz und mit einem Maximalwert von 110 V

- a) den Momentanwert der Spannung zur Zeit $t = 2,5 \cdot 10^{-3}$ s,
 b) den nächsten Zeitpunkt, zu dem dieser Momentanwert wieder erreicht wird und
 c) den Zeitpunkt, zu dem der Maximalwert erstmalig erreicht wird, wenn zur Zeit $t = 0$ die Spannung $u = 0$ ist!

Gegeben:

$$u_{\max} = 110 \text{ V}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$t = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

Gesucht:

$$u = u(2,5 \text{ ms})$$

Lösung:

$$u = u_{\max} \cdot \sin \omega t; \quad \omega = 2\pi \cdot f$$

$$u = u_{\max} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t)$$

$$u = 110 \text{ V} \cdot \sin(2\pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ s})$$

$$u = 110 \text{ V} \cdot \sin(100\pi \cdot 2,5 \cdot 10^{-3})$$

$$u = 110 \text{ V} \cdot \sin \frac{\pi}{4}$$

$$u = 110 \text{ V} \cdot \frac{1}{2} \sqrt{2}$$

$$\underline{u = 77,7 \text{ V}}$$

Der Momentanwert der Spannung zur Zeit $t = 2,5$ ms beträgt 77,7 V.

- b) Dieser Wert wird nach der Schwingungsdauer T wieder erreicht: $t = 2,5 \text{ ms} + T$.

Lösung:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50 \text{ Hz}} = 0,02 \text{ s} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

$$t = (2,5 + 20) \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

$$\underline{t = 22,5 \cdot 10^{-3} \text{ s}}$$

Der Momentanwert wird zur Zeit $t = 22,5 \cdot 10^{-3}$ s wieder erreicht.

- c) Falls zur Zeit $t = 0$ die Spannung $u = 0$ ist, wird der Maximalwert erstmalig nach der Zeit $t_1 = \frac{T}{4}$ erreicht. Aus $T = \frac{1}{f}$ folgt mit $f = 50$ Hz, daß $T = 0,02$ s ist.

$$\text{Also } t_1 = \frac{0,02 \text{ s}}{4} = 0,005 \text{ s.}$$

Der Maximalwert wird erstmalig nach 0,005 s erreicht.

306 Zeichnen Sie das i - t -Diagramm eines Wechselstromes für $i(0) = 0$, mit der Maximalstromstärke $i_{\max} = 4$ A und der Frequenz $f = 25$ Hz!

307 Zum Betrieb elektrischer Lokomotiven wird in manchen Ländern Gleichstrom verwendet:

50-Hz-Wechselstrom z. B. in der ČSSR, Ungarn, Nordfrankreich, auf der Strecke Blankenburg-Königshütte in der DDR;

25-Hz-Wechselstrom z. B. in Frankreich;

16 $\frac{2}{3}$ -Hz-Wechselstrom z. B. in der DDR, BRD, Schweden, Norwegen, Österreich, Schweiz;

Gleichstrom z. B. in der UdSSR, VR Polen, Italien, Südfrankreich, Belgien, Niederlande, England.

Schwingungen

- a) Berechnen Sie Kreisfrequenz und Schwingungsdauer der verwendeten Wechselströme!
 b) Welche Probleme ergeben sich aus den unterschiedlichen Stromarten und dem Benutzen mehrerer Frequenzen im internationalen Eisenbahnverkehr?

- 308** Zeichnen Sie in ein u - φ -Diagramm die Momentanwerte der elektrischen Spannungen ein, die in der rotierenden Leiterschleife beim Durchlaufen der gezeichneten Stellungen entstehen (Bild 62)! Geben Sie eine Begründung für den Betrag dieser Momentanwerte!

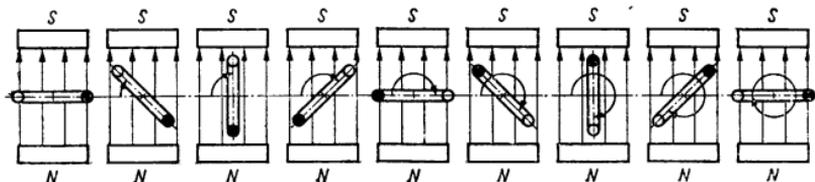


Bild 62 zu Aufgabe 308

↗ LB Kl. 10, S. 158, Aufg. 79

- 309** Worin gleichen und worin unterscheiden sich die Oszillografenbilder von drei Wechselspannungen mit den Frequenzen $f = 16 \frac{2}{3}$ Hz, $f = 25$ Hz und $f = 50$ Hz, wenn die Wechselspannungen die gleichen Effektivwerte besitzen? Skizzieren Sie die zu erwartenden Oszillografenbilder!
- 310** In den Bildern 63 a bis c sind die u - t -Diagramme dreier Wechselspannungen dargestellt. Vergleichen Sie diese Diagramme bezüglich der Kenngrößen elektrischer Schwingungen!

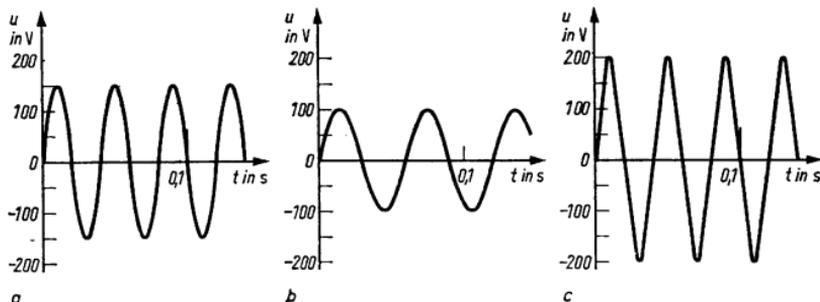


Bild 63 zu Aufgabe 310

- 311** Für den Bau von Wechselstromgeneratoren bestehen zwei prinzipiell unterschiedliche technische Möglichkeiten hinsichtlich der Funktionen von Rotor und Stator. Lesen Sie dazu im Lehrbuch Physik, Klasse 10, Seite 64, nach, und beschreiben Sie die beiden konstruktiven Möglichkeiten! Schätzen Sie die Vor- und Nachteile beider Lösungen ein!

- 312** Zwei in Reihe geschaltete Wechselstromgeneratoren liefern bei gleicher Frequenz die Spannungen $u_{\max 1} = 155 \text{ V}$ und $u_{\max 2} = 310 \text{ V}$. Welche Gesamtspannung ergibt sich, wenn u_1 und u_2 zur gleichen Zeit die Nulllage
- in gleicher Richtung,
 - in entgegengesetzter Richtung durchlaufen? Begründen Sie Ihre Aussage!

- 313** Ergänzen Sie in der folgenden Tabelle die fehlenden Begriffe!

1 Schwingung eines Federschwingers	1' Wechselstrom
2 ...	2' Momentanwert
3 Amplitude	3' ...
4 ...	4' Frequenz
5 ...	5' Effektivwert
6 ...	6' Spannung u oder Stromstärke i
7 mechanische Schwingung	7' ...

- 314** Bild 64 zeigt das Modell eines Zungenfrequenzmessers für Wechselstrom. Die verschiedenen Blattfedern haben bestimmte Eigenfrequenzen. Erklären Sie die Funktion des Zungenfrequenzmessers zur Ermittlung der Frequenz von Wechselströmen!

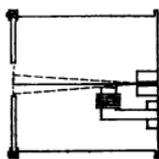


Bild 64 zu Aufgabe 314

↗ LB Kl. 10, S. 158, Aufg. 80

Gesetzmäßigkeiten im Wechselstromkreis

- 315** Geben Sie die Bedingungen an, unter denen das Ohmsche Gesetz auch im Wechselstromkreis gültig ist!
- 316** Welche Gleichspannung kann an einem mit Netzspannung betriebenen Gleichrichter höchstens abgenommen werden? Wie erklären Sie es, daß dieser Höchstwert praktisch nicht erreicht wird?
- 317** Begründen Sie, weshalb für Schülerexperimente die Arbeitsschutzanordnung für Wechsel- und Gleichstrom unterschiedliche Spannungen von $42 \text{ V} \sim$ bzw. 60 V — erlaubt!
- 318** Ein Schüler bestimmt den Widerstand eines ausgespannten, mehrere Meter langen isolierten Kupferdrahtes für Gleich- und für Wechselstrom. Anschließend wiederholt er das Experiment, wickelt dazu aber denselben Draht auf einen Nagel und bestimmt nun erneut den Widerstand für beide Stromarten.

Schwingungen

- a) Was stellt er beim 1. Versuch fest?
- b) Welches Ergebnis findet er beim 2. Versuch?
- c) Wie sind die Ergebnisse zu erklären?
 \nearrow LB Kl. 10, S. 158, Aufg. 85 und 86

319 Zeichnen Sie jeweils in ein Diagramm den zeitlichen Verlauf einer Wechselstromstärke und einer Wechselspannung in einem Stromkreis

- a) mit einer Spule,
- b) mit einem Kondensator!

Geben Sie eine Erklärung für die auftretenden Unterschiede!

320 Die Bilder 65a bis c zeigen für verschiedene Wechselstromkreise den zeitlichen Verlauf der Stromstärke i und der Spannung u .

- a) Lesen Sie jeweils die zeitliche Verschiebung t ab!
- b) Welche elektrischen Bauelemente verursachen die dargestellten Erscheinungen?

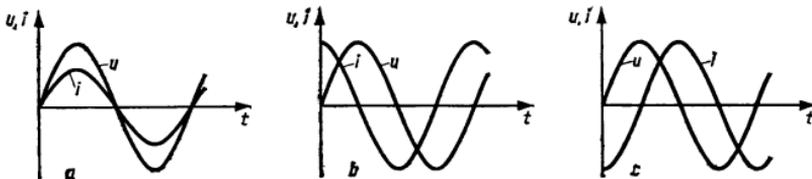


Bild 65 zu Aufgabe 320

321 In den Bildern 66a und b sind jeweils die Kurven für $u = f(t)$ und für $i = f(t)$ dargestellt.

- a) Bestimmen Sie dazu grafisch die Leistungskurven!
- b) Geben Sie an, welches elektrische Bauelement sich jeweils im Wechselstromkreis befindet!
- c) Erläutern Sie die physikalischen Auswirkungen der Unterschiede in den beiden Leistungskurven!

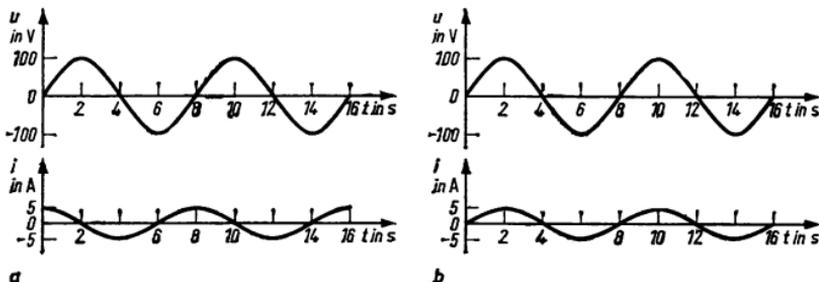


Bild 66 zu Aufgabe 321

Anleitung: Ermitteln Sie für $t = 0, 1, 2, 3, 4, \dots, 8$ s aus den grafischen Darstellungen den Wert für u bzw. i , bilden Sie die Produkte $p = u \cdot i$ für jeden Zeitpunkt, und zeichnen Sie diese Werte in ein p - t -Diagramm ein!

- 322** Spannungs- und Stromstärkeverlauf an einem Schichtwiderstand, an einer Spule und an einem Kondensator werden experimentell für Gleich- und Wechselstrom ermittelt. Es ergeben sich Diagramme nach den Bildern 67a bis e.

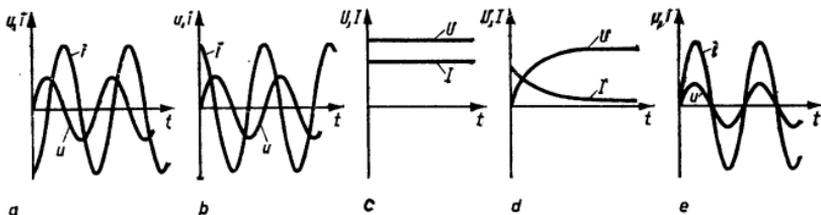


Bild 67 zu Aufgabe 322

Ordnen Sie die Bilder in die entsprechenden Stellen folgender Tabelle ein!

	Ohmscher Widerstand	Spule	Kondensator
Gleichstrom	A	B	C
Wechselstrom	D	E	F

↗ LB Kl. 10, S. 158, Aufg. 81

- 323** Zeichnen Sie die Leistungskurven für Wechselstrom, bei dem Stromstärke und Spannung gleiche Amplitude und gleiche Frequenz besitzen, zwischen denen aber eine zeitliche Verschiebung von

- $\varphi = 0$,
- $\varphi = 45^\circ$,
- $\varphi = 90^\circ$ auftritt!

Begründen Sie aus dem Vergleich der drei Diagramme, warum man aus ökonomischer Sicht bestrebt ist, eine möglichst geringe zeitliche Verschiebung zu erreichen!

Anleitung: Wählen Sie eine Schwingungsdauer von $T = 4$ s, und ermitteln Sie die Werte für u und i aus den grafischen Darstellungen! Bilden Sie die Produkte $p = u \cdot i$, und zeichnen Sie diese in ein p - t -Diagramm ein!

↗ LB Kl. 10, S. 158, Aufg. 82, 93

- 324** Zum Erreichen der Zündspannung von Leuchtstofflampen werden Drosselspulen verwendet. Dadurch erfolgt jedoch eine zeitliche Verschiebung zwischen Spannung und Stromstärke. Berechnen Sie für eine Leuchtstofflampe für 220 V/50 Hz mit einer Betriebsstromstärke $I = 0,29$ A und einer Leistung $P_W = 31$ W den Leistungsfaktor und die zeitliche Verschiebung!

Schwingungen

Gegeben:

$$U = 220 \text{ V}$$

$$I = 0,29 \text{ A}$$

$$P_W = 31 \text{ W}$$

Lösung:

$$P_S = U \cdot I$$

$$P_S = 220 \text{ V} \cdot 0,29 \text{ A}$$

$$P_S = 63,8 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi = \frac{P_W}{P_S}$$

$$\cos \varphi = \frac{31 \text{ W}}{63,8 \text{ VA}}$$

$$\cos \varphi = \underline{\underline{0,486}}$$

$$\varphi = \underline{\underline{61^\circ}}$$

Gesucht:

$\cos \varphi$

φ

Der Leistungsfaktor beträgt 0,486, die zeitliche Verschiebung $\varphi = 61^\circ$.

- 325** Der Wirkungsgrad eines Motors mit einer Leistung von 15 kW und einem Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0,8$ beträgt $\eta = 0,75$. Berechnen Sie die aufgenommene Wirkleistung!

Gegeben:

$$P_{W_{ab}} = 15 \text{ kW}$$

$$\cos \varphi = 0,8$$

$$\eta = 0,75$$

Lösung:

$$\eta = \frac{P_{W_{ab}}}{P_{W_{zu}}}$$

$$P_{W_{zu}} = \frac{P_{W_{ab}}}{\eta} = \frac{15 \text{ kW}}{0,75}$$

Gesucht:

$P_{W_{zu}}$

$$\underline{\underline{P_{W_{zu}} = 20 \text{ kW}}}$$

Die aufgenommene Wirkleistung beträgt 20 kW.

↗ LB Kl. 10, S. 158, Aufg. 92

- 326** Berechnen Sie den Leistungsfaktor $\cos \varphi$ und die zeitliche Verschiebung φ zwischen Stromstärke und Spannung für einen Wechselstrom mit der effektiven Spannung $U = 220 \text{ V}$, der Stromstärke $I = 6 \text{ A}$ und einer Wirkleistung $P_W = 1000 \text{ W}$!
- 327** Ein Generator für eine Leistung $P_S = 300 \text{ kVA}$ hat einen Wirkungsgrad $\eta = 0,92$. Welche Wirkleistung P_W muß die zugehörige Antriebsmaschine aufbringen, wenn im Netz der Leistungsfaktor $\cos \varphi = 0,8$ beträgt?

Gegeben:

$$P_{S_{ab}} = 300 \text{ kVA}$$

$$\eta = 0,92$$

$$\cos \varphi = 0,8$$

Lösung:

$$P_{S_{zu}} = \frac{P_{S_{ab}}}{\eta} = \frac{300 \text{ kVA}}{0,92}$$

$$P_{S_{zu}} = 326,1 \text{ kVA}$$

Gesucht:

$P_{S_{zu}}$

P_W

Um die Scheinleistung des Generators zu erreichen, muß die zugehörige Antriebsmaschine eine Wirkleistung aufbringen:

$$P_W = P_{S_{zu}} \cdot \cos \varphi$$

$$P_W = 326,1 \text{ kVA} \cdot 0,8$$

$$\underline{P_W = 261 \text{ kW}}$$

Die Wirkleistung beträgt 261 kW.

Transformator

↗ LB Kl. 10, S. 158, Aufg. 83

- 328** Fließt im Sekundärstromkreis eines Transformators ein Strom, wenn dieser nur aus einer geschlossenen Leiterschleife besteht? Begründen Sie Ihre Antwort!

↗ LB Kl. 10, S. 159, Aufg. 94

- 329** Ist es möglich, mit einem Transformator eine Gleichspannung von 220 V auf eine Gleichspannung von 6 V zu transformieren? Begründen Sie Ihre Antwort!

↗ LB Kl. 10, S. 158, Aufg. 84

- 330** Zur Bereitstellung geeigneter Spannungen können verstellbare Widerstände oder Transformatoren verwendet werden. Welcher Vor- bzw. Nachteil ist jeweils damit verbunden?

- 331** An einem Transformator wurde experimentell der Wirkungsgrad für verschiedene Stromstärken im Primärstromkreis bestimmt. Dabei ergab sich folgender Verlauf für η (Bild 68).

a) Was können Sie bezüglich des Wirkungsgrades für verschiedene Stromstärken aus dem Diagramm ablesen?

b) Welche Bedeutung hat diese Erkenntnis für die Auswahl eines Transformators?

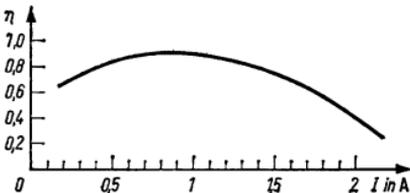


Bild 68 zu Aufgabe 331

↗ LB Kl. 10, S. 158, Aufg. 87

- 332** An einem Transformator werden im Leerlauf eine Primärspannung von 220 V und eine Sekundärspannung von 8,8 V gemessen. Bei Kurzschluß beträgt die Primärstromstärke 0,1 A.

Wie groß sind das Verhältnis der Windungszahlen und die sekundärseitige Kurzschlußstromstärke?

Gegeben:

Lösung:

Leerlauf $U_1 = 220 \text{ V}$ Für den Leerlauf gilt $U_1 : U_2 = N_1 : N_2$ (1)

$U_2 = 8,8 \text{ V}$

Schwingungen

Kurzschluß $I_1 = 0,1 \text{ A}$

Für den Kurzschluß gilt $I_1 \cdot I_2 = N_2 \cdot N_1$

(2)

Mit (1) folgt $N_1 \cdot N_2 = 220 \text{ V} : 8,8 \text{ V}$

Gesucht:

$$N_1 : N_2 = 25 : 1$$

$N_1 : N_2$

$$\text{Mit (2) folgt } I_2 = \frac{N_1}{N_2} \cdot I_1$$

I_2

$$I_2 = \frac{25}{1} \cdot 0,1 \text{ A}$$

$$\underline{\underline{I_2 = 2,5 \text{ A}}}$$

Das Verhältnis der Windungszahlen beträgt 25:1, und die sekundärseitige Kurzschlußstromstärke beträgt 2,5 A.

- 333** Begründen Sie, warum die Gleichungen für das Spannungsverhältnis und das Stromstärkeverhältnis am Transformator trotz gleicher rechter Seiten nicht zu der Gleichung

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

zusammengefaßt werden dürfen!

- 334** Bei einem Transformator mit einem Wirkungsgrad $\eta = 0,85$ wird eine Primärspannung von 220 V und eine Primärstromstärke von 0,5 A gemessen. Wie groß ist die an der Sekundärseite abgegriffene Scheinleistung?

Gegeben:

Lösung

$$\eta = 0,85$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}; P_1 = U_1 \cdot I_1$$

$$U_1 = 220 \text{ V}$$

$$P_2 = \eta \cdot P_1 = \eta \cdot U_1 \cdot I_1$$

$$I_1 = 0,5 \text{ A}$$

$$P_2 = 0,85 \cdot 220 \text{ V} \cdot 0,5 \text{ A}$$

Gesucht:

$$\underline{\underline{P_2 = 93,5 \text{ VA}}}$$

P_2

Die an der Sekundärseite abgegriffene Scheinleistung beträgt 93,5 VA.

- 335** Was versteht man unter einem „idealen“ Transformator? Welcher der drei in den Bildern 69a bis c gezeichneten Transformatoren hat den größten, welcher den kleinsten Wirkungsgrad? Geben Sie eine Begründung für Ihre Antwort!

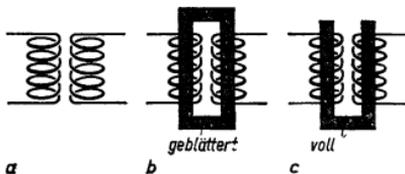


Bild 69 zu Aufgabe 335 a

b

c

- 336** Die Stromstärke in der Primärspule eines Transformators beträgt $I_1 = 0,6 \text{ A}$, die Spannung an den Enden der Spule $U_1 = 120 \text{ V}$. An der Sekundärspule werden gemessen $I_2 = 4,8 \text{ A}$ und $U_2 = 12 \text{ V}$. Berechnen Sie den Wirkungsgrad dieses Transformators!

Gegeben:

$$I_1 = 0,6 \text{ A}$$

$$U_1 = 120 \text{ V}$$

$$I_2 = 4,8 \text{ A}$$

$$U_2 = 12 \text{ V}$$

Lösung:

$$\eta = \frac{P_{S_{ab}}}{P_{S_{zu}}} = \frac{I_2 \cdot U_2}{I_1 \cdot U_1}$$

$$\eta = \frac{4,8 \text{ A} \cdot 12 \text{ V}}{0,6 \text{ A} \cdot 120 \text{ V}}$$

$$\eta = 0,8$$

Gesucht:

η

Der Transformator hat einen Wirkungsgrad von $\eta = 0,8$.

- 337** Ein idealer Transformator wird durch Ohmsche Widerstände im Sekundärstromkreis so belastet, daß im Sekundärstromkreis der Leistungsfaktor $\cos \varphi_2 = 1$ ist. Die Stromstärke in der Primärspule beträgt $I_1 = 0,5 \text{ A}$, die Spannung $U_1 = 220 \text{ V}$, die Scheinleistung im Sekundärstromkreis $P_{S_2} = 100 \text{ VA}$.

- a) Wie groß sind der Leistungsfaktor und die zeitliche Verschiebung im Primärstromkreis, und wie groß ist der Wirkungsgrad des Transformators?
 b) Kann man aus diesem Ergebnis entscheiden, ob auf der Sekundärseite eine induktive oder eine kapazitive Belastung überwiegt?

a) Gegeben:

$$U_1 = 220 \text{ V}$$

$$I_1 = 0,5 \text{ A}$$

$$\cos \varphi_2 = 1$$

$$P_{S_2} = 100 \text{ W}$$

Lösung:

$$P_{W_1} = P_{W_2}$$

$$U_1 \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_1 = P_{S_2} \cdot \cos \varphi_2$$

$$\cos \varphi_1 = \frac{P_{S_2} \cdot \cos \varphi_2}{U_1 \cdot I_1}$$

$$\cos \varphi_1 = \frac{100 \text{ VA} \cdot 1}{220 \text{ V} \cdot 0,5 \text{ A}}$$

Gesucht:

$$\cos \varphi_1$$

$$\cos \varphi_1 = 0,9090$$

$$\varphi_1$$

$$\varphi_1 \approx 24^\circ$$

Der Leistungsfaktor beträgt $\cos \varphi_1 = 0,9090$, die zeitliche Verschiebung $\varphi_1 \approx 24^\circ$.

Die zeitliche Verschiebung wird durch den induktiven Widerstand der Primärspule verursacht. Nach Voraussetzung ist der Wirkungsgrad $\eta = 1$ (idealer Transformator).

- b) Eine Entscheidung, ob eine induktive oder eine kapazitive Belastung auf der Sekundärseite überwiegt, ist nicht möglich.

↗ LB Kl. 10, S. 159, Aufg. 95

- 338** Die im RGW-Verbundsystem vereinigten sozialistischen Länder verfügten 1970 über eine jährliche Energieerzeugung von $987,4 \cdot 10^9 \text{ kWh}$. Die einzelnen sozialistischen Länder waren daran wie folgt beteiligt:

Schwingungen

UdSSR	$740,0 \cdot 10^9 \text{ kWh}$
DDR	$67,7 \cdot 10^9 \text{ kWh}$
VR Polen	$64,5 \cdot 10^9 \text{ kWh}$
ČSSR	$45,2 \cdot 10^9 \text{ kWh}$
Soz. Rep. Rumänien	$35,1 \cdot 10^9 \text{ kWh}$
Volksrep. Bulgarien	$19,5 \cdot 10^9 \text{ kWh}$
Ung. Volksrepublik	$14,5 \cdot 10^9 \text{ kWh}$

- a) Stellen Sie die Anteile der einzelnen Länder in einem Kreisdiagramm anschaulich dar!
- b) Welche Vorteile bietet das Verbundsystem?
 ↗ LB Kl. 10, S. 158, Aufg. 88, 89, 91

Schwingkreis

- 339** Erklären Sie die Entstehung elektromagnetischer Schwingungen in einem Schwingkreis!
 ↗ LB Kl. 10, S. 159, Aufg. 96 und 97
- 340** Die Schwingungen in einem elektrischen Schwingkreis sind gedämpft.
 a) Begründen Sie, weshalb keine ungedämpften Schwingungen entstehen können!
 b) Welche Energieumwandlungen im Schwingkreis sind umkehrbar, welche nicht?
 ↗ LB Kl. 10, S. 159, Aufg. 98
- 341** Erläutern Sie, daß der allgemeine Energieerhaltungssatz auch für die gedämpfte elektromagnetische Schwingung eines Schwingkreises gilt.
 ↗ LB Kl. 10, S. 159, Aufg. 99

- 342** In Bild 70 ist ein Schwingkreis dargestellt.

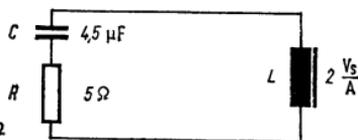


Bild 70 zu Aufgabe 342

- a) Kann mit diesem Schwingkreis eine ungedämpfte elektromagnetische Schwingung erzeugt werden?
- b) Berechnen Sie die Frequenz und die Kreisfrequenz der in diesem Schwingkreis auftretenden elektromagnetischen Schwingungen $\left(1 \text{ H} = 1 \frac{\text{Vs}}{\text{A}}\right)$.
- 343** Wie beeinflussen der Ohmsche Widerstand, die Spule und der Kondensator den Schwingungsvorgang im Schwingkreis?
- 344** Ein Schwingkreis besteht aus einem Kondensator mit der Kapazität $C = 0,5 \text{ nF}$ und einer Spule mit der Induktivität $L = 8 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Vs}}{\text{A}}$.
 Berechnen Sie die Frequenz, Kreisfrequenz und Schwingungsdauer!
- 345** Wie groß ist die Schwingungsdauer eines UKW-Senders mit der Frequenz $f = 94,6 \text{ MHz}$?

- 346** Berechnen Sie die Schwingungsdauer der elektromagnetischen Schwingung eines Schwingkreises mit der Induktivität $L = 0,6 \frac{\text{Vs}}{\text{A}}$ und der Kapazität $C = 6,5 \mu\text{F}$!

Gegeben:

$$C = 6,5 \mu\text{F}$$

$$C = 6,5 \cdot 10^{-6} \frac{\text{As}}{\text{V}}$$

$$L = 0,6 \frac{\text{Vs}}{\text{A}}$$

Gesucht:

T

Lösung:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}} = \frac{1}{T}$$

$$T = 2\pi\sqrt{L \cdot C}$$

$$T = 2\pi\sqrt{0,6 \frac{\text{Vs}}{\text{A}} \cdot 6,5 \cdot 10^{-6} \frac{\text{As}}{\text{V}}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{3,9 \cdot 10^{-6} \text{s}^2}$$

$$\underline{\underline{T = 12,4 \text{ ms}}}$$

Die Schwingungsdauer der elektromagnetischen Schwingung beträgt $T = 12,4 \text{ ms}$.

- 347** Auf dem Bildschirm eines Oszillografen werden die Bilder 71 a bis d aufgezeichnet.

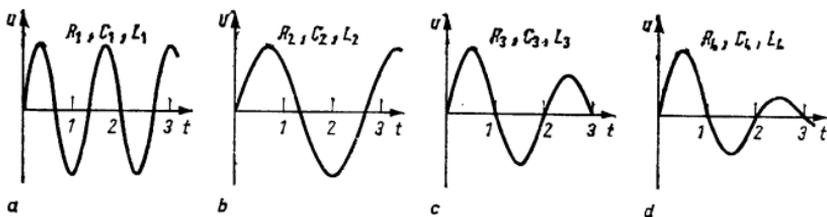


Bild 71 zu Aufgabe 347

- a) Um welche Schwingungsform handelt es sich jeweils?
 b) Was können Sie zu jedem Bild über die Größe von Kapazität, Induktivität und Ohmschem Widerstand in den einzelnen Schwingkreisen sagen?
- 348** Wie groß ist die Induktivität einer Spule in einem Schwingkreis mit der Kapazität $C = 30 \mu\text{F}$ und der Schwingungsdauer $T = 1 \text{ s}$?
- 349** Welche prinzipiellen Möglichkeiten zur Anpassung der Empfängerfrequenz an die Senderfrequenz gibt es bei einem Rundfunkgerät? Welche dieser Möglichkeiten werden im Bereich der Lang-, der Mittel-, der Kurz- und der Ultrakurzwellen genutzt? Begründen Sie Ihre Antworten!
- 350** Geben Sie die Schaltungen zur Erzeugung der in den Bildern 72a und b gekennzeichneten elektromagnetischen Schwingungen an!
- 351** In welchem Verhältnis ändert sich die Frequenz eines elektrischen Schwingkreises, wenn man die Induktivität verdoppelt und die Kapazität auf das Achtfache erhöht?

Schwingungen

Gegeben:

f_1 durch C und L

f_2 durch $8C$ und $2L$

Gesucht:

$f_1:f_2$

Lösung:

$$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{C \cdot L}}$$

$$f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{8C \cdot 2L}}$$

$$f_1:f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{C \cdot L}} : \frac{1}{2\pi\sqrt{8C \cdot 2L}}$$

$$f_1:f_2 = \frac{2\pi\sqrt{16C \cdot L}}{2\pi\sqrt{C \cdot L}}$$

$$\underline{\underline{f_1:f_2 = 4:1}}$$

Die Frequenz ändert sich im Verhältnis 4:1.

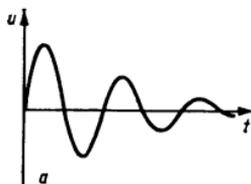
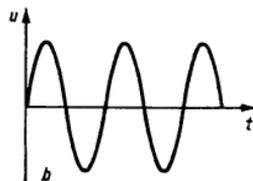


Bild 72 zu Aufgabe 350



- 352** Welche Bedingung muß erfüllt sein, wenn zwei Schwingkreise die gleiche Eigenfrequenz besitzen sollen? Ist diese Bedingung für folgende Schwingkreise erfüllt:

Schwingkreis 1: $L_1 = 4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Vs}}{\text{A}}$; $C_1 = 0,5 \mu\text{F}$

Schwingkreis 2: $L_2 = 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Vs}}{\text{A}}$; $C_2 = 4 \text{ nF!}$

Gegeben:

$$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 \cdot C_1}}$$

$$f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2 \cdot C_2}}$$

Lösung:

$$\frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 \cdot C_1}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2 \cdot C_2}}$$

$$\sqrt{L_1 \cdot C_1} = \sqrt{L_2 \cdot C_2}$$

$$\underline{\underline{L_1 \cdot C_1 = L_2 \cdot C_2}}$$

Gesucht:

Bedingungen für L_1, L_2, C_1 und C_2 , wenn $f_1 = f_2$.

Zwei Schwingkreise haben genau dann die gleiche Eigenfrequenz, wenn $L_1 \cdot C_1 = L_2 \cdot C_2$.

Gegeben:

$$L_1 = 4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Vs}}{\text{A}}$$

$$C_1 = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ F}$$

$$L_2 = 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Vs}}{\text{A}}$$

$$C_2 = 4 \cdot 10^{-9} \text{ F}$$

Lösung:

$$L_1 \cdot C_1 = L_2 \cdot C_2$$

$$L_1 \cdot C_1 = 4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Vs}}{\text{A}} \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ F} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ s}^2$$

$$L_2 \cdot C_2 = 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Vs}}{\text{A}} \cdot 4 \cdot 10^{-9} \text{ F} = 2 \cdot 10^{-12} \text{ s}^2$$

Hieraus folgt, daß $L_1 \cdot C_1 \neq L_2 \cdot C_2$, d. h. $f_1 \neq f_2$.

Gesucht:

Gilt $f_1 = f_2$?Die Bedingung $L_1 \cdot C_1 = L_2 \cdot C_2$ ist für diese Schwingkreise nicht erfüllt.

- 353** Der Schwingkreis eines Radiogerätes besitzt eine Induktivität $L = 6,25 \frac{\text{mVs}}{\text{A}}$. Auf welche Kapazität muß der Drehkondensator eingestellt werden, um mit diesem Gerät Radio DDR mit einer Sendefrequenz $f = 881 \text{ kHz}$ (Mittelwelle Sender Berlin) empfangen zu können?

↗ LB Kl. 10, S. 159, Aufg. 100

2.3. Komplexaufgaben

- 354** Welchen Einfluß haben Temperaturveränderungen auf den Gang von Pendeluhrn, die keine spezielle Vorrichtung zur Selbstregulierung besitzen?
- 355** Die Spulenwicklung eines Transformators, der für den Anschluß an das Wechselstromnetz mit einer Spannung von 110 V bestimmt ist, hat einen Ohmschen Widerstand von 10 Ω und ist für eine Stromstärke von 2 A berechnet.
- Warum brennt die Spulenwicklung beim Einschalten des Wechselstromes nicht durch?
 - Kann man diesen Transformator an ein Gleichstromnetz mit einer Spannung von 110 V anschließen?
- 356** Ermitteln Sie, wie groß die Leitungsverluste in einer 100 km langen Kupferleitung von 25 mm² Querschnitt sind, wenn eine Leistung von 100 kW bei einer Spannung von 10 kV bzw. von 220 kV übertragen werden soll! Erklären Sie aus dem ermittelten Ergebnis, weshalb die in Kraftwerken erzeugte Wechselspannung zwischen 6 kV und 10 kV für die Fernleitung auf 110 kV bis 380 kV hochtransformiert wird.

Schwingungen

Gegeben:

$$l = 100 \text{ km}$$

$$A = 25 \text{ mm}^2$$

$$P = 100 \text{ kW}$$

$$U_1 = 10 \text{ kV}$$

$$U_2 = 220 \text{ kV}$$

Lösung:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$$

$$R = 0,024 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{100\,000 \text{ m}}{25 \text{ mm}^2}$$

$$\underline{\underline{R = 96 \, \Omega}}$$

Gesucht:

R

$$P = I \cdot U$$

P_V

$$I = \frac{P}{U_1} = \frac{100\,000 \text{ W}}{10\,000 \text{ V}} = 10 \text{ A}$$

$$P_V = I^2 \cdot R$$

$$P_V = 100 \text{ A}^2 \cdot 96 \, \Omega$$

$$\underline{\underline{P_V = 9600 \text{ W}}}$$

$$I = \frac{P}{U_2} = \frac{100\,000 \text{ W}}{220\,000 \text{ V}} = 0,45 \text{ A}$$

$$P_V = I^2 \cdot R$$

$$P_V = 0,45^2 \cdot \text{A}^2 \cdot 96 \, \Omega$$

$$\underline{\underline{P_V = 19,4 \text{ W}}}$$

Die Leitungsverluste betragen in der 10-kV-Leitung 9600 W, in der 220 kV-Leitung 19,4 W.

Das Ergebnis zeigt, daß die Leitungsverluste bei höheren Spannungen geringer werden und die Energieübertragung damit ökonomischer erfolgen kann.

- 357** Wie ändert sich die Schwingungsdauer in einem Schwingkreis, wenn die Platten des Kondensators im Schwingkreis einander genähert werden?

3. Wellen

3.1. Mechanische Wellen

- 358** In welchen der abgebildeten Versuche (Bilder 73 a bis d) ist eine Übertragung des Schwingungszustandes eines Teilchens auf das andere möglich? Geben Sie eine Begründung für Ihre Entscheidung!

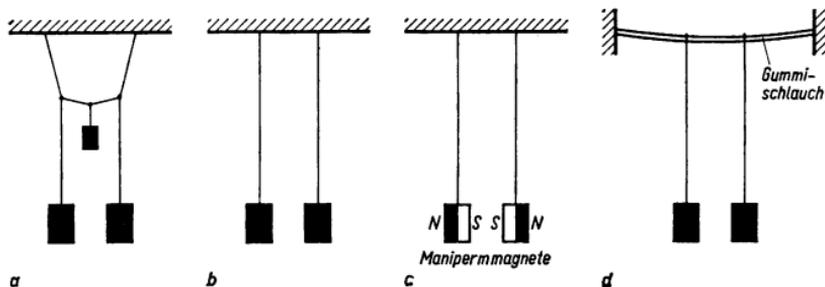


Bild 73 zu Aufgabe 358

↗ LB Kl. 10, S. 159, Aufg. 101

- 359** Die Schwinger der unter A, B und C genannten Wellen sind miteinander gekoppelt. Erklären Sie, wodurch die Kopplung bei folgenden Wellenvorgängen bewirkt wird:

A bei Wasserwellen,

B bei Schallwellen in Luft,

C bei der am Juliusschen Wellengerät entstehenden Welle!

↗ LB Kl. 10, S. 159, Aufg. 102

- 360** Eine Schwingung ist ein periodischer Vorgang, bei dem sich die Energieformen ständig ineinander umwandeln.

a) Welche Energieumwandlungen erfolgen beim Schwingen eines Fadenpendels?

b) Warum kommt das Fadenpendel nach einer gewissen Zeit zur Ruhe?

↗ LB Kl. 10, S. 159, Aufg. 105 und 106

- 361** Zwischen der Wahrnehmung eines Blitzes und dem darauffolgenden Donner vergehen 3,5 s. Wie weit ist der Blitz entfernt? (Die Schallgeschwindigkeit in Luft beträgt $333 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.)

Wellen

Gegeben:

$$v_{\text{Luft}} = 333 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$t = 3,5 \text{ s}$$

Gesucht:

s

Lösung:

$$v = \frac{s}{t} \cdot t$$

$$s = v \cdot t$$

$$s = 333 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \cdot 3,5 \text{ s}$$

$$s = \underline{\underline{1165 \text{ m}}}$$

Der Blitz ist etwa 1200 m entfernt.

- 362** Bei Windstille empfängt ein Schiff das Unterwassersignal einer Küstenstation 6,5 s früher als das gleichzeitig gesendete Luftschallsignal. Wie weit ist die Station entfernt? (Schallgeschwindigkeit: $v_W = 1425 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $v_L = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)

Gegeben:

$$v_W = 1425 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v_L = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$t_L = t_W + 6,5 \text{ s}$$

Lösung:

$$v_L \cdot t_L = s; \quad v_W \cdot t_W = s \quad | : v_W$$

$$t_W = \frac{s}{v_W} \quad (1)$$

$$v_L (t_W + 6,5 \text{ s}) = s$$

Gesucht:

s

Für t_W Gl. (1) einsetzen:

$$v_L \left(\frac{s}{v_W} + 6,5 \text{ s} \right) = s$$

$$s = \frac{6,5 \text{ s} \cdot v_L \cdot v_W}{v_W - v_L}$$

$$s = \frac{6,5 \text{ s} \cdot 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \cdot 1425 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{1425 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} - 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}$$

$$s = \underline{\underline{2900 \text{ m}}}$$

Die Station ist 2900 m entfernt.

- 363** Geben Sie ein Experiment an, mit dem man zeigen kann, daß durch eine Welle ein Energietransport ohne Stofftransport erfolgt!

↗ LB Kl. 10, S. 159, Aufg. 107 bis 109

- 364** Bei einer Explosion wurde beobachtet, daß in größerer Entfernung vom Zentrum der Detonation Fenster zerstört wurden. Ist die Behauptung richtig, daß die Zerstörung durch Gasteilchen verursacht wurde, die vom Explosionsort gegen das Fenster geschleudert wurden?

↗ LB Kl. 10, S. 159, Aufg. 103

- 365** Befestigen Sie das Ende eines Seiles an der Wand! Erzeugen Sie durch Auf- und Abbewegung des anderen Endes eine Welle! Wie können Sie die Amplitude, die Frequenz, die Ausbreitungsgeschwindigkeit und die übertragene Energie ändern?

↗ LB Kl. 10, S. 159, Aufg. 104

- 366** Eine Welle wird gedämpft. Welche Kenngrößen der Welle ändern sich? In welcher Weise ändern sie sich?
- 367** Auf dem Bildschirm eines Oszillografen wird die Schwingung einer Stimmgabel aufgezeichnet (Bild 74). Was können Sie aus diesem Bild über die durch die entstehende Schallwelle übertragene Energie aussagen?

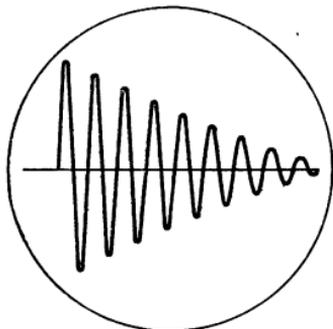


Bild 74 zu Aufgabe 367

↗ LB Kl. 10, S. 159, Aufg. 110

- 368** a) Zeichnen Sie die Wellenfronten und die Wellennormalen, die durch einen punktförmigen und durch einen geradlinigen Erreger entstehen!
- b) Erläutern Sie die Begriffe Wellenfront und Wellennormale!
- c) Welcher Zusammenhang besteht zwischen diesen Begriffen?
- 369** Wäre es beispielsweise möglich, Musik zu hören, wenn die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schalles von der Frequenz abhinge? Begründen Sie Ihre Meinung!
- ↗ LB Kl. 10, S. 160, Aufg. 111
- 370** Mit einem Wasserwellengerät werden durch einen Tupfer mit der Frequenz 25 Hz geradlinige Wellenfronten erzeugt. Die Wellenausbreitung wird an die Wand projiziert. In Wasser werden für 10 Wellenlängen 39 cm gemessen. Anschließend wird die Schale mit Alkohol gefüllt. 10 Wellenlängen ergeben jetzt eine Strecke von 30 cm.
- a) Ermitteln Sie die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle in Wasser und in Alkohol, und vergleichen Sie die Ergebnisse!
- b) Was kann über die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Wellen gleicher Frequenz in verschiedenen Stoffen aus diesem Versuch gefolgert werden?

a) Gegeben:

$$\lambda_1 = 3,9 \text{ cm}$$

$$\lambda_2 = 3,0 \text{ cm}$$

$$f_1 = 25 \text{ Hz}$$

$$f_2 = 25 \text{ Hz}$$

Lösung:

$$v = \lambda \cdot f$$

$$v_1 = \lambda_1 \cdot f_1$$

$$v_1 = 3,9 \text{ cm} \cdot 25 \text{ s}^{-1}$$

$$\underline{\underline{v_1 = 97,5 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

$$v_2 = \lambda_2 \cdot f_2$$

$$v_2 = 3,0 \text{ cm} \cdot 25 \text{ s}^{-1}$$

$$\underline{\underline{v_2 = 75,0 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

Gesucht:

$$v_1, v_2$$

Wellen

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle in Wasser ist um $22,5 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ größer als in Alkohol.

b) Daraus ist zu schließen, daß die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Wellen gleicher Frequenz in Wasser und Alkohol unterschiedlich ist.

↗ LB Kl. 10, S. 160, Aufg. 112 und 113

371 In einer wassergefüllten Schale werden durch einen geradlinigen Tupfer Wellen erzeugt. Überlegen Sie sich, was sich am entstehenden Wellenbild ändert, wenn die Frequenz der Erregung nicht verändert, dem Wasser jedoch einige Tropfen Fett zugesetzt werden bzw. anstelle von Wasser Alkohol benutzt wird!

372 Welche Frequenz hat eine Ultraschallwelle im Wasser, wenn die Ausbreitungsgeschwindigkeit $1460 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ und die Wellenlänge 24 mm betragen?

↗ LB Kl. 10, S. 160, Aufg. 114 und 115

373 Delphine senden aus der Schnauze Laute in Form gebündelter Schallwellen mit Frequenzen bis zu 170 kHz aus. Diese Ultraschallimpulse werden von Hindernissen reflektiert und vom Delphin mit dem Gehör aufgefangen. Auf diese Weise kann der Delphin Gefahrenquellen wie Klippen usw. anpeilen.

a) Welche Wellenlänge haben diese Ultraschallwellen? (Anleitung: Entnehmen Sie den Wert für die Schallgeschwindigkeit in Wasser bei 20°C dem Tafelwerk!)

b) Bei welchem Verfahren wird dieses Prinzip technisch genutzt?

↗ LB Kl. 10, S. 160, Aufg. 116, 117, 119, 120

374 Zeichnen und erläutern Sie die Wellenerscheinung, die sich in Wasser ausbildet, wenn

a) ein Stein in ein stehendes Gewässer,

b) ein Stein in ein ruhig fließendes Gewässer und

c) zwei Steine gleichzeitig etwas entfernt voneinander in ein stehendes Gewässer geworfen werden!

375 Konstruieren Sie die Wellenfronten zweier Kreiswellen, die von zwei punktförmigen Erregern im Abstand von 3 cm erzeugt werden!

a) Zeichnen Sie die Wellenberge und Wellentäler im Abstand von je $0,5 \text{ cm}$!

b) Zeichnen Sie farbig die bei der Überlagerung entstehenden Maxima und Minima ein!

376 Erklären Sie, warum der Schall auch hörbar ist, wenn Sie sich hinter einem Pfeiler befinden! Zeichnen Sie den Verlauf der Schallwellen, die von einer Stimmgabel ausgehen, vor und hinter dem Pfeiler!

↗ LB Kl. 10, S. 160, Aufg. 126

377 Wie verlaufen in den beiden in den Bildern 75a und b dargestellten Fällen die Wellen hinter dem Hindernis?

↗ LB Kl. 10, S. 160, Aufg. 118, 121, 122

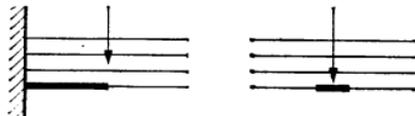


Bild 75 zu Aufgabe 377 a

b

- 378** Wie wird in Theatern und in Kinos die störende Reflexion des Schalles an den Wänden verhindert?
- 379** Eine Welle wird durch eine Wand an ihrer Ausbreitung gehindert (Bild 76). Durch Errichtung einer zweiten Wand soll erreicht werden, daß sich die Welle durch Reflexion in der ursprünglichen Richtung weiter ausbreiten kann. Zeichnen Sie eine Lösungsmöglichkeit! Erläutern Sie Ihre Lösung!

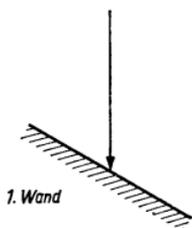


Bild 76 zu Aufgabe 379

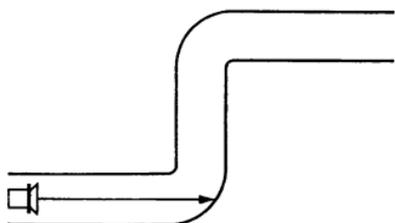


Bild 77 zu Aufgabe 380

↗ LB Kl. 10, S. 160, Aufg. 125

- 380** Schallwellen sollen durch ein zweifach abgewartetes Rohr gelenkt werden (Bild 77). Geben Sie eine mögliche Lösung für dieses Problem an! Erläutern Sie Ihre Lösung!
- 381** Eine Welle trifft unter einem Winkel α auf einen Stoff, der aus mehreren Schichten unterschiedlichen Materials besteht (Bild 78). Für die Ausbreitungsgeschwindigkeiten in den Schichten 1, 2 und 3 gilt $v_{\text{Luft}} > v_1 > v_2 > v_3$. Zeichnen Sie den Verlauf der Wellennormalen! Erläutern Sie die Zeichnung!

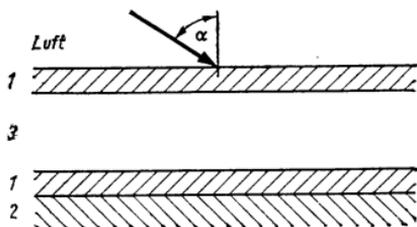


Bild 78 zu Aufgabe 381

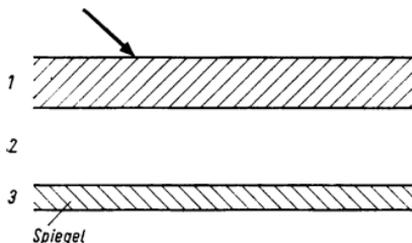


Bild 79 zu Aufgabe 383

- 382** Erklären Sie die Verringerung der durch eine Welle nach der Brechung übertragenen Energie!
 ↗ LB Kl. 10, S. 160, Aufg. 123 und 124
- 383** Zeichnen Sie die Ausbreitungsrichtung einer Welle, die die Stoffe 1, 2 und 3 durchläuft und an der unteren Grenzfläche der Schicht reflektiert wird (Bild 79). (Es gilt $v_{\text{Luft}} > v_1 > v_2 > v_3$)
- 384** In welchen der Bilder 80 a bis e ist der Vorgang der Wellenausbreitung falsch dargestellt? Begründen Sie Ihre Entscheidung!

Wellen

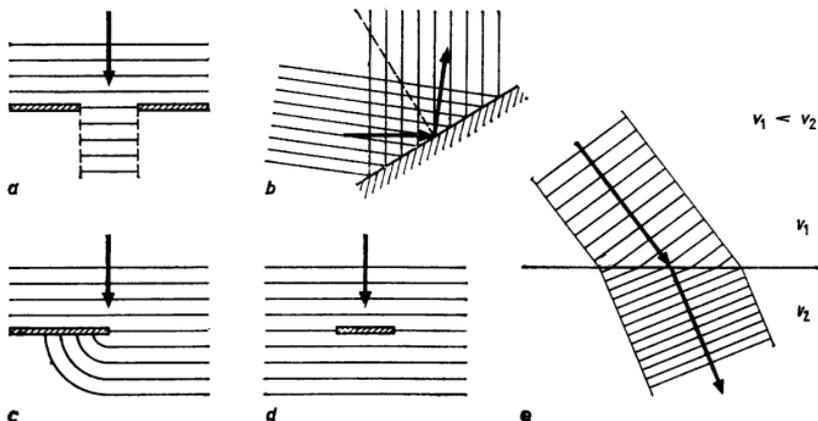


Bild 80 zu Aufgabe 384

3.2. Elektromagnetische Wellen

Lichtwellen

- 385** Ein Schüler erhielt den Auftrag, ein kurzes Stück Gummischlauch auf eine vermutliche Verstopfung hin zu untersuchen. Wie mußte er den Schlauch halten, um hindurchsehen zu können? Begründen Sie Ihre Meinung!
↗ LB Kl. 10, S. 161, Aufg. 132
- 386** Ein Spiegel wird um 20° gedreht. Um wieviel Grad verändert sich der Winkel zwischen dem einfallenden und dem reflektierten Strahl im Vergleich zum ursprünglichen Strahlenverlauf?
↗ LB Kl. 10, S. 161, Aufg. 127, 133, 136
- 387** Ein in Wasser liegender Gegenstand scheint höher zu liegen als es der Wirklichkeit entspricht. Geben Sie die Ursache an!
↗ LB Kl. 10, S. 161, Aufg. 128
- 388** Auf einem Spiegel liegt ein Glaswürfel. Durch die Luft fällt ein Lichtbündel, dessen beide Begrenzungsstrahlen in Bild 81 gekennzeichnet sind, auf den Spiegel. Wie verlaufen die reflektierten Strahlen? Zeichnen Sie den Strahlenverlauf! Begründen Sie Ihre Zeichnung!

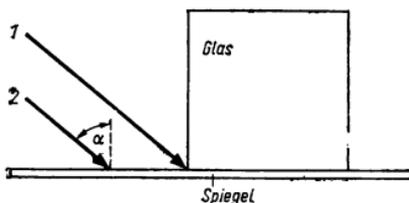


Bild 81 zu Aufgabe 388

- 389** Ein Lichtstrahl fällt wie in Bild 82 gezeichnet auf einen Spiegel. Zeichnen Sie den weiteren Strahlenverlauf ein! Geben Sie an, welche Gesetze bei diesem Versuch wirksam werden!

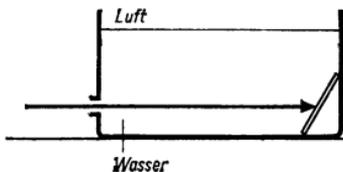
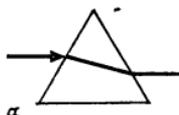


Bild 82 zu Aufgabe 389

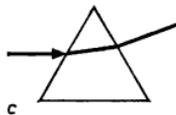
- 390** In einer Klassenarbeit wurde die Aufgabe gestellt, den Verlauf eines Lichtstrahles, der unter einem bestimmten Winkel auf ein gleichseitiges Prisma auftrifft, zu zeichnen. Die von verschiedenen Schülern angegebenen Lösungen sind in den Bildern 83 a bis d dargestellt. Welche Lösungen sind richtig, welche sind falsch? Begründen Sie Ihre Entscheidung!



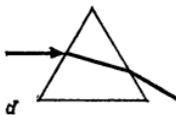
a



b



c



d

Bild 83 zu Aufgabe 390

↗ LB Kl. 10, S. 162, Aufg. 148

- 391** Welche wichtige Voraussetzung für die Ausbreitung mechanischer Wellen braucht für die Ausbreitung von Lichtwellen nicht gegeben zu sein? Begründen Sie Ihre Aussage!

- 392** Stellen Sie in einer Tabelle wesentliche unterschiedliche Eigenschaften von Schall- und Lichtwellen gegenüber!

- 393** Warum können die Beugung und Interferenz des Lichts nicht mit dem Modell des Lichtstrahles erklärt werden?

↗ LB Kl. 10, S. 161, Aufg. 137

- 394** Was ist zu beobachten, wenn man durch einen aus zwei aneinandergelegten Bleistiften gebildeten feinen Spalt auf eine entfernt stehende Kerzenflamme blickt?

↗ LB Kl. 10, S. 162, Aufg. 147

- 395** Was ist zu beobachten, wenn man durch einen feinen Spalt auf eine etwa 4 m entfernt brennende Kerze blickt? Wie heißt diese Erscheinung? (Anleitung: Schneiden Sie mit einer Rasierklinge einen etwa 3 cm bis 4 cm langen Schnitt in dünnen Karton oder in schwarzes Packpapier! Halten Sie den Spalt unmittelbar vor ein Auge!)

- 396** Der Lehrer zeigt nacheinander die Beugung des Lichts an 1, 2, 3, 4, 5, ... n Spalten. In jedem Fall ist ein Beugungsbild zu beobachten. Anschließend verringert er die Spaltbreite und führt die Versuche erneut durch. Worin unterscheiden sich die beobachteten Erscheinungen?

↗ LB Kl. 10, S. 161, Aufg. 142, 146

- 397** Beobachten Sie eine Quecksilberdampfdrucklampe und eine normale Metallfadenglühlampe durch eine Vogelfeder oder die Seidenbespannung eines Regenschirmes! Beschreiben Sie Ihre Beobachtung!
- 398** Entwerfen Sie eine Zeichnung, mit der die Entstehung eines Regenbogens erläutert werden kann!
- 399** Geben Sie den wichtigsten Unterschied zwischen einem durch Beugung und einem durch Brechung erzeugten Spektrum an!
- 400** 1849 bestimmte der französische Gelehrte Fizeau zum ersten Mal die Lichtgeschwindigkeit, indem er längs eines relativ kurzen Weges Licht auf einen Spiegel fallen ließ, der das Licht wieder reflektiert. In welcher Entfernung von der Lichtquelle befand sich der Spiegel, wenn das Licht für die Gesamtstrecke eine Laufzeit von $0,57553 \cdot 10^{-4}$ s benötigte?

Gegeben:

$$c = 3 \cdot 10^5 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$t = 0,57553 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

Lösung:

$$c = \frac{s}{t} \quad | \cdot t$$

$$s = c \cdot t$$

Gesucht:

s

$$s = 3 \cdot 10^5 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot 0,57553 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

$$s = \underline{\underline{17,3 \text{ km}}}$$

Die Meßstrecke betrug 17,3 km. Der Spiegel befand sich in etwa 8,65 km Entfernung von der Lichtquelle.

- 401** Um 1675 bestimmte Olaf Römer die Lichtgeschwindigkeit aus astronomischen Beobachtungen. Er stellte fest, daß die Verfinsterung eines Mondes des Jupiters im Winter etwa 16,5 min später erfolgte als berechnet, während die Verfinsterung im Sommer zur berechneten Zeit eintrat. Römer erkannte als Ursache, daß sich die Erde im Sommer in Jupiternähe, infolge des Erdumlaufs um die Sonne im Winter aber in der größten Entfernung vom Jupiter befindet. Das Licht mußte im Winter also einen um $300 \cdot 10^6$ km (Erdbahndurchmesser) größeren Weg zurücklegen. Errechnen Sie aus der Verspätung und dem längeren Weg die Lichtgeschwindigkeit!
↗ LB Kl. 10, S. 161, Aufg. 134 und 135
- 402** Ein Artillerieaufklärer hat ein Ziel festgestellt, das sich gleichzeitig durch Licht und Schall verrät. Die Zeit vom Aufblitzen bis zur Wahrnehmung des Schalles betrug 9,0 s. Wie groß ist die Zielentfernung?
- 403** Ein Panzerabwehrgeschütz schießt im direkten Richten auf einen Panzer. Die Explosion der Granate wird vom Abfeuern gerechnet, nach $t_1 = 0,6$ s von der Batterie gesehen und nach $t_2 = 2,1$ s gehört. Über welche Entfernung wurde geschossen, und wie groß war die Geschwindigkeit v_G der Granate im Mittel (Schallgeschwindigkeit $v_S = 340 \cdot \text{s}^{-1}$)?

Gegeben:

$$t_1 = 0,6 \text{ s}$$

$$t_2 = 2,1 \text{ s}$$

$$v_S = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Gesucht:

$$v_G$$

s

Lösung:

Die Zeit, die vergeht, bevor der Lichtblitz gesehen (Schall gehört) wird, setzt sich zusammen aus der Zeit t_G , die die Granate bis zum Erreichen des Zieles braucht, und der Zeit t_L , die das Licht, bzw. der Zeit t_S , die der Schall bis zu seiner Rückkehr braucht.

Mit $t = \frac{s}{v}$ ergibt sich für das Licht

$$\frac{s_L}{v_L} + \frac{s_G}{v_G} = t_1 \quad (1)$$

und für den Schall

$$\frac{s_S}{v_S} + \frac{s_G}{v_G} = t_2 \quad (2)$$

Da für die zurückgelegten Wege gilt $s_S = s_L = s_G$, ergibt sich nach Umformen und Auflösen nach v_G

$$v_G = \frac{(t_2 - t_1) v_L \cdot v_S}{t_1 \cdot v_L - t_2 \cdot v_S} \quad (3)$$

$$v_G = \underline{\underline{850 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

Aus (2) folgt

$$s_G = t_2 \cdot \frac{v_G \cdot v_S}{(v_G + v_S)}$$

$$s_G = \underline{\underline{510 \text{ m}}}$$

Es wurde über eine Entfernung von 510 m geschossen, die Geschwindigkeit der Granate betrug im Mittel $850 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

- 404** Im Emissionsspektrum des Wasserstoffs kann in Luft eine grüne Linie mit der Wellenlänge 846,1 nm beobachtet werden (↗ Lehrbuch Physik, Klasse 10, Farbtäfel). Welche Wellenlänge und Frequenz hätte dieses Licht in Wasser? (Anleitung: Benutzen Sie „Physik in Übersichten“ und ermitteln Sie die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Licht in Luft und in Wasser!)

Gegeben:

$$\lambda_L = 486,1 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

$$c_L = 300\,000 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$c_{\text{Wasser}} = 225\,000 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$$

Lösung:

Aus $c = \lambda \cdot f$, da f unabhängig vom Stoff, folgt

$$\frac{c_L}{\lambda_L} = \frac{c_{\text{Wasser}}}{\lambda_{\text{Wasser}}}$$

$$\lambda_{\text{Wasser}} = \frac{c_{\text{Wasser}}}{c_L} \cdot \lambda_L$$

Gesucht:

$$\lambda_{\text{Wasser}}$$

f

$$\lambda_{\text{Wasser}} = \frac{225\,000 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \cdot 486,1 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{300\,000 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}$$

$$\lambda_{\text{Wasser}} = \underline{\underline{365 \cdot 10^{-9} \text{ m}}}$$

$$f = \frac{c}{\lambda_L}$$

$$f = \frac{3,00000 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{4,86 \cdot 1 \cdot 10^{-7} \text{ m}}$$

$$\underline{\underline{f = 6,17 \cdot 10^{14} \text{ Hz}}}$$

Das Licht hat in Wasser eine Wellenlänge von $365 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ und eine Frequenz von $6,17 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.

- 405** Blaues Licht mit der Wellenlänge $\lambda = 400 \text{ nm}$ fällt auf ein Kronglasprisma und in einem 2. Versuch auf ein Flintglasprisma.
- Wie groß ist die Wellenlänge dieses Lichts in jedem Prisma?
 - In welchem Stoff wird das Licht stärker gebrochen?
(Anleitung: Entnehmen Sie die Ausbreitungsgeschwindigkeiten für Licht in Kron- und Flintglas dem Tafelwerk!)
- 406** Beim Übergang des Lichts aus Luft in einen festen oder flüssigen Körper verändert sich die Wellenlänge des Lichts, trotzdem bleibt die Farbe erhalten. Warum?
↗ LB Kl. 10, S. 161, Aufg. 143
- 407** Warum tritt beim Durchgang des Sonnenlichts durch eine Fensterscheibe keine Farbzerlegung auf?
- 408** Ein luftgefülltes Prisma befindet sich in einem wassergefüllten Trog. Auf das Prisma fällt Sonnenlicht.
- Wie sieht das hinter dem Prisma entstehende Spektrum aus? Zeichnen Sie den Strahlengang und begründen Sie das Ergebnis!
 - Was wäre zu beobachten, wenn der Trog luftgefüllt und das Prisma mit Wasser gefüllt wäre?
- 409** Bereits vor 3000 Jahren versuchten die Inder eine Erklärung für die bei vielen optischen Vorgängen auftretenden Farberscheinungen zu geben. Sie vermuteten, daß die Ursache darin zu suchen sei, daß das auffallende Licht durch die Stoffe gefärbt würde. Wie könnte man diese Vermutung prüfen?
- *410**
- Stellen Sie die Wellenlänge der Spektralfarben in Form eines Termschemas dar!
(Anleitung: Benutzen Sie dazu den Hinweis im Lehrbuch Physik, Klasse 10, Bild 117/1, und die Wellenlängentabelle auf Seite 121, Tabelle 121/1!)
 - Lösen Sie dieselbe Aufgabe für die sieben Spektrallinien des He-Atoms (↗ Farbtafel im Lehrbuch Physik, Klasse 10)!
- 411** In einem Spektralapparat werden verschiedene Substanzen untersucht. Geben Sie an, was für ein Spektrum entsteht, wenn a) Kohlebogenlicht, b) das Licht einer Quecksilberlampe, c) eine Natriumflamme im Kohlebogenlicht und d) eine Natriumflamme beobachtet wird!
↗ LB Kl. 10, S. 162, Aufg. 144
- 412** Das Prismenspektrum des Sonnenlichtes zeigt zahlreiche dunkle Linien, die durch Absorption in der Gashölle der Sonne entstanden sind. Einige sehr kräftige Linien haben die Wellenlänge 396,85 nm, 430,77 nm, 486,13 nm, 527,00 nm, 589,28 nm, 656,28 nm, 686,72 nm und 760,82 nm.

- a) Ermitteln Sie anhand der Farbtafel im Lehrbuch Physik, Klasse 10, in welchen Farbbereichen des kontinuierlichen Spektrums diese Linien liegen!
 b) Welche Schlußfolgerung kann aus den beobachteten Absorptionslinien gezogen werden?

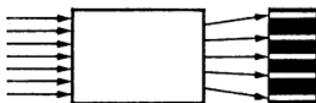
413 Ordnen Sie folgende Aussagen einander zu!

- A Die Stärke der Brechung hängt ...
 B Die Farbe des Lichts hängt ...
 C Die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts hängt ...
 D Die Intensität der Beugungstreifen hängt ...
 E Die Frequenz des emittierten Lichts hängt ...
 F Die Art des Spektrums hängt ...

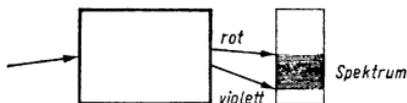
- 1 ... von der Art des Stoffes ab.
 2 ... von der benutzten Lichtquelle und dem zwischen Lichtquelle und Prisma befindlichen Stoff ab.
 3 ... von der Anzahl der Spalte ab.
 4 ... von der Energiedifferenz zwischen Anfangs- und Endzustand ab.
 5 ... von der Größe des Einfallswinkels ab.
 6 ... von der Frequenz des Lichts ab.

↗ LB Kl. 10, S. 162, Aufg. 145

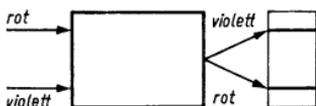
414 Welche optischen Bauteile befinden sich im Inneren der „Schwarzen Kästen“ (Bilder 84 a bis d)?



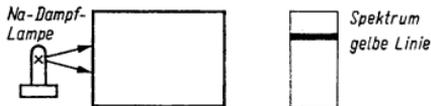
a



b



c



d

Bild 84 zu Aufgabe 414

↗ LB Kl. 10, S. 161, Aufg. 138 bis 141

Hertzische Wellen

415 Weshalb ist es nicht möglich, durch einen geschlossenen Schwingkreis Energie auf größere Entfernungen zu übertragen?

↗ LB Kl. 10, S. 162, Aufg. 149, 150, 152, 153

416 In Bild 85 a bis d sind die Zustände eines elektrischen Schwingkreises zu verschiedenen Zeitpunkten dargestellt. Ergänzen Sie diese Darstellung durch die Angabe der entsprechenden Zustände an einem Dipol, und geben Sie eine kurze Beschreibung der Darstellung!

Wellen

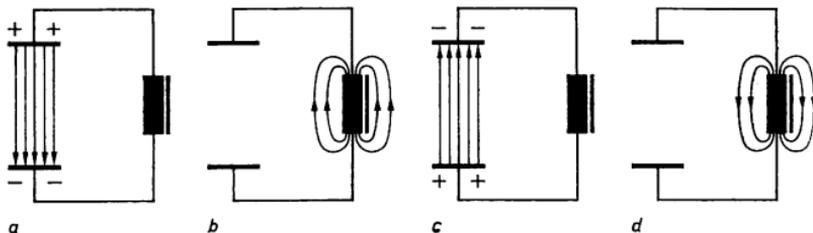


Bild 85 zu Aufgabe 416

- 417** Im Rahmen einer Intervisionsendung wird eine Opernaufführung der Berliner Staatsoper in die Sowjetunion übertragen. Wer hört als erster den Beginn der Oper: der Berliner Theaterbesucher, der in der Oper 30 m von der Bühne entfernt sitzt, oder der Fernsehzuschauer, der in Moskau die Übertragung hört? (Geradlinige Entfernung Berlin—Moskau rund 3700 km.)

Gegeben:

$$v_S = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$s_0 = 30 \text{ m}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$s_F = 3700 \cdot 10^3 \text{ m}$$

Gesucht:

$$t_0$$

$$t_F$$

Lösung:

$$t_0 = \frac{s_0}{v_S} = \frac{30 \text{ m}}{340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}$$

$$\underline{\underline{t_0 = 0,088 \text{ s}}}$$

$$t_F = \frac{s_F}{c} = \frac{3700 \cdot 10^3 \text{ m}}{3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}$$

$$\underline{\underline{t_F = 0,0123 \text{ s}}}$$

Die Laufzeit des Schalles beträgt 88 ms, die Laufzeit der elektromagnetischen Welle 12 ms. Der Fernsehzuschauer in Moskau vernimmt die Musik früher als der Opernbesucher in Berlin.

- 418** Worauf sind die „Geisterbilder“ (Doppelkonturen) beim Fernsehen zurückzuführen?
- 419** Führen Sie folgenden Versuch durch: Ein Transistor-Taschenempfänger (Mikki, Stern-Club, Kosmos u. ä.) wird auf größte Lautstärke eingestellt und anschließend in einen Aluminiumtopf und in ein Einkochglas gestellt, ohne die Lage des Empfängers zu verändern. Was beobachten Sie jeweils?
 ↗ LB Kl. 10, S. 162, Aufg. 151
- 420** Was bedeutet die Ansage eines Rundfunksprechers: „Sie hören uns im 41-m-Band auf der Frequenz 7185 kHz!“
- 421** Die Frequenz eines Sendeschwingkreises wird auf das Dreifache erhöht. Wie verändert sich die Wellenlänge der abgestrahlten Wellen?

Gegeben:

$$f_{\text{neu}} = 3 \cdot f_{\text{alt}}$$

Gesucht:

$$\lambda_{\text{neu}}$$

Lösung:

$$c = \lambda \cdot f$$

$$c = \lambda_{\text{neu}} \cdot f_{\text{neu}}$$

$$c = \lambda_{\text{neu}} \cdot 3 \cdot f_{\text{alt}}$$

$$\lambda_{\text{neu}} = \frac{c}{3 \cdot f_{\text{alt}}}$$

Die Wellenlänge wird auf ein Drittel der ursprünglichen verringert.

- 422** Ein Schwingkreis strahlt eine elektromagnetische Welle mit einer Wellenlänge $\lambda = 3 \text{ km}$ ab. In welcher Zeit erfolgt eine volle Schwingung im Schwingkreis?
- 423** Für den internationalen Seeverkehr ist durch ein internationales Abkommen die Frequenz $f = 500 \text{ kHz}$ als Seenotwelle festgelegt worden.
a) Berechnen Sie die entsprechende Wellenlänge!
b) Weshalb ist eine solche Vereinbarung notwendig?
- 424** Eine Funkstation R-105 sendet auf der „Welle 428“. Die Einheit der Wellenskala beträgt 100 kHz . Berechnen Sie die Wellenlänge, auf der die Station arbeitet!
- 425** Ein Rundfunkempfänger ist für einen Empfang auf Lang-, Mittel-, Kurz- und Ultrakurzwellen ausgelegt. Vervollständigen Sie die folgende Tabelle!

Wellenbereich	Wellenlänge		Frequenz	
	von	bis	von	bis
LW	2000 m	187 m	515 kHz	285 kHz
MW				
KW	3,42 m		6 kHz	7,3 MHz
UKW				

- 426** Ermitteln Sie, zu welchen Wellenbereichen folgende Wellenlängen bzw. Frequenzen gehören!
(Anleitung: Verwenden Sie dazu die Übersicht über die internationalen Wellenbereiche im Lehrbuch Physik, Klasse 10, S. 133!)

a)

Wellenlänge	Wellenbereich
25,5 m	...
1115 m	...
49,5 m	...
243 m	...
2,7 m	...

b)

Frequenz	Wellenbereich
5300 kHz	...
92,6 MHz	...
849,5 kHz	...
187500 Hz	...
88,7 MHz	...

↗ LB Kl. 10, S. 162, Aufg. 156, 157, 161, 154

427 Um am Empfangsort die vorhandene Feldstärke möglichst maximal zu nutzen, muß die Antenne auf die Sendefrequenz abgestimmt sein. Das ist gewährleistet, wenn die Antennenlänge der Beziehung $l = \frac{\lambda}{2}$ genügt.

- a) Berechnen Sie die Länge des Dipols für die Fernsehsender auf den Kanälen 8, 9 und 10! (Anleitung: Entnehmen Sie die Sendefrequenzen der Zeitschrift FF dabei, und berechnen Sie die Antennenlängen jeweils für einen mittleren Frequenzwert des angegebenen Frequenzbereiches!)
- b) Um wieviel Zentimeter differiert die Antennenlänge für Kanal 8, wenn Sie die Antennenlänge für die untere und die obere Frequenzgrenze dieses Frequenzbereiches berechnen?

428 Um Störungen des Funkverkehrs zu vermeiden, ist für experimentelle Zwecke von der Deutschen Post die Frequenz $f = 434$ MHz freigegeben worden.

- a) Welcher Wellenlänge entspricht diese Frequenz?
- b) Welche Kapazität müßte ein entsprechender Schwingkreis haben, wenn seine Induktivität $L = 10^{-9} \frac{\text{Vs}}{\text{A}}$ beträgt?

a) Gegeben:

$$f = 434 \text{ MHz}$$

Gesucht:

λ

Lösung:

$$c = \lambda \cdot f \quad | : f$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{434 \cdot 10^6 \text{ s}^{-1}}$$

$$\lambda = \underline{\underline{0,69 \text{ m}}}$$

b) Gegeben:

$$f = 434 \text{ MHz}$$

$$L = 150 \cdot 10^6 \frac{\text{Vs}}{\text{A}}$$

Gesucht:

C

Lösung:

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L \cdot C}} \quad | \text{quadrieren und nach C auflösen}$$

$$C = \frac{1}{4\pi^2 \cdot f^2 \cdot L}$$

$$C = \frac{1}{4\pi^2 \cdot (434 \cdot 10^6 \cdot \text{s}^{-1})^2 \cdot 10^{-9} \cdot \text{VsA}^{-1}}$$

$$C = \frac{\text{As}^2}{4\pi^2 \cdot 4,34^2 \cdot 10^7 \text{ Vs}}$$

$$C = 135 \cdot 10^{-12} \text{ F}$$

$$C = \underline{\underline{135 \text{ pF}}}$$

Der Frequenz 434 MHz entspricht eine Wellenlänge von 0,69 m. Der Schwingkreis müßte eine Kapazität von 135 pF besitzen.

↗ LB Kl. 10, S. 162, Aufg. 158 bis 160

429 Bereiten Sie sich auf einen Kurzvortrag über Möglichkeiten zur Übermittlung von Informationen über größere Entfernungen vor! Entwerfen Sie dazu eine Tabelle, in der Sie das Verfahren und, soweit möglich, die Zeit seiner Erfindung sowie den Namen des Erfinders

festhalten? (Anleitung: Leihen Sie sich dazu vom Physiklehrer oder aus einer Bibliothek die Zeitschrift „technikus“, Heft 5/1966, aus, und lesen Sie den Beitrag „Michelmann kommt“, S. 31 bis 33!)

- 430** Der erste Vorstoß zum Mars erfolgte am 1. 11. 1962 mit dem Start der sowjetischen Sonde Mars 1. Dabei wurde bis auf eine Entfernung von 106 Millionen Kilometer die Funkverbindung aufrechterhalten. Wie lange brauchte ein Funksignal, um diese Entfernung zurückzulegen?

Gegeben:

$$s = 106 \cdot 10^6 \text{ km}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Lösung:

$$c = \frac{s}{t} \quad | \cdot \frac{t}{c}$$

Gesucht:

$$t = \frac{s}{c}$$

t

$$t = \frac{106 \cdot 10^6 \text{ m}}{3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}} = 353 \text{ s}$$

$$\underline{\underline{t \approx 6 \text{ min}}}$$

Die Laufzeit des Signals betrug etwa 6 min.

↗ LB Kl. 10, S. 163, Aufg. 169

- 431** Mit einem Radargerät der Frequenz 111,5 MHz und einer Impulslaufzeit von 2,56 s wurde 1946 die Entfernung des Mondes von der Erde bestimmt.

- a) Wie groß ist diese Entfernung?
b) Welche Wellenlänge wurde verwendet?

- 432** Ein Flugzeug wird mit einem Radargerät angepeilt (Bild 86). Die Radarantenne sei um 2° gegenüber der Horizontalen geneigt. Die ausgesandten Signale werden nach 1 ms wieder empfangen. Wie weit ist das Flugzeug noch entfernt und wie hoch fliegt es?

Gegeben:

$$\varphi = 2^\circ$$

$$t = 1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ s}$$

Lösung:

$$c = \frac{2 \cdot s_1}{t}$$

Gesucht:

s
h

$$s_1 = \frac{c \cdot t}{2}$$

$$s_1 = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \cdot 10^{-3} \text{ s}}{2}$$

$$s_1 = 150 \cdot 10^3 \text{ m}$$

$$h = s_1 \cdot \sin \varphi$$

$$h = 150 \text{ km} \cdot \sin 2^\circ$$

$$h = 150 \text{ km} \cdot 0,0349$$

$$\underline{\underline{h = 5,23 \text{ km}}}$$

Wellen

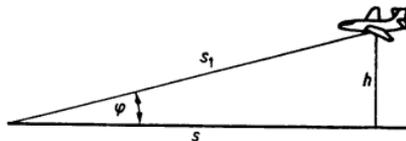
$$s = s_1 \cdot \cos \varphi$$

$$s = 150 \text{ km} \cdot \cos 2^\circ$$

$$s = 150 \text{ km} \cdot 0,9994$$

$$\underline{\underline{s = 150 \text{ km}}}$$

Bild 86 zu Aufgabe 432



Das Flugzeug ist noch 150 km entfernt. Es fliegt in einer Höhe von etwa 5000 m.
 ↗ LB Kl. 10, S. 163, Aufg. 167, 168, 162 bis 164

- 433** Geben Sie an, welche Baugruppe in Bild 87 dem Schwingkreis entspricht, welche der Demodulation und Gleichrichtung dient und welche Baugruppe den Verstärker darstellt!

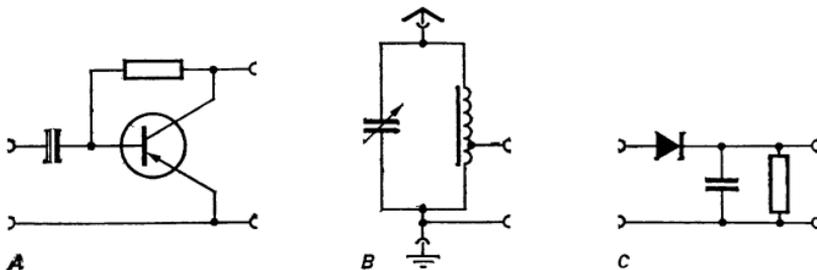


Bild 87 zu Aufgabe 433

Woran ist zu erkennen, daß mit dem dargestellten Empfänger Hertzsche Wellen verschiedener Wellenlängen ausgesiebt werden können?

↗ LB Kl. 10, S. 163, Aufg. 165

- 434** Drei Schüler streiten sich über die Antwort auf die Frage: „Welche Aufgabe hat der Abstimmkreis eines Rundfunkempfängers?“

Schüler

A meint: „... die niederfrequente Trägerschwingung aufzunehmen“,

B behauptet: „... die modulierte Trägerschwingung aufzunehmen“,

C ist der Meinung: „... die modulierte Trägerschwingung zu demodulieren“.

Wer hat Recht?

- 435** Im Unterricht erhält der Lehrer auf die Frage „Welche Aufgabe hat die Gleichrichtungs- und Demodulationsstufe eines Rundfunkempfängers?“ drei verschiedene Antworten:

Schüler

A antwortet: „... den ankommenden Wechselstrom in Gleichstrom umzuwandeln“,

B „... die untere Halbwelle des ankommenden Wechselstromes abzuschneiden und die niederfrequente von der Trägerschwingung zu trennen“,

C „... die untere Halbwelle des ankommenden Wechselstromes abzuschneiden“.

Welche Antwort ist richtig?

- 436** Die Ausbreitung der Ultrakurzwellen ist der Ausbreitung des Lichts sehr ähnlich. Sie breiten sich nahezu geradlinig aus. Kennzeichnen Sie in Bild 88 die Gebiete, in denen praktisch kein Empfang möglich ist!



Bild 88 zu Aufgabe 436

↗ LB Kl. 10, S. 162, Aufg. 155, 166

- 437** Im Februar 1920 hörte Lenin zum ersten Mal eine Rundfunksendung und äußerte in diesem Zusammenhang: „Wieviel unsagbar Gutes wird das Radio den Menschen geben. Es ist das Wunder unseres Jahrhunderts.“

Wie beurteilen Sie vom heutigen Standpunkt diese Äußerung Lenins?

- 438** Bereiten Sie sich auf einen Kurzvortrag zum Thema „Über die Ausbreitung Hertzscher Wellen verschiedener Wellenlängen“ vor, und entwickeln Sie dazu eine Tabelle!
(Anleitung: Lesen Sie den Beitrag von B. Weitzmann: Die „tote Zone“ oder wie breiten sich Radiowellen aus. In: „technik“, Heft 5/1969, S. 17 bis 19!)

- 439** Stellen Sie in einer Tabelle unter Benutzung des Lehrbuches Physik, Klasse 10, die Namen, das Jahr und die Leistungen von Forschern zusammen, die sich besondere Verdienste bei der Erforschung und Anwendung der Hertzschen Wellen erworben haben!

Röntgenstrahlen

↗ LB Kl. 10, S. 163, Aufg. 170 bis 172

- 440** Warum ist es erforderlich, metallhaltige Salze in Form eines Breies einzunehmen, wenn beispielsweise eine Röntgenaufnahme des Magens erfolgen soll? Warum ist eine derartige Vorbereitung beim Röntgen von Knochenbrüchen nicht erforderlich?

- 441** In der Richtlinie für den Arbeits- und Brandschutz im naturwissenschaftlichen Unterricht vom 25. 5. 1967 heißt es im § 16: „Röntgenröhren dürfen nur . . . unter Verwendung von Abschirmvorrichtungen betrieben werden . . . Die Durchstrahlung menschlicher Körperteile ist verboten.“

Begründen Sie die Notwendigkeit dieser Forderung!

↗ LB Kl. 10, S. 163, Aufg. 173

- 442** Vergleichen Sie die Unterschiede in der Erzeugung, in den Bedingungen für das Auftreten und in der Strahlungsdauer bei Röntgenstrahlen und bei radioaktiven Strahlen!

- 443** Begründen Sie, weshalb die Katode einer Röntgenröhre in Form eines „Hohlspiegels“ ausgebildet ist und weshalb die Anode unter einem Winkel von 45° abgeschragt ist!

3.3. Komplexaufgaben

- 444** In dem Buch „Geschichte des großen Krakeels zwischen Iwan Iwanowitsch und Iwan Nikiforowitsch“ gibt Nikolai Gogol folgende Schilderung: „In dem Zimmer, das Iwan Iwanowitsch betrat, herrschte vollkommene Finsternis. Die Läden waren zugemacht, der Sonnenstrahl, der durch das Guckloch hereindrang, leuchtete in den Regenbogenfarben und malte auf die Rückwand eine bunte Landschaft: Binsendächer, Bäume und Kleidungsstücke, die im Hofe hingen; alles auf dem Kopf stehend.“
Äußern Sie sich zu der beschriebenen Erscheinung!
- 445** Zwischen den Polen eines Hufeisenmagneten befindet sich ein geladener Kondensator. Im Kondensator überlagern sich ein elektrisches und ein magnetisches Feld. Kann man dieses Feld als elektromagnetisches Feld bezeichnen? Begründen Sie Ihre Antwort!
- 446** „Wir haben eine Entdeckung gemacht, deren Bedeutung jetzt kaum jemand übersehen kann, . . .“, so äußerte sich A. St. Popow, der Erfinder der drahtlosen Telegrafie, im Frühjahr 1895 unmittelbar vor seinem berühmt gewordenen Vortrag auf der Sitzung der russischen physikalisch-chemischen Gesellschaft der Petersburger Universität. Nehmen Sie zu dieser Äußerung vom heutigen Standpunkt aus Stellung!
- 447** Die Prüfung von Werkstoffen ist sowohl mit radioaktiven Strahlen als auch mit Röntgenstrahlen möglich. Welche Vor- bzw. Nachteile hat jedes Verfahren? Ordnen Sie Ihre Kenntnisse in einer Tabelle!

↗ LB Kl. 10, S. 163, Aufg. 174 bis 178

Lösungen

Klasse 9, Klasse 10

Mechanik

Elektrizitätslehre

Kernphysik

Schwingungen

Wellen

- 1 a) Der Kolben führt eine Hin- und Herbewegung (Schwingung) im Zylinder aus. Der Richtungssinn der Geschwindigkeit verläuft abwechselnd zum Erdmittelpunkt hin und vom Erdmittelpunkt weg.
 b) Der Kolben führt zwei geradlinige Bewegungen aus. Die Geschwindigkeitsvektoren stehen senkrecht aufeinander.
- 2 a) Das Werkstück führt gegenüber dem Bezugssystem Erde zwei geradlinige Bewegungen aus. Die Geschwindigkeitsvektoren der Teilbewegungen stehen senkrecht aufeinander.
 b) Gegenüber dem Bezugssystem Erde führt das Werkstück eine geradlinige Bewegung aus. Der Richtungssinn der Geschwindigkeit verläuft zum Erdmittelpunkt.
- 3 a) beschleunigte Bewegung, b) verzögerte Bewegung, c) beschleunigte Bewegung, d) gleichförmige Bewegung
- 5 $v = 1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $v \approx 5,8 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
- 6 Abhängigkeit des Weges von der Zeit; gleichförmige Bewegung eines Körpers. Im linken Diagramm 30 m, im rechten 250 m
- 7 Abhängigkeit der Geschwindigkeit von der Zeit; gleichförmige Bewegung eines Körpers. Im linken Diagramm $8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; im rechten $45 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- 8 $v = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; Bild 89; gleichförmige Bewegung eines Körpers. Im Bild ist die Abhängigkeit der Geschwindigkeit von der Zeit dargestellt. Der Verlauf der Kurve parallel zur Zeitachse zeigt, daß die Geschwindigkeit konstant ist.

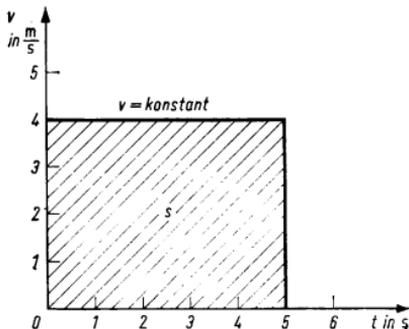


Bild 89 zu Lösung 8

9 $v_r = 32,5 \frac{\text{sm}}{\text{h}}$

10 $v_r \approx 11,5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

11 $t = 160 \text{ min}$

- 12 a) Es handelt sich um die Durchschnittsgeschwindigkeit. Das ist die Geschwindigkeit, die sich ergibt, wenn der gesamte zurückgelegte Weg durch die Gesamtfahrzeit dividiert wird. Bei dieser ungleichförmigen Bewegung ist es wahrscheinlich, daß der Fahrer

unterwegs bestimmte Strecken mit höherer, andere mit niedriger sowie manche Strecken mit der Geschwindigkeit von $60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ durchfahren hat.

- b) Es handelt sich um die Augenblicksgeschwindigkeit. Das ist die Geschwindigkeit, die das Fahrzeug im Augenblick des Ablesens besaß.

- 13** Die Anzahl der Markierungsdurchgänge durch den festgelegten Punkt wird mit der Länge der Schnur (2 m) multipliziert und so der gesamte zurückgelegte Weg ermittelt. Dieser Weg wird durch die gesamte Zeit (3 min) dividiert. Es ergibt sich die Durchschnittsgeschwindigkeit. Die abgelesenen Geschwindigkeiten am Tachometer sind die Augenblicksgeschwindigkeiten.

15 $v = 26,3 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

- 16** a) $s \sim t^2$, b) beschleunigte Bewegung, c) Bilder 90 a und b, d) $v_1 = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, $v_2 = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$,
 $v_3 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, $v_4 = 7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

- 17** a) Bild 91 a, b) Bild 91 b, c) gleichmäßig beschleunigte Bewegung

- 18** Im linken Diagramm sind folgende Bewegungsarten dargestellt:

t_0 bis t_1 : gleichmäßig beschleunigte Bewegung,

t_1 bis t_2 : gleichförmige Bewegung,

t_2 bis t_3 : gleichmäßig verzögerte Bewegung,

t_3 bis t_4 : Ruhe ($v = 0$),

t_4 bis t_5 : gleichmäßig beschleunigte Bewegung.

Im rechten Diagramm ist zwischen t_0 und t_1 eine gleichmäßig verzögerte Bewegung dargestellt.

- 19** Im linken Diagramm sind folgende Bewegungsarten dargestellt:

t_0 bis t_1 : gleichmäßig beschleunigte Bewegung,

t_1 bis t_2 : gleichförmige Bewegung,

t_2 bis t_3 : gleichmäßig verzögerte Bewegung.

Das rechte Diagramm zeigt eine gleichmäßig verzögerte Bewegung.

Nach 4 Sekunden beträgt die Geschwindigkeit im linken Diagramm $50 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, im rechten etwa $22 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

22 $a = 2,32 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

23 $a = 415\,000 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

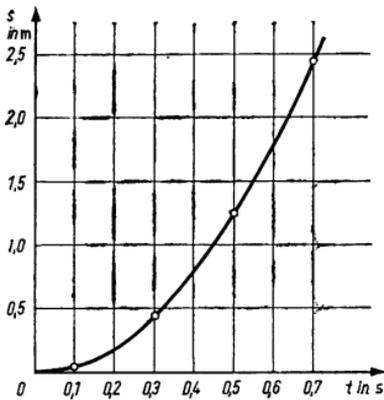


Bild 90 zu Lösung 16

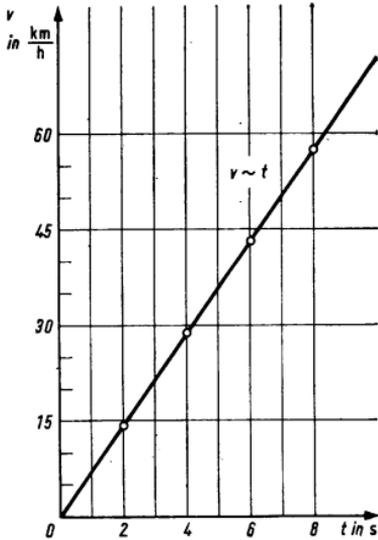
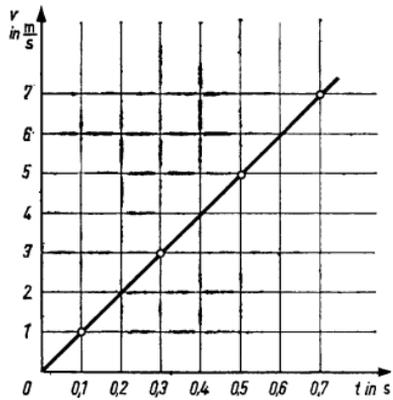
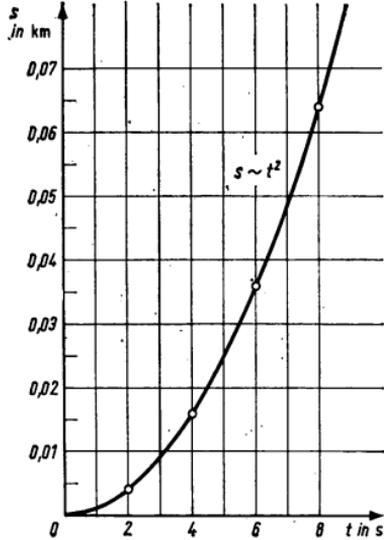


Bild 91 zu Lösung 17



25 $s = 10 \text{ m}; v = 9 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

26 $s = 540 \text{ m}$

28 $a = 1,27 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

29 $t = 2 \text{ s}$

30 $t \approx 8,3 \text{ s}$

32 $s = 41,1 \text{ m}$

33 $v = 115 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 414 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

34 $v = 14,7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

35 $t \approx 2,4 \text{ s}$

36 $s \approx 15,9 \text{ m}$

37 $t \approx 3,5 \text{ s}$

39 $v \approx 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

- 40** Teilbewegungen: a), b) und c): geradlinige, gleichförmige Bewegung und gleichmäßig beschleunigte Bewegung (freier Fall),
 Wurfarten: a) senkrechter Wurf aufwärts, b) schräger Wurf, c) waagerechter Wurf

41

Beispiel	Bewegungsart	Beschleunigung	Geschwindigkeit
Paket auf einem Förderband	gleichförmige Bewegung	$a = 0$	konstant
Fallschirmspringer in der ersten Phase des Fallens	gleichmäßig beschleunigte Bewegung	$a \neq 0$ konstant	veränderlich (nimmt zu)
gleichmäßiges Bremsen eines Personenzuges	gleichmäßig verzögerte Bewegung	$a \neq 0$ konstant negativ	veränderlich (nimmt ab)

42 $F = 0$

43 $F = 6,4 \text{ N}$

44 $F_H \approx 290 \text{ N}$

45 a) AB auf Zug, CB auf Druck; b) $F_{AB} = 500 \text{ N}$; $F_{CB} = 800 \text{ N}$

46 $F = 3000 \text{ N}$

47 $a \approx 1,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

48 Mit wachsender Geschwindigkeit nehmen die Reibungskräfte einschließlich des Luftwiderstandes zu und sind schließlich insgesamt so groß wie die Kraft, die der Motor aufzubringen vermag.

50 $F = 1,2 \cdot 10^6 \text{ N}$

51 $m = 6,2 \text{ kg}$

52 Die Geschosse weittragender Geschütze müssen eine große Geschwindigkeit beim Verlassen des Rohres haben. Je länger das Rohr ist, umso größer ist die Zeit für den Vorgang der Beschleunigung, d. h. für die Ausnutzung der Druckkraft der Pulvergase.

53 $t \approx 4,1 \text{ s}$

54 $F = 28800 \text{ N}$

56 Die Beschleunigung der beiden Körper ist nicht gleich. Für die lose Rolle gilt: $s_1:s_2 = 2:1$; daher ist die Beschleunigung des zweiten Körpers halb so groß wie die des ersten.

57 a) 1: gleichmäßig beschleunigte, geradlinige Bewegung; 2: ungleichmäßig beschleunigte, geradlinige Bewegung; 3: gleichmäßig beschleunigte, geradlinige Bewegung mit geringerer Beschleunigung als bei 1; 4: gleichmäßig verzögerte, geradlinige Bewegung; 5: gleichförmige, geradlinige Bewegung.
b) Bild 92.

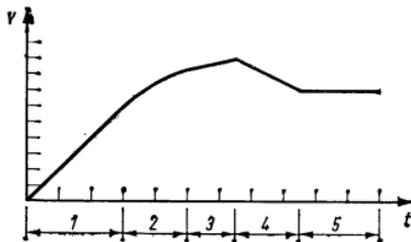


Bild 92 zu Lösung 57

58 $F = 3000 \text{ N}$

60 1. $F = m \cdot a$; 2. $m = \frac{F}{a}$; 4. $F = m \cdot \frac{v}{t}$; 5. $m = \frac{F \cdot t}{v}$

7. $t = \frac{m \cdot v}{F}$; 8. $F = m \cdot \frac{2s}{t^2}$; 9. $m = \frac{F \cdot t^2}{2s}$

11. $t = \sqrt{\frac{m \cdot 2s}{F}}$; 12. $F = \frac{m \cdot v^2}{2s}$; 13. $m = \frac{2F \cdot s}{v^2}$

15. $s = \frac{m \cdot v^2}{2F}$

- 61** Wegen $G = m \cdot g$ gilt $G \sim m$. Wenn ruhenden Körpern die Unterlage entzogen wird, dann werden sie durch die Kraft $F = m \cdot g$ beschleunigt, aber die Trägheit und die beschleunigende Kraft sind stets proportional; daher ist die Fallbeschleunigung am gleichen Punkt der Erdoberfläche für alle Körper unter der gemachten Voraussetzung gleich.
- 62** Es gibt während des freien Falls in dem geschlossenen Gefäß keinen Auftrieb, da die Luft kein Gewicht mehr hat. Deshalb reißt die Sauerstoffzufuhr ab; die Flamme erlischt.
- 63** Die Bewegung muß so erfolgen, daß $F_H = 0$ gilt. Man könnte die geneigte Ebene so beschleunigt geradlinig in die Richtung des Gefälles bewegen, daß eine Komponente der beschleunigenden Kraft die Kraft F_H genau kompensiert. Eine zweite Möglichkeit wäre es, die geneigte Ebene mit der Kugel frei fallen zu lassen. Dann wäre wegen $F_G = 0$ auch $F_H = 0$.
- 64** Durch Niederhocken bzw. Aufrichten aus der Hocke während des Wägevorgangs hat Bernd den Schwerpunkt seines Körpers jeweils beschleunigt und dadurch die Kraft, die sein Körper auf die Wägeplatte ausübt, verkleinert bzw. vergrößert.
- 66** Der im Anlauf beschleunigte Körper des Weitspringers hat beim Absprung eine große Geschwindigkeitskomponente in der Horizontalen; die Sprungkraft der Beinmuskeln kann vor allem darauf konzentriert werden, eine Geschwindigkeitskomponente in der Vertikalen zu erhalten. Die Horizontalkomponente wird bis zum Aufsprung (Landing) wegen der Trägheit des Körpers genutzt. Ohne Anlauf reicht die Muskelkraft nicht für gleichweite Sprünge aus.
- 67** Schütteln bedeutet stark beschleunigte Bewegung der Kleidung, die der Staub auf Grund seiner Trägheit nicht mit ausführt.
- 68** Die Belastung der Kupplungen ist am Anfang des Zuges größer, denn die Trägheit des gesamten Zuges ist gleich der Summe aus den Trägheiten der einzelnen Waggon.
- 69** Das ist eine Folge der Trägheit; der fallende Mensch kann die unerwartete stark verzögerte bzw. beschleunigte Bewegung der Füße nicht ausbalancieren.
- 70** Bild 93

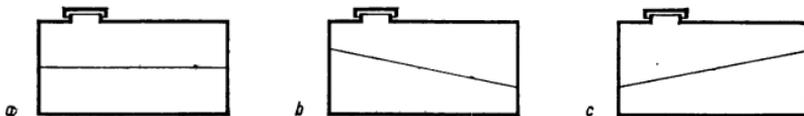


Bild 93 zu Lösung 70

71

	W in Nm	W in Ws
$W = 7,5 \text{ kWh}$	$27 \cdot 10^6$	$27 \cdot 10^6$
$W = 28 \text{ kWh}$	$101 \cdot 10^6$	$101 \cdot 10^6$
$W = 3200 \text{ kJ}$	$3,2 \cdot 10^6$	$3,2 \cdot 10^6$
$W = 90 \text{ J}$	90	90

72 $W = 2,88 \cdot 10^6 \text{ J}$

73 a) $W = 810 \text{ Ws}$, b) $W = 660 \cdot 10^3 \text{ Ws}$, c) $W = 45000 \text{ Ws}$

74 *Definitionsgleichung der Arbeit* *Newtonsches Grundgesetz*

$$\begin{array}{ccc}
 W = F \cdot s & & F = m \cdot a \\
 \swarrow & & \searrow \\
 & W = m \cdot a \cdot s &
 \end{array} \tag{1}$$

Da eine konstante Kraft wirkt, ist zu folgern, daß eine geradlinige, gleichmäßig beschleunigte Bewegung vorliegt. Für den zurückgelegten Weg s gilt deshalb:

$$s = \frac{a}{2} \cdot t^2. \tag{2}$$

In die Gleichung (1) wird für den Weg s die Gleichung (2) eingesetzt. Es folgt:

$$W = \frac{m \cdot a^2 \cdot t^2}{2} = \frac{m}{2} \cdot (a \cdot t)^2. \tag{3}$$

Für die Geschwindigkeit v gilt:

$$v = a \cdot t.$$

In die Gleichung (3) wird für $a \cdot t$ die Größe v eingesetzt. Es folgt die Gleichung für die kinetische Energie:

$$W_{\text{kin}} = \frac{m}{2} \cdot v^2.$$

76 $W_{\text{pot}} \approx 103 \text{ Nm}$

77 $W_{\text{pot}} = 1470 \text{ Nm}$

79 $W_{\text{kin}} = 7,22 \cdot 10^7 \text{ Nm}$

80 $W_{\text{kin}} \approx 0,23 \text{ Nm}$

81 $H:P = 5:1$

83 Der gespannte Bogen (potentielle Energie) erteilt dem Pfeil eine Beschleunigungsarbeit. Er erlangt kinetische Energie, die bis zu einem Höchstwert anwächst. Durch die wirkende Fallbeschleunigung wird die Bewegung des Pfeils verzögert, die kinetische Energie nimmt ab, die potentielle Energie nimmt zu. Im Umkehrpunkt besitzt der Pfeil nur potentielle Energie. Während des Herabfallens wird an dem Pfeil wieder Beschleunigungsarbeit verrichtet, wodurch er wieder kinetische Energie erlangt. Beim Auftreffen auf die Erdoberfläche wird die kinetische Energie in Verschiebungsarbeit und Verformungsarbeit umgewandelt.

84 Die dem Motor von der Spannungsquelle zugeführte elektrische Energie wird umgewandelt in Rotationsenergie (kinetische Energie) des Bohrers. Diese wird umgewandelt in mechanische Arbeit zur Trennung des Werkstoffes und in Verformungsarbeit. Dabei tritt Wärme-

energie durch Reibung in den Lagern, zwischen Bohrer und Werkstoff und Reibung an der Luft auf.

- 85** Umwandlung der potentiellen Energie des Wassers im Stausee in kinetische Energie des strömenden Wassers in den Rohrleitungen, diese in Rotationsenergie der sich drehenden Schaufeln der Turbine, in kinetische Energie des austretenden Wassers, weiter in elektrische Energie im Generator durch Induktion, dann in Wärmeenergie durch Ohmschen Widerstand in den Windungen der Spulen im Generator. Auch wird die kinetische Energie durch Reibung des Wassers an den Rohrleitungen und an den Schaufeln der Turbine sowie durch Reibung in den Lagern in Wärmeenergie umgewandelt.

87 $T \approx 0,01 \text{ s}; n \approx 6000 \frac{1}{\text{min}}$

88 $T = 0,452 \text{ s}$

89 $v_m : v_s = 1 : 20$

93 a) $F_h = 15,8 \text{ N};$ b) $F_v = 16,8 \text{ N}$

94 $a_r = 3,09 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

- 95** Die Radialbeschleunigungen sind gleich, denn nach $a_r = \frac{v^2}{r}$ ist a_r nur von v und r abhängig

96 $F_r = 700 \text{ N}$

- 97** $F_r \sim \frac{1}{r}$ gilt, wenn bei der Veränderung von r die Größen m und v konstant gehalten werden; es gilt aber auch $v = \frac{2\pi}{T} \cdot r$, d. h., es müßte mit der Veränderung von r eine Veränderung von T erfolgen. Die Verhältnisse werden übersichtlicher, wenn man in dem Ausdruck für F_r einsetzt:

$$v = \frac{2\pi}{T} \cdot r, \text{ so daß } F_r = m \cdot \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot r.$$

Es gilt also $F_r \sim r$ für konstante T und m . Diesen Zusammenhang müßte Peter berücksichtigen, wenn er an die praktischen Beispiele denkt.

98 $m \approx 0,49 \text{ kg}$

99 $F_0 = 2800 \text{ N}; F_u = 4200 \text{ N}$

- 101** a) 1: gleichmäßig beschleunigte, geradlinige Bewegung;
 2: gleichförmige Kreisbewegung;
 3: gleichförmige Kreisbewegung oder gleichförmige, geradlinige Bewegung.
 b) Bild 94.

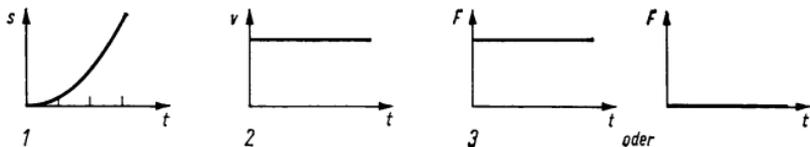


Bild 94 zu Lösung 101

- 102** a) $F_1 = G$, b) $F_2 = 7 G$, c) $F_3 = 0$
- 103** Entscheidend für die Schlagwirkung ist im allgemeinen die Trägheit, die z. B. beim Hammer ausgenutzt wird. Die Mannschaft könnte also mit dem Hammer Nüsse zerschlagen.
- 104** a) Wasser oder ein beliebiger anderer Körper wiegt dann nichts, wenn sich die auf ihn wirkenden Gravitationskräfte gerade aufheben; eine weitere Möglichkeit ist in einem Raumschiff realisiert, das die Erde umkreist, wobei $F_R = F_{\text{Grav.}}$.
b) Beide Körper verharren dort, wo man sie losläßt, denn das Wasser hat, wie die beiden eingetauchten Körper, keine Gewichtskraft. Es kann also auch kein Auftrieb entstehen.
- 105** Die Gravitationskraft ist viel zu klein gegenüber der Reibungskraft, die der Annäherung zweier beliebiger Körper zueinander entgegenwirken würde.
- 106** Beispiel: Zwei Holzkisten mit je 10 kN Gewichtskraft stehen sich im Abstand 3 m ihrer Mittelpunkte gegenüber. Der Fußboden besteht aus Holz. In welchem Verhältnis steht die Gravitationskraft der beiden Kisten zur Reibungskraft beim Gleiten?

Vorüberlegung: Es ist das Verhältnis der Gravitationskraft $F = \gamma \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ zur Reibungskraft $F_R = \mu \cdot G$ zu bilden. γ und μ erhält man aus dem Tafelwerk.

Gegeben:

$$m_1 = m_2 = 1019 \text{ kg}$$

$$\gamma = \frac{6,67 \text{ N} \cdot \text{m}^2}{10^{11} \text{ kg}^2}$$

$$\mu = 0,3$$

$$G = 10 \text{ kN}$$

$$r = 3 \text{ m}$$

Gesucht:

$$\frac{F}{F_R}$$

Lösung:

$$\frac{F}{F_R} = \frac{\gamma \cdot m_1 \cdot m_2}{r^2 \cdot \mu \cdot G}$$

$$\frac{F}{F_R} = \frac{6,67 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot 1019^2 \text{ kg}^2}{10^{11} \text{ kg}^2 \cdot 9 \text{ m}^2 \cdot 0,3 \cdot 10^4 \text{ N}}$$

$$\frac{F}{F_R} \approx \underline{\underline{2,5 \cdot 10^{-9}}}$$

Die Gravitationskraft beträgt etwa 3 Milliardstel der Reibungskraft.

- 107** a) Das Fahrzeug führt von A nach C eine ungleichmäßig beschleunigte und von C nach B eine ungleichmäßig verzögerte, geradlinige Bewegung aus, da die beschleunigende Komponente der Gravitationskraft in A und B am größten ist und im Punkt C den Wert Null hat.

Im einzelnen gilt:

Physikalische Größe	Im Punkt A	Im Punkt C	Im Punkt B
Beschleunigende Kraft	maximal (beschleunigend)	0	maximal (verzögernd)
Beschleunigung	maximal	0	maximal (Verzögerung)
Geschwindigkeit	0	maximal	0
W_{pot} (in bezug auf C)	maximal	0	maximal
W_{kin}	0	maximal	0

b) Der Luftwiderstand wächst bei der Bewegung von A nach C und nimmt dort sehr große Werte an; Wasser könnte in den Tunnel einbrechen und sich in der Umgebung von C ansammeln; hohe Temperaturen wären im Punkt C zu erwarten; usw.

108 $r_h = \sqrt[4]{4 r_0^2} = 2 r_0$, also $h = r_0$ oder $h = \text{Erdradius}$

109 Die Gravitationskraft nimmt mit dem Quadrat der Entfernung vom Erdmittelpunkt ab. Für die Höhe h gilt $h = (\sqrt{n} - 1) r_E$ und für die anderen Fälle hat h den Wert $2 r_E$, $3 r_E$, $9 r_E$, $29 r_E$.

110 Bilder 95 a und b

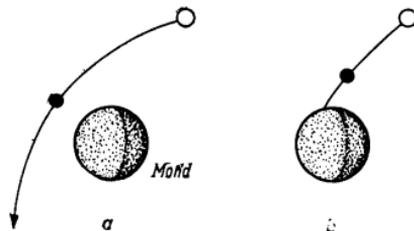


Bild 95 zu Lösung 110

111 $g_A = 9,78 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

112 $m'_S \approx 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

113 $g_S = 275 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

117 $v_1 = 750 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $v_2 = 712 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $\Delta v = 38 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

118 $v = 900 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

119 a) $F = 4850 \text{ N}$, b) $W = 2000 \text{ Nm}$, c) $P = 3,5 \text{ MW}$

- 122** Ladungstrennung mit Bandgenerator:
mechanische Arbeit \rightarrow elektrische Feldenergie;
Bewegung der Kugel zur Platte:
elektrische Feldenergie \rightarrow kinetische Energie;
Anschlagen der Kugel:
kinetische Energie \rightarrow Wärmeenergie

123 etwa 31 000 000 000 Elektronen = $3,1 \cdot 10^{10}$ Elektronen

125 $U = 60 \text{ V}$

127 $a \approx 0,4 \cdot 10^{16} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

130 a) 0,04 M.

b) In den Spitzenbelastungszeiten, die durch Rundfunk oder Tagespresse bekanntgegeben werden, sollten derartige Haushaltgeräte nicht betrieben werden, um die Versorgung der Produktionsbetriebe mit Elektroenergie nicht zu gefährden.

c) $Q \approx 8,2 \cdot 10^3 \text{ C}$.

131 Bilder 96 a, b

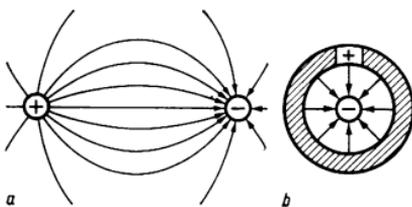


Bild 96 zu Lösung 131

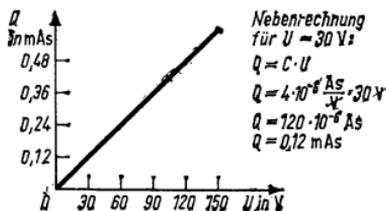


Bild 97 zu Lösung 132

132 Bild 97

Der Anstieg $m = \frac{Q}{U}$ kennzeichnet die Kapazität C des Kondensators.

133 A: $C = 2 \mu\text{F}$; B: $C = 1 \mu\text{F}$; C: $C = 4 \mu\text{F}$

134 Es gilt $C = \frac{Q}{U}$; im Vergleich bei $U_I = U_{II}$ erhält man $Q_I > Q_{II}$. Also ist auch $C_I > C_{II}$.
Somit gehört die Gerade I zum Kondensator mit der größeren Kapazität.

135 $C_5 > C_4 > C_3 > C_1 > C_2$

137 $I = 0,06 \text{ mA}$

138 $4 \cdot 10^9$ Elektronen

139 $Q = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ C}$

140 $C = 40 \mu\text{F}$

141 $U = 50 \text{ V}$

142 a) $C \sim A$

b) $C \sim \frac{1}{d}$

Die Kapazität eines Kondensators wird zusätzlich durch das Dielektrikum beeinflusst.

143 Die Ladung bleibt unverändert. Die Spannung steigt an.

144 Die Kapazität eines Drehkondensators ändert man mittels der Kondensatorfläche, denn es gilt: $C \sim A$.

145

	Kondensator	Wickelkondensator	Drehkondensator
Merkmal			
Kapazität		konstant	veränderlich
Dielektrikum		Ölpapier, Plaste	Luft, Glimmer, Plaste, Hartpapier

147 $v = 276 \frac{\text{km}}{\text{s}}$

148 a) Ungleichnamige Pole

b) Gleichnamige Pole

c) N—S

d) N—N

e) S—S

149 a) 1 ungleichnamige Pole;

2 gleichnamige Pole;

b) 1 Anziehung;

2 Abstoßung

150 Die Stricknadel stellt sich in Nord-Süd-Richtung ein. Der magnetische Nordpol der Nadel weist nach Norden.

151 a) Dauermagnet und stromdurchflossene Spule stellen sich in N-S-Richtung ein.

b) Ungleichnamige Pole ziehen jeweils einander an.

c) Dauermagnet und stromdurchflossene Spule ziehen Körper aus Stahl oder Eisen an.

- 152** Stromdurchflossener gerader Leiter — stromdurchflossener gerader Leiter;
stromdurchflossener gerader Leiter — Dauermagnet;
Dauermagnet — Dauermagnet;
Dauermagnet — stromdurchflossene Spule;
stromdurchflossene Spule — stromdurchflossene Spule;
stromdurchflossene Spule — stromdurchflossener gerader Leiter;
stromdurchflossener gerader Leiter — Weicheisen- oder Stahlkörper;
Dauermagnet — Weicheisen- oder Stahlkörper;
stromdurchflossene Spule — Weicheisen- oder Stahlkörper.
- 153** a) An einer Klemmvorrichtung werden zwei elektrische Leiter (z. B. Aluminiumstreifen) parallel befestigt, aber nicht straff gespannt. Danach verbindet man sie mit einer Gleichspannungsquelle so, daß einmal die Ströme in den Leitern in gleicher Richtung, dann aber in entgegengesetzter Richtung fließen.
- b) Fließen die Ströme in gleicher Richtung, so werden die parallelen, stromdurchflossenen Leiter einander anziehen; andernfalls werden sie einander abstoßen.
- 154** Bild 98
- 155** Nein. Im Kasten könnte sich ein Dauermagnet oder aber auch eine stromdurchflossene Spule befinden. Beide ergeben das gleiche Feldlinienbild.
- 156** Bild 99
- 157** Diese Aussage ist nicht gut formuliert, denn es werden Begriffe nebeneinander gestellt, die ganz verschiedenes darstellen. Während Körper und Felder in der Wirklichkeit vorhanden sind, stellen Feldlinien ein Modell der wirklich vorhandenen Felder dar.
- 158** a) Wir erkennen Felder an den Wirkungen der Kräfte, die sie hervorrufen. Die Eigenschaften der Felder sind an den Wirkungen ebenso zu erkennen, wie die physikalischer Körper.
- b) Ein Feld existiert in unserer Umwelt und besitzt bestimmte Eigenschaften. Dagegen sind Feldlinienbilder ein anschauliches Modell für das unsichtbare Feld. Das Modell spiegelt nicht sämtliche Eigenschaften des in der Wirklichkeit vorhandenen Feldes wider.
- 159** 1 Bewegung des Dauermagneten,
2 Anziehungskraft infolge des magnetischen Feldes,
3 Träger von Energie,
4 magnetische Feldenergie → kinetische Energie

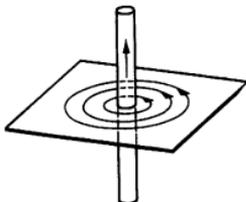


Bild 98 zu Lösung 154

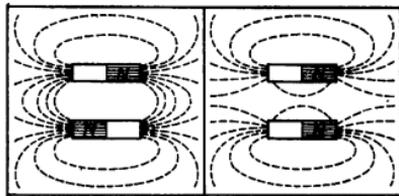


Bild 99 zu Lösung 156

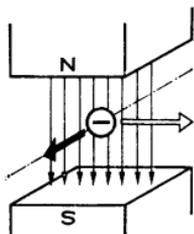


Bild 100 zu Lösung 162

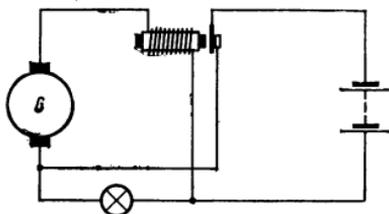


Bild 101 zu Lösung 164

- 160** Durch Vergrößern der Stromstärke oder/und der Windungszahl sowie durch Einsetzen eines Eisenkernes kann man das Magnetfeld einer stromdurchflossenen Spule verstärken.
- 161** Die Magnetnadel wird durch das Magnetfeld der stromdurchflossenen Spule, durch das Magnetfeld der Erde und durch das Gravitationsfeld der Erde beeinflusst.
- 162** Bild 100
- 163** Ja! Die Funktion ist unabhängig von der Richtung des Stromes. Ständig stehen sich ungleichnamige Magnetpole der beiden Spulen mit Eisenkern gegenüber, so daß bei Stromfluß der Anker angezogen wird.
- 164** Bild 101
- 165** Durch das magnetische Feld und durch die Richtung des elektrischen Stromes.

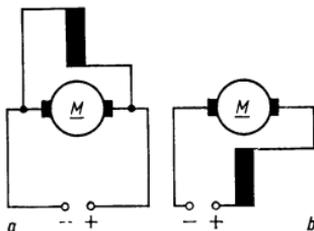


Bild 102 zu Lösung 166

- 166** a) Bild 102a, b) Bild 102b
- 167** Die Drehrichtung wird umgekehrt.
- 168** Die Richtung des Stromes wird beim Durchgang der Leiterschleife durch die Totlage umgekehrt.
- 169** Es würde sich laufend die Richtung des Stromes in der Spule ändern und damit der Richtungssinn der magnetischen Kraft, die eine Auslenkung der Spule mit dem Zeiger bewirken soll. Die Drehspule würde wegen ihrer mechanischen Trägheit und der Dämpfung des Meßwerkes aber nahezu in Ruhe bleiben.

170 Bild 103

171 Bild 104

172 Bild 105

173 Bild 106

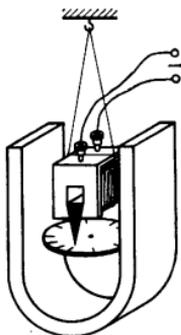


Bild 103 zu Lösung 170

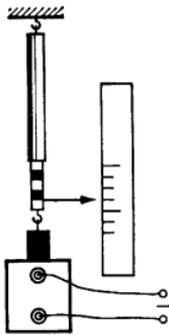


Bild 104 zu Lösung 171

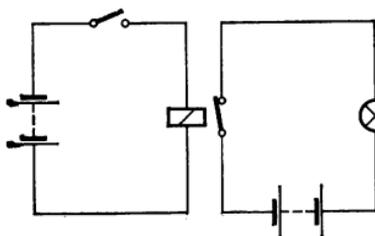


Bild 105 zu Lösung 172

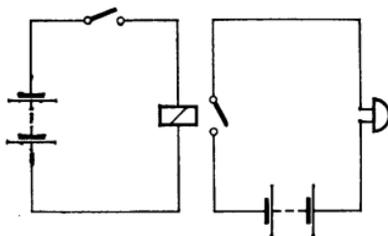


Bild 106 zu Lösung 173

- 174 a) Chemische Energie \rightarrow elektrische Energie,
elektrische Energie \rightarrow kinetische Energie.
b) Keine Umweltverschmutzung durch Auspuffgase; weniger Lärmentwicklung; höherer Wirkungsgrad durch geringere „Wärmeverluste“
- 175 Der Elektromotor der Straßenbahn kann umgekehrt auch als Generator betrieben werden. Dabei wird das elektromotorische Prinzip umgekehrt in das Generatorprinzip, indem die kinetische Energie der Wagen in der elektrischen Maschine bei Vorhandensein eines magnetischen Feldes in elektrische Energie umgewandelt wird.
- 176 In einer Induktionsspule wird eine Induktionsspannung erzeugt, wenn sich die Stärke des die Induktionsspule durchsetzenden Magnetfeldes zeitlich ändert.
1. Experiment: Hineinschieben einer Induktionsspule in das konstante Magnetfeld eines Dauermagneten oder Herausziehen der Spule aus dem Feld.
 2. Experiment: Bewegen eines Dauermagneten oder einer Erregerspule mit einem Strom gleichbleibender Stärke in der Umgebung der feststehenden Induktionsspule.
 3. Experiment: Erregerspule und Induktionsspule stehen fest nebeneinander. Ändern des die Erregerspule durchfließenden Stromes.
- 177 a) Elektrische Energie,
b) mechanische Energie,

- c) Induktion einer Spannung in einem bewegten Leiter im Magnetfeld,
 d) mechanische Energie,
 e) elektrische Energie
- 178** x-Achse. Beim Drehen des Dauermagneten um diese Achse ändert sich zeitlich nicht das die Induktionsspule durchsetzende Magnetfeld.
- 179** Die Induktionsspannung kann vergrößert werden durch Vergrößern der Änderung der Stärke des die Spule durchsetzenden Magnetfeldes, durch Vergrößern der Windungszahl der Spule und des Querschnittes sowie durch Einführen eines Eisenkernes in die Erreger- oder in die Induktionsspule.
- 180** a) Der Zeiger müßte sich im Rhythmus des Schaukelns der Leiterschleife hin- und herbewegen, da sich beim Umkehren der Bewegungsrichtung auch die Stromrichtung ändert.
 b) Die Leiterschleife müßte durch eine Spule ersetzt werden, da die Induktionsspannung um so größer ist, je größer die Windungszahl der Induktionsspule ist.
- 181** Verschieben des Schiebers am Widerstand → zeitliche Änderung des Stromflusses durch die Erregerpule → zeitliche Änderung des um die Erreger- und Induktionsspule vorhandenen Magnetfeldes → Induktion einer Spannung in der Induktionsspule
- 182** Die Stärke des Magnetfeldes kann durch Erhöhen der Stromstärke in der Erregerpule oder/und durch Einführen eines Eisenkernes vergrößert werden.
- 183** Durch den Unterbrecher wird der Gleichstrom laufend unterbrochen, so daß ständig ein Magnetfeld um die Erregerpule auf- und abgebaut wird. Da die Induktionsspule sich in diesem Magnetfeld befindet, wird in ihr eine Induktionsspannung erzeugt. Die Induktionsspule besitzt viel mehr Windungen als die Erregerpule, somit ist die Induktionsspannung sehr viel höher als die angelegte Spannung.
- 184** Die Zündspule besteht aus einer Erregerpule mit wenigen Windungen dicken Drahtes und einer Induktionsspule mit vielen Windungen dünnen Drahtes. Wird der Stromfluß durch die Erregerpule laufend kurzzeitig unterbrochen, so wird in der Induktionsspule eine hohe Zündspannung induziert.
- 185** Ein zeitlich veränderliches Magnetfeld ruft immer in einem Leiter, der sich in diesem Magnetfeld befindet, eine Induktionsspannung hervor. Das ist gleichbedeutend mit dem Auftreten eines elektrischen Feldes, durch das die Elektronen im Leiter beschleunigt werden. Es fließt ein Induktionsstrom.
- 186** Bild 107
- 187** Nach dem Satz von der Erhaltung der Energie läßt sich die Richtung des Induktionsstromes bestimmen. Zur Erzeugung des Induktionsstromes muß mechanische Energie aufgewendet werden, damit muß eine Kraft gegen die Bewegung des Magneten auftreten. Nach dem Lenzschen Gesetz ist der Induktionsstrom stets so gerichtet, daß er der Ursache entgegenwirkt. Da durch Bewegen des Stabmagneten das die Leiterschleife durchsetzende Magnetfeld verstärkt wird, muß der Richtungssinn des Induktionsstromes so sein, daß ein entgegengesetztes Magnetfeld ausgebildet wird.

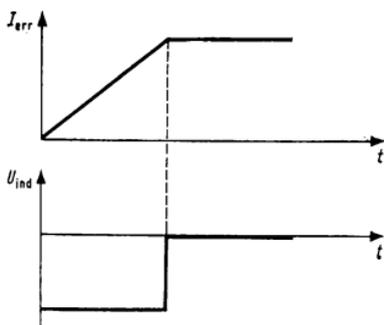


Bild 107 zu Lösung 186

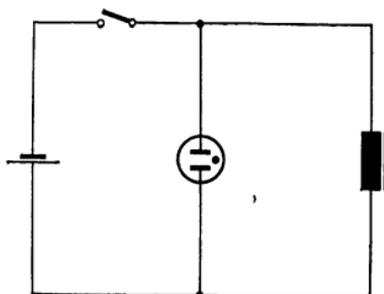
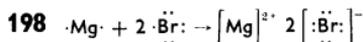
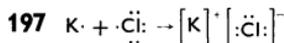


Bild 108 zu Lösung 191

- 188** Läuft das Tonband am Hörkopf vorbei, ändert sich im gespeicherten Rhythmus die Stärke des Magnetfeldes, das die Spule des Hörkopfes durchsetzt. Dabei wird in diesem Rhythmus in der Spule eine Spannung induziert, die einen entsprechenden elektrischen Strom hervorrufen kann.
- 189** Die Schallwellen gelangen auf die Konusmembran und bewegen diese im Rhythmus der Sprache oder der Musik. Die auf der Membran sitzende Tauchspule befindet sich im starken Magnetfeld des Topfmagneten und wird in diesem Rhythmus mitbewegt. Dadurch ändert sich zeitlich die Stärke des Magnetfeldes, das die Tauchspule durchsetzt. In der Tauchspule wird somit eine Spannung induziert, die einen entsprechenden elektrischen Strom hervorrufen kann.
- 190** Die Lampe L_2 liegt in Reihe mit einer Spule. Nach dem Lenzschen Gesetz wird beim Einschalten des Stromes in dieser Spule eine Spannung induziert, die dem Anwachsen des Magnetfeldes um die Spule entgegenwirkt. Damit ist die Selbstinduktionsspannung der angelegten Spannung entgegengerichtet, und die Stromstärke erreicht nur langsam ihren höchstmöglichen Wert. Folglich erreicht auch die Lampe L_2 später als die Lampe L_1 ihre volle Helligkeit.
- 191** Bild 108
- 192** Beim Einschalten des Stromes wird der Ring von der Spule abgestoßen, da in ihm ein zur Richtung des Stromes in der Spule entgegengerichteter Induktionsstrom fließt. Nach dem Lenzschen Gesetz wirkt der Strom im Ring in Verbindung mit seinem Magnetfeld der Ursache — Stromfluß in der Spule und dem damit verbundenen Magnetfeld — entgegen. Beim Ausschalten läuft der entgegengesetzte Vorgang ab.
- 193** Die Kupferscheibe dreht sich im Magnetfeld der Magnetnadel, damit werden in der Scheibe Spannungen induziert, die Wirbelströme hervorrufen. Nach dem Lenzschen Gesetz sind nun die durch die Wirbelströme hervorgerufenen Magnetfelder so gerichtet, daß sie der Ursache des Induktionsvorganges — stehende Magnetnadel! — entgegenwirken. Unter dem Einfluß der Magnetfelder der Wirbelströme beginnt sich die Magnetnadel mitzudrehen. Sie läuft der Scheibe hinterher; bei gleicher Drehzahl von Scheibe und Nadel würde schließlich keine Spannung in der Scheibe mehr induziert.

- 194** Rotationsenergie → elektrische Energie;
elektrische Energie → Wärmeenergie.
- 195** a) Faraday konnte nur durch die Hilfe seines Bruders mit 13 Jahren eine Abendschule besuchen, um sich weiterzubilden. Seine chemischen und physikalischen Untersuchungen konnte er als Buchbinderlehrling nur nebenbei durchführen.
In unserem Staat kann sich jeder junge Mensch kostenlos eine hohe Allgemeinbildung aneignen. Jeder Wissenschaftler wird in unserem Staat unterstützt und gefördert, um durch wissenschaftliche Entdeckungen das Wohl aller Menschen verbessern zu können.
- b) Einführung des Feldbegriffes; Begründung der Modellvorstellung von den elektrischen und magnetischen Feldlinien; Entdeckung der Induktion; Entdeckung der Wechselwirkung zwischen elektrischen und magnetischen Vorgängen.
- 196** Das Kalium- und das Chlorid-Ion besitzen jeweils 18 Elektronen in der Hülle, dabei wiederum jeweils 8 Elektronen in der äußeren Schale. Beim Kalium-Ion liegt Elektronenmangel vor, beim Chlorid-Ion dagegen Elektronenüberschuß.



- 199** a) Bild 109
b) Kernladungszahl = Protonenanzahl = Elektronenanzahl = Ordnungszahl.
c) Der spezifische Widerstand von Kupfer beträgt nur $\frac{2}{3}$ des spezifischen Widerstandes von Aluminium.
d) Einige Länder der sozialistischen Staatengemeinschaft verfügen vorwiegend über große Aluminiumvorkommen, z. B. Bauxitvorkommen in der UdSSR, in der VR Ungarn. Die sozialistischen Länder arbeiten zum gegenseitigen Vorteil eng zusammen. Deshalb ist die Verwendung von Aluminium als Leitermaterial auch für unsere Wirtschaft vorteilhaft.
- 200** a) Metallgitter bestehen aus Metallionen und frei beweglichen Elektronen, Moleküle dagegen aus Nichtmetallatomen und gegebenenfalls einigen Metallatomen.
b) Im Metallgitter liegt Metallbindung vor, indem Metallionen und frei bewegliche Elektronen einander anziehen. Moleküle halten durch Atombindung zusammen, indem Elektronenpaare gebildet werden.
- 201** a) Metallbindung.
b) Bild 110
c) Die frei beweglichen Elektronen ermöglichen eine elektrische Leitfähigkeit.

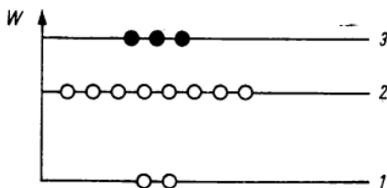


Bild 109 zu Lösung 199

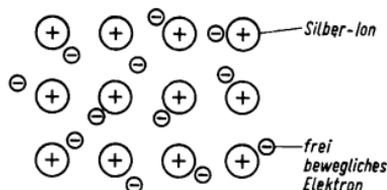
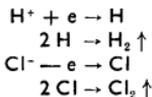


Bild 110 zu Lösung 201

- 202** Im Germaniumkristall ist jedes Germaniumatom mit vier Nachbaratomen durch vier Atombindungen (Elektronenpaare) verbunden. Dagegen halten die Teilchen in einem Kochsalzkristall durch Ionenbeziehung (elektrische Anziehungskräfte) zusammen.
- 203** $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2 \text{e}^-$; $\text{S} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{S}^{2-}$
- 204** a) Ladungstrennung,
b) Kraftwirkung auf Probekörper mit elektrischer Ladung im Feld
- 205** a) Es müßte eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung der Ladungsträger eintreten, denn es gilt: $F \sim a$. Falls auf die Ladungsträger eine konstante Kraft wirkt, ist auch die Beschleunigung konstant.
b) In Metallen werden die Elektronen zunächst ebenfalls beschleunigt. Es tritt aber bei einer konstanten Kraft über die gesamte Leiterlänge keine gleichmäßig beschleunigte Bewegung ein, weil die Elektronen ständig in Wechselwirkung mit den Gitterbausteinen treten. Dabei wird ein Teil der kinetischen Energie der Elektronen an die Gitterbausteine abgegeben und in Wärmeenergie umgewandelt.
- 206** Es müssen
a) ein elektrisches Feld und
b) frei bewegliche Ladungsträger im Stoff vorhanden sein.
- 207** Beim Erwärmen des Eisendrahtes nimmt die Bewegung der Metallionen im Metallgitter zu. Die frei beweglichen Elektronen werden in ihrer gerichteten Bewegung behindert. Durch diese zunehmenden Wechselwirkungen der Elektronen mit den Metallionen nimmt die Anzahl der Elektronen, die in der Zeiteinheit den Leiterquerschnitt durchsetzen, ab. Also sinkt die Stromstärke.
- 208** Wäßrige Lösungen von Salzen, Säuren, Basen; Gase.
- 209** $R_1 = 50 \Omega$; $R_2 = 250 \Omega$
- 210** a) bei konstanter Temperatur;
b) bei Erhöhung der Temperatur des Leiters
- 211** $\text{FeCl}_3 \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 3 \text{Cl}^-$
- 212** Festes Kupfer (II)-chlorid bildet einen Ionenkristall. Dabei sind die Ladungsträger (Ionen) fest an die Gitterpunkte gebunden. Erst nach Zugabe von Wasser tritt Dissoziation des Salzes ein, und es entstehen frei bewegliche Ladungsträger, die einen Stromfluß in dem gelösten Salz ermöglichen.
- 213** 1. Dissoziation des Chlorwasserstoffs:
 $\text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^-$
2. Wanderung der Ionen im elektrischen Feld zwischen den Elektroden:
Wasserstoffkationen zur negativen Elektrode (Katode):
Chloranionen zur positiven Elektrode (Anode)

3. Entladen der Ionen an den Elektroden:



4. An der Kathode steigt Wasserstoffgas und an der Anode Chlorgas auf.

- 214** a) Der elektrische Strom ist in beiden Fällen von einem Magnetfeld begleitet.
 b) In der Elektrolytlösung transportieren Ionen (Kationen und Anionen) die Ladungen. Dagegen werden in Metallen die Ladungen nur durch Elektronen transportiert.

215 An der Anode wird Chlorgas gebildet und an der Kathode Wasserstoff.

216 Im Polreagenzpapier findet eine Elektrolyse statt, nachdem das Natriumchlorid dissoziiert ist. Die Natriumionen wandern zum negativen Pol der Spannungsquelle, wo sie mit den Hydroxid-Ionen des Wassers Natriumhydroxidlösung bilden. Diese Basenlösung ruft mit Phenolphthalein-Lösung eine Rotfärbung hervor.

217 Durch die Erwärmung der Luft zwischen den Kondensatorplatten wird die Luft leitend, weil sich aus den neutralen Gasteilchen positive und negative Ionen bilden, die zur entsprechenden Platte wandern und dadurch diese entladen.

218	Emissionsart	Glühemission	Fotoemission
	Gemeinsames Merkmal	Heraustreten frei beweglicher Ladungsträger aus der Oberfläche von Metallen oder Metalloxiden durch Energiezufuhr	
	Unterschiedliches Merkmal	Freisetzung der Ladungsträger durch Wärmeenergiezufuhr	Freisetzung der Ladungsträger durch Lichtenergiezufuhr

219 Man kann die elektrischen Widerstände der Festkörperwiderstände durch Stromstärke- und Spannungsmessungen bei zwei unterschiedlichen Temperaturen T_1 und T_2 ermitteln, wobei für den Widerstand aus Halbleiterwerkstoff gilt: $T_1 < T_2$, $R_1 > R_2$.

220 Da Germanium vierwertig ist, könnte man zur Erzeugung zusätzlicher Elektronen Atome der Elemente der V. Gruppe des Periodensystems der Elemente einbauen, z. B. Arsen, Antimon, Wismut.

221 Durch das Heizen der Kathode werden frei bewegliche Ladungsträger — Elektronen — in das Vakuum emittiert. In dem zwischen Kathode und Anode befindlichen elektrischen Feld werden die Elektronen gleichmäßig beschleunigt. Die Feldenergie wird in kinetische Energie der Elektronen umgewandelt. Somit fließt in der Röhre ein elektrischer Strom als gerichtete Bewegung der Elektronen; $I = I_-$.

222 Bei kleiner Anodenspannung bildet sich um die Kathode eine negative Raumladungswolke. Durch diese werden die emittierten Elektronen gebremst bzw. zurückgestoßen. Die Strom-

stärke ist gering. Nach Erhöhen der Anodenspannung wird die Raumladungswolke abgebaut. Allmählich gelangen alle emittierten Elektronen zur Anode — Raumladungsgebiet. Bei einem bestimmten Grenzwert der Anodenspannung ist die höchstmögliche Anodenstromstärke erreicht — Sättigungsgebiet.

- 223** Der Anodenstrom ist ein pulsierender Gleichstrom.
- 224** a) Bild 111 links; b) Bild 111 rechts
- 225** Bei Zimmertemperatur hat der Heizfaden einen geringen, dagegen der Heißleiter einen hohen elektrischen Widerstand. Dadurch wird die Stromstärke zunächst stark begrenzt. Durch den Stromfluß erwärmen sich Heizfaden und Heißleiter, da elektrische Energie in Wärmeenergie umgewandelt wird. Der elektrische Widerstand des metallischen Heizfadens nimmt dabei zu, der des Heißleiters dagegen ab; allmählich wird so die für den Heizfaden bestimmte maximale Stromstärke erreicht.
- 226** Diese Röhren arbeiten leistungslos, weil beim Einsatz dieser Röhre als Steuerröhre mit einer negativen Gitterspannung gearbeitet wird und somit kein Gitterstrom fließt. Sie arbeiten annähernd trägheitslos, weil die Elektronen mit sehr kleiner Masse sich mit hoher Geschwindigkeit im Vakuum bewegen können.
- 227** Bei positiver Gitterspannung wird dem Feld zwischen Katode und Anode, durch das die Elektronen zunächst beschleunigt werden, zusätzlich ein Feld zwischen Katode und Gitter in gleicher Richtung überlagert. Damit erfahren die Elektronen eine zusätzliche Beschleunigung, so daß in der Zeiteinheit mehr Elektronen die Anode erreichen. Bei negativer Gitterspannung ist das Feld zwischen Gitter und Katode dem Feld zwischen Katode und Anode entgegengerichtet. Dadurch werden Elektronen abgebremst. Die Anzahl der Elektronen, die in der Zeiteinheit die Anode erreichen, nimmt ab.
- 228** 1. Möglichkeit: Eine Elektronenstrahlröhre wird mit einer Anode ausgestattet, die in der Mitte ein Loch hat. Durch diese läßt man die Ladungsträger auf eine Zusatzelektrode fliegen, die mit einem Elektroskop verbunden worden ist. Man beobachtet, daß das Elektroskop sich auflädt. Zum Nachweis, daß es elektrisch negativ geladen worden ist, wird es mit einem elektrisch positiv geladenen Stab berührt, wobei der Ausschlag des Zeigers im Elektroskop zurückgehen muß.
2. Möglichkeit: Eine Elektronenstrahlröhre wird zwischen zwei Kondensatorplatten aufgebaut. Die Platten werden bei einer hohen Spannung elektrisch ungleichartig aufgeladen.

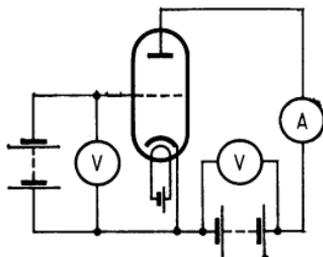


Bild 111 zu Lösung 224

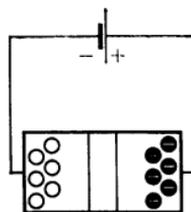
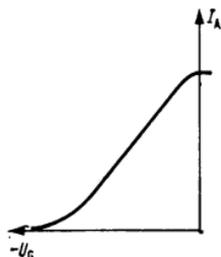


Bild 112 zu Lösung 230

Man beobachtet, daß der Elektronenstrahl zur elektrisch positiv geladenen Kondensatorplatte hin abgelenkt wird.

- 229** a) VEB Halbleiterwerk Frankfurt/Oder, VEB Werk für Bauelemente der Nachrichtentechnik „Carl von Ossietzky“ Teltow bei Berlin, VEB Werk für Fernsehelektronik Berlin.
 b) Halbleiterbauelemente haben eine größere Lebensdauer als Vakuumröhren und führen zu einer bedeutenden Verkleinerung der Geräte. Es ist keine Energie wie zum Heizen der Vakuumröhren nötig. Weiterhin sind sie gegen mechanische Wirkungen (Stoß u. a.) relativ unempfindlich.

230 Bild 112

- 231** a) Kollektor
 b) Gitter
 c) Emitter
 d) U_G
 e) I_A
 f) I_K

232 Bei Temperaturerhöhung nimmt die Eigenleitung eines Halbleiters zu und somit der elektrische Widerstand ab. Beim Überschreiten einer maximalen Temperatur kann dann die Stromstärke in einem Halbleiterbauelement soweit anwachsen, daß der Kristallaufbau und damit das Bauelement zerstört werden.

- 233** a: $R(T_1) < R(T_2)$ — Metall (z. B. Eisen),
 b: $R(T_1) = R(T_2)$ — Legierung (z. B. Konstantan),
 c: $R(T_1) > R(T_2)$ — Halbleiter (z. B. Germanium)

- 234** a, a — Isolator
 a, b — Gleichrichter
 b, b — Spule

- 235** a) Erzeugen einer von der Stärke des Magnetfeldes abhängigen Induktionsspannung
 b) Fotozelle
 c) Induktionsspule
 d) Fotoemission
 e) Induktion

236 Bei der Vakuumfotozelle fließt von einer bestimmten Spannung an ein Fotostrom konstanter Stärke. Dagegen wächst bei der gasgefüllten Fotozelle infolge Stoßionisation von einer kritischen Spannung an die Stromstärke stark an. Das kann zur Zerstörung der Röhre führen.

237 Bild 113

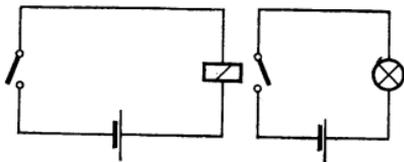


Bild 113 zu Lösung 237

	Feste Stoffe		Flüssigkeiten	Gase	Vakuum
	Metalle	Halbleiter			
Art der Ladungsträger	Elektronen	Elektronen, Defektelektronen	Ionen	Ionen, Elektronen	Elektronen
Herkunft der Ladungsträger	im Metallgitter vorhanden	Energiezufuhr, Dotieren	Dissoziation	Ionisation	Emission
Anwendungsbeispiel	Leiter	Dioden, Transistoren	Elektrolysezelle	gasgefüllte Fotozelle	Dioden, Trioden

Bild 114 zu Lösung 239

- 238** a) Das Elektron wird im elektrischen Feld abgelenkt, weil auf das Elektron eine Kraft wirkt. Da das Elektron eine elektrische Ladung trägt, wird es zur positiv geladenen Platte hin abgelenkt. Im Magnetfeld wird auf einen stromführenden Leiter eine Kraft ausgeübt, die senkrecht zu den Feldlinien und zum stromdurchflossenen Leiter gerichtet ist. Stromfluß bedeutet aber Elektronenbewegung. Somit wird auch auf jedes bewegte Elektron in einem Magnetfeld eine Ablenkungskraft ausgeübt.
- b) Geheizte Katode: Wärmeenergie → kinetische Energie des Elektrons;
 Katode — Anode: elektrische Feldenergie → kinetische Energie des Elektrons;
 Leuchtschirm: kinetische Energie des Elektrons → Lichtenergie und Wärmeenergie

239 Bild 114

- 240** Die in einer Brennkammer erzeugten Verbrennungsgase strömen mit großer Geschwindigkeit durch einen Kanal, der zwischen den Polen eines Elektromagneten hindurchgeführt wird. Die im Gas enthaltenen, elektrisch geladenen Teilchen (positive und negative Ionen, Elektronen) werden im Magnetfeld abgelenkt. Sie gelangen dabei zu Elektroden, die somit elektrisch ungleichartig aufgeladen werden. Dabei entsteht zwischen den Elektroden eine Induktionsspannung.

Klasse 10

242 a)

Atomkern	A	Z	N
${}^1_1\text{H}$	1	1	0
${}^{12}_6\text{C}$	12	6	6
${}^{13}_7\text{N}$	13	7	6
${}^{60}_{27}\text{Co}$	60	27	33
${}^{60}_{28}\text{Ni}$	60	28	32
${}^2_1\text{H}$	2	1	1
${}^{13}_6\text{C}$	13	6	7

b)

Atomkern	A	Z	N
${}^{60}_{27}\text{Co}$	60	27	33
${}^{60}_{28}\text{Ni}$	60	28	32
${}^{13}_7\text{N}$	13	7	6
${}^{13}_6\text{C}$	13	6	7

Die Atomkerne unterscheiden sich in der Kernladungszahl (Protonenanzahl).

c)

Atomkern	A	Z	N
${}^1_1\text{H}$	1	1	0
${}^2_1\text{H}$	2	1	1
${}^{12}_6\text{C}$	12	6	6
${}^{13}_6\text{C}$	13	6	7

Die Atomkerne unterscheiden sich durch die Anzahl der Neutronen.

243

Nr.	Z	N	A	Element
1	6	6	12	${}^{12}_6\text{C}$
2	6	8	14	${}^{14}_6\text{C}$
3	7	7	14	${}^{14}_7\text{N}$
4	7	9	16	${}^{16}_7\text{N}$
5	8	7	15	${}^{15}_8\text{O}$
6	8	8	16	${}^{16}_8\text{O}$
7	8	9	17	${}^{17}_8\text{O}$
8	9	9	18	${}^{18}_9\text{F}$
9	9	10	19	${}^{19}_9\text{F}$
10	9	11	20	${}^{20}_9\text{F}$
11	10	11	21	${}^{21}_{10}\text{Ne}$
12	11	12	23	${}^{23}_{11}\text{Na}$

245 Ein Wasserstoffatom besteht aus einem Proton mit der relativen Atommasse $A_r = 1,007276$ und einem Elektron mit der relativen Atommasse $A_r = 0,000549$. Die relative Atommasse des Wasserstoffs beträgt also

$$A_r = 1,007276 + 0,000549$$

$$A_r = 1,007825$$

Im PSE ist der gerundete Wert $A_r = 1,008$ angegeben.

- 250** Die Teilchen werden durch Kräfte aneinander gebunden, diese Kräfte haben nur geringe Reichweite, das Volumen wächst mit der Anzahl der Teilchen, bei Überschreitung eines bestimmten Volumens zerfallen beide und durch Energiezufuhr können beide gespalten werden.
- 251** a) Zur Trennung kann die Eigenschaft genutzt werden, daß die α -Teilchen positiv und die β -Teilchen negativ elektrisch geladen sind und bewegte elektrische Ladungsträger in magnetischen bzw. elektrischen Feldern abgelenkt werden.
 b) LB Kl. 10, Bild 20/1
- 252** β^- -Teilchen werden von Atomkernen emittiert, die einen relativen Neutronenüberschuß besitzen. β^+ -Teilchen werden von Atomkernen emittiert, die einen relativen Protonenüberschuß besitzen.

- 253** a) ${}_{90}^{232}\text{Th}^* \rightarrow {}_{88}^{228}\text{Ra}^*$ Folgekern: Radium
 b) ${}_{83}^{212}\text{Bi}^* \rightarrow {}_{81}^{208}\text{Tl}^*$ α -Strahlung wird emittiert.

- 254** a) ${}_{88}^{228}\text{Ra}$ b) ${}_{81}^{208}\text{Tl}$ c) ${}_{2}^4\alpha$
- 255** a) ${}_{-1}^0\text{e}$ b) ${}_{2}^4\alpha$ c) ${}_{76}^{196}\text{Os}$ d) ${}_{38}^{87}\text{Sr}$
 e) ${}_{62}^{147}\text{Sm}$ f) ${}_{1}^3\text{T}$

256 Bild 115

m in g	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$
t in min	0	3,05	6,10	9,15	12,20

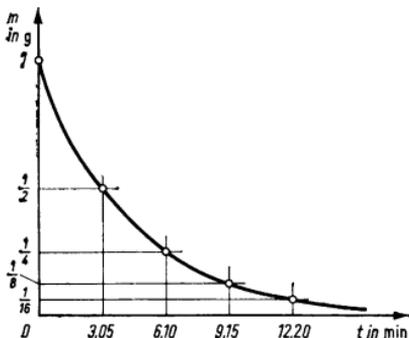
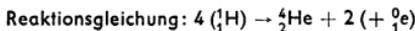


Bild 115 zu Lösung 256

- 257** Düngemittel oder Wasser werden mit radioaktiven Isotopen markiert. Bei der Nahrungsaufnahme wandern diese Isotope durch die Pflanzen. Das Vordringen kann auf Fotomaterial, das durch die radioaktive Strahlung geschwärzt wird, nachgewiesen werden.
- 258** Schädigung lebenden Gewebes (bis zu Krebserkrankungen), Mutationen, Leukämie, Anämie, Trübung der Augenlinse, Verminderung der Fruchtbarkeit, Knochenschäden
- 259** Bild 45 a B; Bild 45 b C; Bild 45 c B
Bild 45 d C; Bild 45 e A; Bild 45 f A
- 260** Der Unterschied in den Bildern könnte auf eine unterschiedlich lange Einwirkung des Strahlers auf den Film zurückzuführen sein, es könnten aber auch ein absorbierender Stoff unterschiedlicher Dicke oder verschiedene absorbierende Stoffe zwischen Präparat und Film vorhanden gewesen sein, wenn man gleiche Bestrahlungsdauer annimmt.
- 261** a) Zusatz von radioaktiven Isotopen zum Kolben oder/und Zylindermaterial. Bestimmung der radioaktiven Strahlung der im Schmiermittel enthaltenen Verschleißteilchen.
b) Es wird eine Strahlungsquelle aufgebaut, die bei offenem Signal verdeckt ist und deren Strahlung bei geschlossenem Signal ungehindert quer über die Fahrspur auf ein Zählrohr fällt. Durchfährt ein Kohlezug diese Schranke, so wird die Strahlung unterbrochen und durch ein Relais eine magnetische Schienenbremsung vorgenommen. Bei offenem Signal ist das Relais außer Betrieb.
- 262** a) $^{24}_{12}\text{Mg}$ wird mit α -Teilchen beschossen, es entsteht das instabile $^{27}_{14}\text{Si}$, und es werden Neutronen frei.
b) $^{209}_{83}\text{Bi}$ wird mit α -Teilchen beschossen, es entsteht das instabile $^{211}_{85}\text{At}$, und es werden Neutronen frei.
- 263** a) $^{39}_{19}\text{K} (\alpha, p) \ ^{42}_{20}\text{Ca}$
b) $^9_4\text{Be} (\alpha, n) \ ^{12}_6\text{C}$
c) $^{32}_{16}\text{S} (n, \alpha) \ ^{29}_{14}\text{Si}$
d) $^{43}_{20}\text{Ca} (n, \alpha) \ ^{40}_{18}\text{Ar}$
Die Beschreibung der Vorgänge erfolgt wie bei Aufgabe 262.
- 264** a) $^{60}_{27}\text{Co}$ b) $^{64}_{30}\text{Zn}$ c) ^1_0n d) $^{233}_{90}\text{Th}$ e) $^{238}_{92}\text{U}$
- 265** a) $^{88}_{36}\text{Kr}$, $^{235}_{92}\text{U}$ zerfällt in Barium und Krypton,
b) $2 \ ^1_0\text{n}$, $^{235}_{92}\text{U}$ zerfällt in Xenon und Strontium,
c) $^{140}_{55}\text{Cs}$, $^{235}_{92}\text{U}$ zerfällt in Caesium und Rubidium,
d) $4 \ ^1_0\text{n}$, $^{235}_{92}\text{U}$ zerfällt in Lanthan und Brom.
- 266** Vorteile u. a. kleine Rohstoffmengen, geringe Transportkosten, schwere Transportarbeit entfällt, keine Luftverschmutzung;
Nachteile u. a. hohe Aufwendungen für Strahlenschutz, Probleme bei der Beseitigung des radioaktiven Mülls

- 267** Auf der Sonne werden bei einer Temperatur von $2 \cdot 10^7$ °K Protonen zu Heliumkernen verschmolzen, dabei entstehen gleichzeitig Positronen, und es werden große Energiemengen frei.



- 268** Es würde festgestellt, daß neben den Elektronen auch Protonen, Neutronen und Positronen Bausteine der Materie sind und sich Protonen in Neutronen und Positronen (β^+ -Zerfall) und Neutronen in Protonen und Elektronen (β^- -Zerfall) umwandeln können.

269	Name des Forschers	Jahr	Leistung
	Becquerel	1896	Entdeckung der Radioaktivität
	M. u. P. Curie	1898	Entdeckung des Radiums und Poloniums
	Rutherford	1919	1. Kernumwandlung
	Bohr	1920	Entwickelte das Bohrsche Atommodell
	Chadwick	1932	Entdeckung des Neutrons
	F. und I. Joliot-Curie	1932	Entdeckung instabiler Atomkerne
	Hahn, Strassmann, Meitner	1938	Uranspaltung

- 270** Formulieren Sie Ihre Antwort nach folgenden Gesichtspunkten:
1. Welche Haltung nehmen Sie zu den veröffentlichten Stellungnahmen ein?
 2. Was können Sie dafür tun, daß die Atomenergie friedlichen Zwecken nutzbar gemacht wird?
 3. Welche Bedeutung haben diese Meldungen heute für uns?
- 271** Bild 47c. Die Teilchen werden senkrecht zur Bewegungsrichtung und zu den Feldlinien abgelenkt.

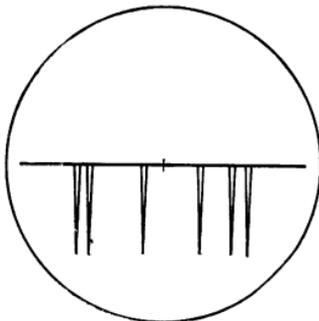


Bild 116 zu Lösung 272

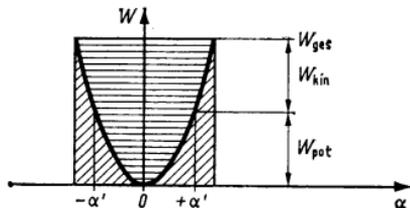


Bild 117 zu Lösung 274

- 272** a) Das Bild 116 widerspiegelt den statistischen Charakter des Kernzerfalls, d. h. die Tatsache, daß die Teilchen in unregelmäßigen Zeitintervallen emittiert werden.

- b) und c) Jeder Impulszacke im Oszillografenbild entspricht ein Geräusch im Lautsprecher, d. h. auch die Impulsfolge im Lautsprecher ergibt sich aus dem statistischen Charakter des Kernzerfalls.

273

Bild	Bewegung	Richtung	Betrag der Geschwindigkeit
48 a	geradlinige, gleichförmige Bewegung	konstant	konstant
48 b	gleichförmige Kreisbewegung	ändert sich	konstant
48 c	geradlinige, ungleichförmige Bewegung	konstant	ändert sich
48 d	krümmelinige, ungleichförmige Bewegung	ändert sich	ändert sich

274 a)

	$\alpha = \alpha_{\max}$	$\alpha = 0$
W_{pot}	max	0
W_{kin}	0	max

- b) Bild 117. $W_{\text{kin}} = W_{\text{pot}}$, wenn die Höhe des Pendelkörpers gleich $\frac{h}{2}$ ist.

275 a)

Fadenpendel	Federschwinger
Stellung A	Stellung 2
Stellung B	Stellung 1
Stellung C	Stellung 3

b) *Fadenpendel*

Federschwinger

Stellung	W _{pot}	W _{kin}		W _{pot}	W _{kin}
A	0	200 Nm	Stellung 1	200 Nm	0
B	200 Nm	0	Stellung 2	0	200 Nm
C	200 Nm	0	Stellung 3	200 Nm	0

276 a)

Punkt	1	2	3	4	5	6
Lage	0	A	0	B	0	A

- b) In den Punkten 1, 3, 5 erreicht die kinetische Energie ihren größten Betrag, die potentielle Energie ist in den Punkten 2, 4, 6 am größten. In den Punkten 1, 3, 5 ist der Betrag der Geschwindigkeit am größten.

Schwingungen

- 277** Schwingung 2: $y_{\max} = 1,5 \text{ cm}$; $T = 1 \text{ s}$; $f = 1 \text{ Hz}$
 Schwingung 3: $y_{\max} = 3 \text{ cm}$; $T = 2 \text{ s}$; $f = 0,5 \text{ Hz}$

- 278** Lautstärke: Amplitude y_{\max} , Tonhöhe: Frequenz f

$y = a \cdot \sin b x$	$y = y_{\max} \cdot \sin \omega t$	Kenngröße
y	y	Elongation
a	y_{\max}	Amplitude
b	ω	Kreisfrequenz
x	t	Zeit (für die der Momentanwert der Auslenkung bestimmt wird)

- 282** a) $y = y_{\max} \cdot \sin \omega t$, mechanische Schwingung,
 b) $p = p_{\max} \cdot \sin \omega t$, Schallschwingung,
 c) $u = u_{\max} \cdot \sin \omega t$, zeitlich periodische Änderung einer Spannung (Wechselspannung),
 d) $i = i_{\max} \cdot \sin \omega t$, zeitlich periodische Änderung einer Stromstärke (Wechselstromstärke)

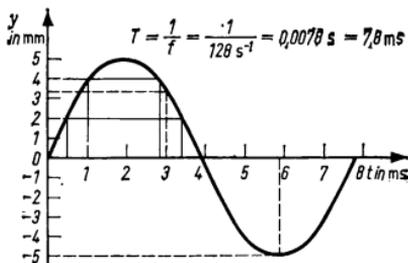


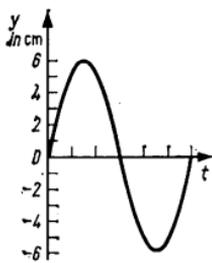
Bild 118 zu Lösung 285

- 285** a) Bild 118
 b) $y_1 = 3,33 \text{ mm}$, $y_2 = -4,97 \text{ mm}$,
 c) Aus der grafischen Darstellung kann abgelesen werden, daß die Elongation $y = 4 \text{ mm}$ zu den Zeiten $t_1 = 1 \text{ s}$ bzw. $t_2 = 2,9 \text{ s}$ und die Elongation $y = 2 \text{ cm}$ zu den Zeiten $t = 0,5 \text{ s}$ und $t = 3,4 \text{ s}$ erreicht wird.

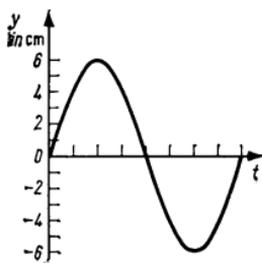
- 287** Bilder 119 a bis c. *Übereinstimmungen:* Die grafischen Darstellungen beschreiben denselben Schwingungsvorgang, f und y_{\max} sind gleich. *Unterschiede:* Die Bilder sind durch die unterschiedliche Streckung der Sinuskurve verschieden.

- 288** Bild 55c. *Begründung:* Das Wasser steigt von h_0 durch Zufluß bis zur Höhe h_1 . Nun kann das Wasser über den Abfluß abfließen. Der Wasserspiegel sinkt bis auf die Höhe h_2 . Da der Durchmesser des Abflußrohres größer als der des Zuflusses ist, geschieht die Entleerung in kürzerer Zeit als die sich nun anschließende Wiederauffüllung von der Höhe h_2 bis zur Höhe h_1 .

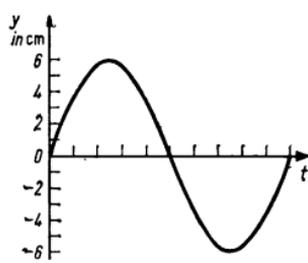
- 289** Bild 120.



a



b



c

Bild 119 zu Lösung 287

292 Am Äquator $9,77 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, unter 45° geographischer Breite $9,80 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, am Pol $9,82 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

293 $T_E = 1,8 \text{ s}$, $T_V = 1,9 \text{ s}$, $\Delta l = -9 \text{ cm}$

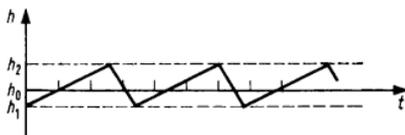


Bild 120 zu Lösung 289

- 295** 1. Vermutung: T hängt ab von
- der Masse des schwingenden Körpers
 - der Auslenkung aus der Nulllage
 - von der Länge des Gummifadens
 - von der Fallbeschleunigung

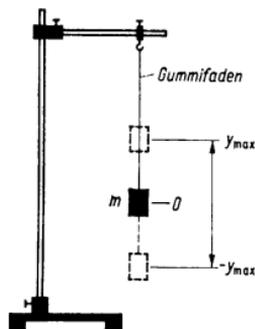


Bild 121 zu Lösung 295

2. Bild 121

Geräte: Gummifäden, Körper verschiedener Masse, Stativmaterial

3. und 4. Experimentelle Durchführung

5. Die Prüfung der Hypothesen führt zu folgenden Ergebnissen:

- T hängt von der Masse des schwingenden Körpers ab. Vermuteter funktionaler Zusammenhang aus der grafischen Darstellung $T \sim \sqrt{m}$.
 - T hängt nicht von der Auslenkung aus der Nulllage ab.
 - T hängt von der Länge des Gummifadens ab.
 - Die Abhängigkeit von der Fallbeschleunigung kann nicht experimentell überprüft werden.
6. Nur Hypothese a) und Hypothese c) konnten bestätigt werden, Hypothese b) war falsch, Hypothese d) konnte unter den gegebenen Bedingungen nicht geprüft werden.
7. Die Schwingungsdauer eines Körpers an einem Gummifaden vergrößert sich mit wachsender Masse des schwingenden Körpers und vergrößert sich mit wachsender Länge des Gummifadens.

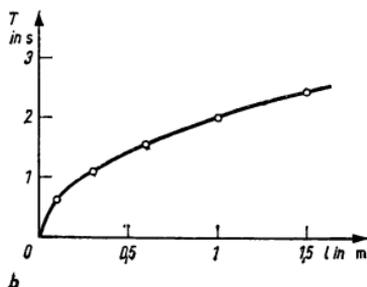
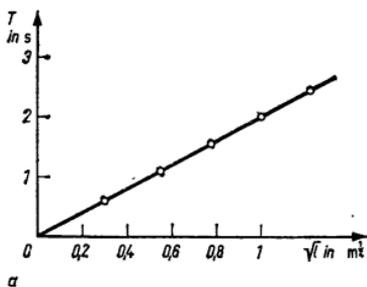


Bild 122 zu Lösung 296

296 a) und b) Bilder 122a und b.

c) Der Anstieg der Kurve in Bild 122a beträgt $2 \text{ s} \cdot \text{m}^{-\frac{1}{2}}$.

d) Die Ausrechnung von $\frac{2\pi}{\sqrt{g}}$ ergibt $\frac{2 \cdot 3,14}{3,13} \text{ s} \cdot \text{m}^{-\frac{1}{2}} \approx 2 \text{ s} \cdot \text{m}^{-\frac{1}{2}}$.

Der Anstieg der Kurve stimmt annähernd mit dem Wert des Faktors in der Gleichung für die Schwingungsdauer überein.

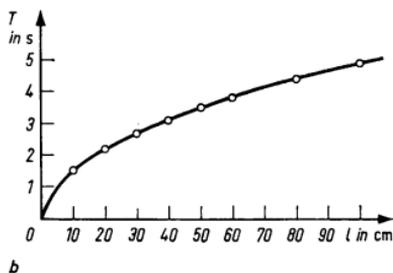
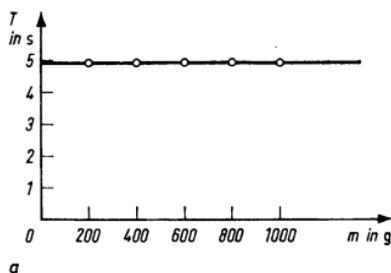


Bild 123 zu Lösung 297

297 a) Bilder 123a und b.

b) Die Schwingungsdauer eines Fadenpendels ist auch auf dem Mond von der Masse des schwingenden Körpers unabhängig. Auch auf dem Mond gilt $T \sim \sqrt{l}$. Es ändert sich jedoch der Proportionalitätsfaktor $\frac{2\pi}{\sqrt{g}}$ infolge der veränderten Fallbeschleunigung. Aus Aufgabe 296 ergab sich näherungsweise $\frac{2\pi}{\sqrt{g}} = 2 \text{ s} \cdot \text{m}^{-\frac{1}{2}}$. Auf dem Mond erhält man aus $\frac{T}{\sqrt{l}} = \frac{2\pi}{\sqrt{g}} = 4,9 \text{ s} \cdot \text{m}^{-\frac{1}{2}}$.

- 298** a) Schwingung I ist ungedämpft, Schwingung II ist gedämpft.
 b) Amplitude $y_{\max} = 1 \text{ cm}$
 Elongation $-1 \text{ cm} \leq y \leq +1 \text{ cm}$
 Schwingungsdauer $T = 2 \text{ s}$
 Frequenz $f = 0,5 \text{ s}^{-1} = 0,5 \text{ Hz}$
- 299** a) Schwingungsbild 58 a — Stimmgabel
 Schwingungsbild 58 b — Uhrpendel
 Schwingungsbild 58 c — Strommesser
 b) Die Dämpfung ist beim Strommesser am größten, da der Zeiger des Meßgerätes nach dem Ausschlag beim Einschalten des Stromes langsam auf den Meßwert zurückgeht, ohne um diesen Meßwert zu schwingen.
 c) Strommesser. ↗ LB Kl. 10, S. 57.
- 300** Bei einer bestimmten Höhe der Luftsäule im Glasrohr über der Flüssigkeit ist eine beträchtliche Verstärkung des Tones der Stimmgabel wahrnehmbar. Für diese Höhe stimmt die Eigenfrequenz der Luftsäule mit der Erregerfrequenz der Stimmgabel überein, es liegt Resonanz vor: die Luftsäule schwingt mit maximaler Amplitude, der Ton ist am lautesten wahrnehmbar.
- 301** Es tritt eine erzwungene Schwingung auf. Der Ton der Flöte wird durch die Luft auf die Saiten des Klaviers übertragen! Die Saite, deren Eigenfrequenz mit der Erregerfrequenz des Flötentones übereinstimmt, wird zum Mitschwingen angeregt (Resonanz).
- 302** Die Taktfrequenz, mit der sich die Menschen bewegten, stimmte mit der Eigenfrequenz der Brücke überein. Infolge der Resonanz vergrößerte sich die Amplitude der Schwingung ständig bis zu einem solchen Betrag, daß die zwischen den Teilchen des Brückenmaterials wirkenden Kohäsionskräfte überwunden wurden und die Brücke zusammenbrach. (Nach Neuburger, Albert: Die Wunder der Wissenschaft. München 1924, S. 63/64.)
- 303** a) Bild 60b. Die abgebildete Kurve ist die grafische Darstellung der mathematischen Sinusfunktion.
 b) Spannungsverlauf
 c) Bild 60a würde entstehen, wenn man die Spannung in einem Gleichstromkreis periodisch umpolt.
 Bild 60b könnte die Aufzeichnung des zeitlichen Verlaufs einer Wechselspannung sein.
- 304** Abhängigkeiten der elektrischen Stromstärke und der elektrischen Spannung von der Zeit
- 306** Bild 124

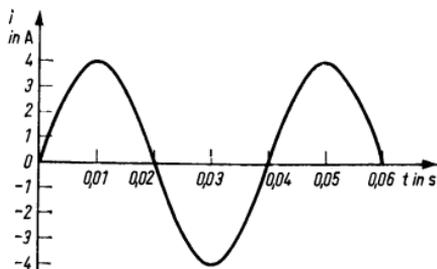


Bild 124 zu Lösung 306

Schwingungen

- 307** a) $\omega = 314 \text{ Hz}$, 157 Hz , 105 Hz ; $T = 0,02 \text{ s}$, $0,04 \text{ s}$, $0,06 \text{ s}$.
 b) Die Lokomotiven können nur die Strecken befahren, für die die Frequenzen ihrer Motoren mit denen der zum Betrieb erforderlichen Wechselströme übereinstimmen, d. h. daß an Staatsgrenzen, an denen sich die Frequenz des Wechselstromes ändert, die Lokomotiven gewechselt werden müssen. Heute werden bereits Lokomotiven für verschiedene Frequenzen sowie für Gleich- und Wechselstrombetrieb gebaut.

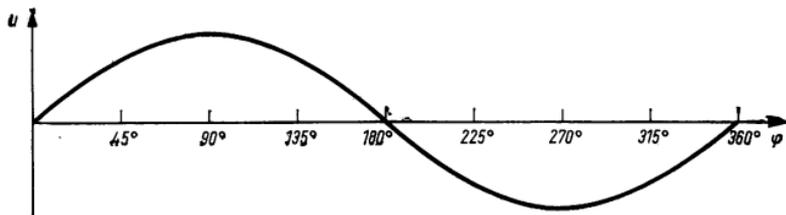


Bild 125 zu Lösung 308

- 308** Bild 125. Die Änderung des ein Leiterstück durchsetzenden Magnetfeldes ist ein Maß für den Betrag der induzierten Spannung. Diese Änderung ist bei 0° , 180° und 360° gleich Null, d. h. die Anzahl der die Leiterschleife durchsetzenden Feldlinien ist konstant, die induzierte Spannung $U = 0$. Bei $\varphi = 90^\circ$ und 270° ist die Änderung am größten und deshalb $U = u_{\text{max}}$. Steht die Leiterschleife senkrecht zu den Feldlinien ($\varphi = 0^\circ$, 180° und 360°), wechselt die Polarität.

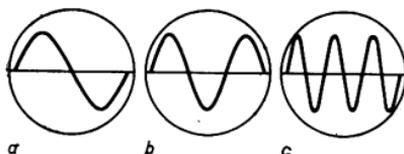


Bild 126 zu Lösung 309 a

b

c

- 309** Bilder 126 a bis c. Die Oszillografenbilder zeigen alle den sinusförmigen Verlauf von harmonischen Schwingungen und besitzen alle die gleiche Amplitude. Sie unterscheiden sich in der Anzahl der vollen Schwingungen, die auf dem Oszillografenschirm abgebildet werden.

Kenngröße	Bild 63 a	Bild 63 b	Bild 63 c
u_{max}	150 V	100 V	200 V
T	0,04 s	0,06 s	0,04 s
f	25 Hz	$16 \frac{2}{3}$ Hz	25 Hz

Der Vergleich ergibt: $u_{\text{max}2} < u_{\text{max}1} < u_{\text{max}3}$; $T_1 = T_3 < T_2$; $f_2 < f_1 = f_3$

- 311** Lösung 1: Die drehbare Spule dient als Induktionsspule. Wird die Spule in einem Magnetfeld gedreht, dann wird der Betrag der von der Spule umschlossenen Fläche, die vom Magnetfeld erfaßt wird, in Abhängigkeit von der Stellung im Magnetfeld verändert.

Lösung 2: Man erzeugt das Magnetfeld in einem drehbaren Rotor durch Anlegen einer Gleichspannung. Bei der Drehung des Rotormagnetfeldes wird in den feststehenden Statorspulen eine Wechselspannung induziert.

Bezüglich der Vor- und Nachteile ↗ Bildunterschrift zu Bild 65/1 im LB Kl. 10!

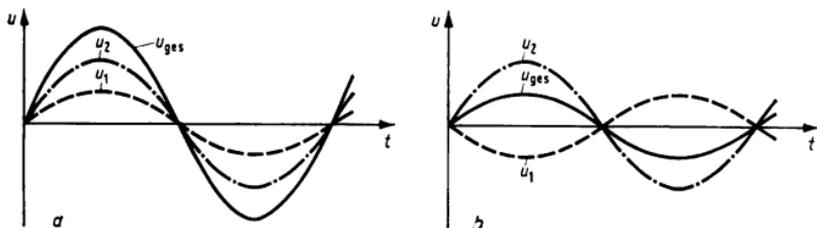


Bild 127 zu Lösung 312

312 Bilder 127 a und b.

a) Bei Durchlauf der Nulllage in gleicher Richtung addieren sich die Spannungen

$$u_{\max \text{ ges}} = u_{\max 1} + u_{\max 2} = 155 \text{ V} + 310 \text{ V} = 465 \text{ V}.$$

b) Bei Durchlauf der Nulllage in entgegengesetzter Richtung gilt

$$u_{\max \text{ ges}} = u_{\max 2} - u_{\max 1} = 310 \text{ V} - 155 \text{ V} = 155 \text{ V}.$$

313 2 Elongation, 4 Frequenz, 5 ---, 6 Auslenkung y ;
3' Maximalwert, 7' elektromagnetische Schwingung

314 Dasjenige Blatt des Zungenfrequenzmessers, dessen Eigenfrequenz mit der Frequenz des Wechselstromes übereinstimmt, schwingt mit maximaler Amplitude, da Resonanz auftritt. Ist die Eigenfrequenz der Blattfedern bekannt, kann die Frequenz des Wechselstromes ermittelt werden.

315 Das Ohmsche Gesetz gilt im Wechselstromkreis, wenn sich im Stromkreis nur Ohmsche Widerstände — also keine Spulen oder Kondensatoren — befinden.

316 An einem Gleichrichter kann höchstens der Maximalwert der Wechselspannung abgenommen werden. Da der Gleichrichter selbst noch einen Innenwiderstand besitzt und daran eine Spannung abfällt, wird dieser Höchstwert nie erreicht.

317 Spannungen bis 60 V sind für den Menschen ungefährlich. Die Angaben für Wechselspannung beziehen sich auf deren Effektivwert. Die Maximalwerte sind größer. Für einen Effektivwert von 42 V beträgt der Maximalwert 60 V. Er ist also ebenso groß wie die zulässige Spannung für Gleichstrom.

318 a) Der elektrische Ohmsche Widerstand ist für beide Stromarten der gleiche. Er ergibt sich aus dem Widerstandsgesetz $R = \varrho \cdot \frac{l}{A}$.

b) Der Widerstand im Gleichstromkreis ist kleiner als der Widerstand im Wechselstromkreis. Der Widerstand ist im Gleichstromkreis ebenso groß wie im 1. Versuch, als der Draht nicht aufgewickelt war.

Schwingungen

- c) Im 2. Versuch wirkt der aufgewickelte Draht als Spule und bildet damit für den Wechselstromkreis ein induktives Schaltelement, d. h. zusätzlich zum Ohmschen Widerstand tritt ein induktiver Widerstand auf und der Gesamtwiderstand ist größer als der Gleichstromwiderstand des ausgepannten Kupferdrahtes.

319 Bilder 128 a und b

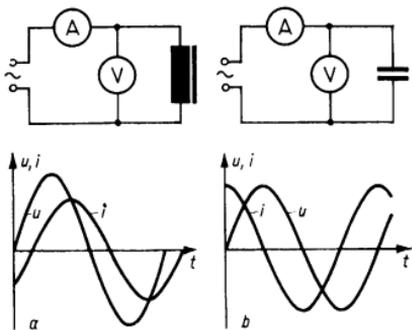


Bild 128 zu Lösung 319

- a) Es tritt eine Selbstinduktionsspannung auf, die der anliegenden Wechselspannung stets entgegengerichtet ist. Dadurch wird das Anwachsen der Stromstärke zeitlich verzögert. Während z. B. die Spannung ihren Höchstwert bereits erreicht hat und langsam wieder abzufallen beginnt, ist die Stromstärke noch im Ansteigen begriffen.
- b) Am Kondensator liegt erst dann eine Spannung an, wenn er durch eine zunächst hohe Stromstärke aufgeladen wird. Mit zunehmender Ladung auf den Kondensatorplatten steigt die Kondensatorspannung, die als Gegenspannung zur Spannungsquelle wirkt. Infolge der kleiner werdenden Spannungsdifferenz zwischen Spannungsquelle und Kondensator wird die Ladestromstärke ständig geringer. Das Anwachsen der Spannung wird gegenüber der Stromstärke zeitlich verzögert.

320

Bild	zeitliche Verschiebung t	Bauelement
65a	0	Ohmscher Widerstand
65b	i eilt u um $\frac{\pi}{2}$ voraus	Kondensator
65c	u eilt i um $\frac{\pi}{2}$ voraus	Spule

321 a) Bilder 129 a und b

- b) Bild 66 a gehört zu einem Stromkreis mit einem Kondensator, denn i eilt u um $\frac{\pi}{2}$ voraus. Bild 66 b kennzeichnet einen Stromkreis mit einem Ohmschen Widerstand, es tritt keine Phasenverschiebung auf.
- c) In Bild 129 a liegt die Leistungskurve symmetrisch zur Zeitachse. Die Flächen unter der Kurve sind ein Maß für die elektrische Energie im Stromkreis. Da diese Flächen unter-

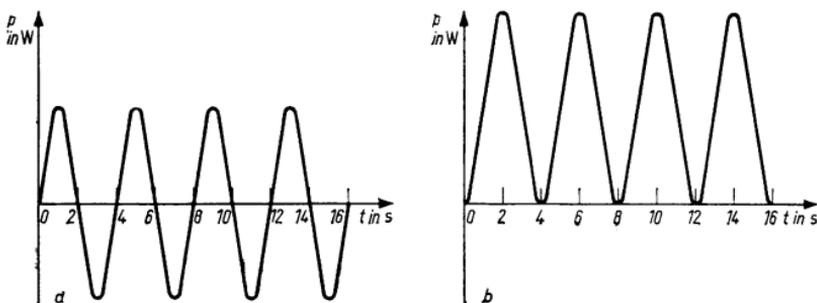


Bild 129 zu Lösung 321

halb und oberhalb der Zeitachse gleichen Inhalt haben, folgt daraus, daß die in einer Periode von der Spannungsquelle abgegebene Energie gleich Null ist. Die Spannungsquelle nimmt während der Zeit, in der $p > 0$ ist, Energie auf, die sie während der Zeit, in der $p < 0$ ist, an den Wechselstromkreis wieder abgibt.

Die Leistungskurve für einen Stromkreis mit Ohmschem Widerstand verläuft nur oberhalb der Zeitachse (Bild 129b). Die Fläche unter der Leistungskurve ist ein Maß für die von der Spannungsquelle abgegebene Energie. Die Spannungsquelle nimmt keine Energie wieder auf.

322 A Bild 67c; B Bild 67c; C Bild 67d; D Bild 67e; E Bild 67a; F Bild 67b

323 Bilder 130 bis 132. Die Bilder zeigen, daß mit zunehmender zeitlicher Verschiebung zwischen Stromstärke- und Spannungskurve der im Leitungsnetz hin- und hertransportierte Energieanteil wächst und der am Einsatzort dem Netz zu entnehmende Energieanteil immer geringer wird (für $\varphi = 90^\circ$ kann keine Energie mehr entnommen werden). Bei großer zeitlicher Verschiebung sind in den Kraftwerken Generatoren mit wesentlich größerer Leistung erforderlich. Das führt zu einer starken Belastung des Leitungsnetzes und zu erhöhten „Leistungsverlusten“ durch die Umwandlung elektrischer Energie in Wärme in den Leitungen.

326 $\cos \varphi = 0,76$; $\varphi = 40,5^\circ$

328 Das magnetische Wechselfeld der Primärspule durchsetzt auch eine einfache Leiterschleife und induziert in ihr eine Wechselspannung. In der geschlossenen Leiterschleife fließt ein Kurzschlußstrom. Da die Leiterschleife auf der Sekundärseite einen sehr kleinen Widerstand hat, tritt eine hohe Stromstärke auf. Die Stromstärke kann nach $\frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$ berechnet werden. Da $N_2 = 1$, ist $I_2 = N_1 \cdot I_1$.

329 Es ist prinzipiell nicht möglich, eine Gleichspannung mit einem Transformator zu transformieren. Die Wirkungsweise eines Transformators beruht auf der elektromagnetischen Induktion. In der Sekundärspule eines Transformators wird aber nur dann eine Spannung induziert, wenn sich das die Sekundärspule durchsetzende magnetische Feld zeitlich ändert. Das ist aber nicht gegeben, wenn in der Primärspule ein Gleichstrom fließt. In der Sekundärspule wird dann lediglich beim Ein- bzw. Ausschalten des Gleichstromes ein Spannungstoß induziert.

330

	Vorteil	Nachteil
Verstellbare Widerstände	Sie können für Gleich- und Wechselstrom verwendet werden.	Es können nur Spannungen abgegriffen werden, die kleiner als die anliegende Spannung sind. Es treten infolge der Erwärmung bei Stromfluß höhere „Energieverluste“ auf.
Transformatoren	Es können durch geeignete Windungszahlen von Primär- und Sekundärspule sowohl höhere wie niedrigere Spannungen im Vergleich zur anliegenden Spannung abgegriffen werden. Die Energieverluste sind gering.	Sie sind nur für Wechselstrom geeignet. In der Regel können nur bestimmte Übersetzungsverhältnisse durch einen Transformator realisiert werden.

- 331 a) Aus dem Diagramm ist zu erkennen, daß der Wirkungsgrad von der Belastung des Transformators im Sekundärkreis abhängig ist und daß bei diesem Transformator für eine Stromstärke von 0,85 A der beste Wirkungsgrad ($\eta = 0,9$) erreicht wird.
 b) Bei der Auswahl eines Transformators muß, wenn ein optimaler Wirkungsgrad erreicht werden soll, darauf geachtet werden, daß die Belastung im Sekundärstromkreis dem Transformator angepaßt ist.

- 333 Die Bedingungen, unter denen die Gleichungen gelten, sind verschieden. $\frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2}$ gilt für Leerlauf, $\frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$ gilt für Kurzschluß.

- 335 Der „ideale“ Transformator ist ein Transformator mit einem Wirkungsgrad $\eta = 1$, d. h. $P_1 = P_2$, oder bei dem die Energieübertragung „verlustlos“ erfolgt. Ein solcher Transformator läßt sich praktisch nicht realisieren. Für den Wirkungsgrad der Transformatoren in den Bildern 69a bis c gilt $\eta_1 < \eta_3 < \eta_2$. Am Transformator 1 tritt die größte Feldstreuung auf, daraus ergibt sich ein Induktionsverlust. Bei Transformator 2 verlaufen die magnetischen Feldlinien fast ausschließlich innerhalb des geschlossenen Eisenkerns und durchsetzen die Sekundärspule damit fast vollständig. Durch die Blätterung des Kernes werden auch die Induktionsverluste durch Wirbelströme herabgesetzt. Bei Transformator 3 treten im Vergleich zu Transformator 2 größere Induktionsverluste infolge der Wirbelströme im massiven Eisenkern und durch die auftretende Feldstreuung infolge des nicht geschlossenen Eisenkerns auf.

- 338 a) Die einzelnen Sektoren des Kreisdiagrammes haben in der Reihenfolge der Länder einen Winkel von 270°, 25°, 24,5°, 15,5°, 13°, 7°, 5°.
 b) ↗ LB Kl. 10, S. 83.

- 339 Wird ein Kondensator an eine Gleichspannungsquelle angeschlossen, so wird er aufgeladen, er speichert elektrische Energie in Form von Energie des elektrischen Feldes. Fließt

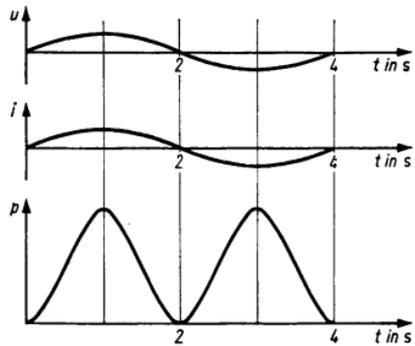


Bild 130 zu Lösung 323

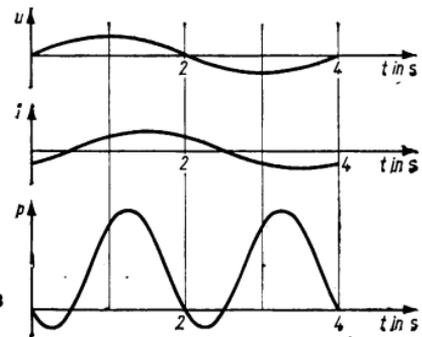


Bild 131 zu Lösung 323

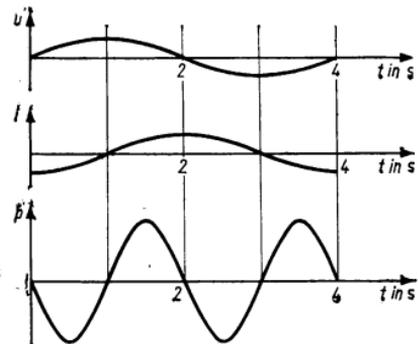


Bild 132 zu Lösung 323

durch eine Spule ein elektrischer Strom, entsteht um und in der Spule ein magnetisches Feld; es wird elektrische Energie in Form der Energie des magnetischen Feldes gespeichert. Werden Spule und Kondensator elektrisch leitend miteinander verbunden, fließt die Ladung des Kondensators ab, es entsteht ein Strom, um die Spule wird das Magnetfeld abgebaut. Beim Abbau des Magnetfeldes wird in der Spule eine Spannung induziert und der Kondensator erneut aufgeladen.

Schwingungen

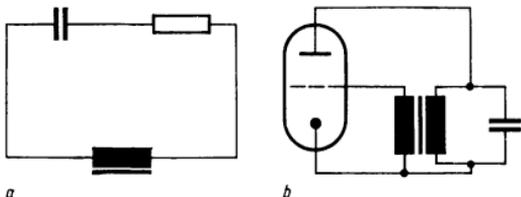
- 340** a) Ursachen der Dämpfung einer Schwingung im elektrischen Schwingkreis sind: 1. Die Umwandlung von elektrischer bzw. magnetischer Feldenergie in Wärmeenergie durch den Ohmschen Widerstand der Spule. 2. Die Erwärmung des Eisenkernes der Spule infolge der ständigen Ummagnetisierungen und der Wirbelströme. 3. Die Erwärmung des Dielektrikums im Kondensator. 4. Stromverluste infolge der räumlichen Ausbreitung des magnetischen Feldes um die Spule.
- b) Umkehrbare Energieumwandlungen sind: 1. Die Umwandlung der elektrischen Feldenergie des Kondensators in die magnetische Energie der Spule. 2. Die Umwandlung der magnetischen Energie der Spule in elektrische Energie des Kondensators. Nicht umkehrbar ist die Umwandlung der Feldenergie in Wärmeenergie.
- 341** Der allgemeine Energieerhaltungssatz besagt, daß Energie weder verlorengehen noch aus dem Nichts gewonnen werden kann. Bei einer gedämpften elektromagnetischen Schwingung ist die Summe aus elektrischer und magnetischer Feldenergie und Wärmeenergie konstant. Im Laufe des Schwingungsvorganges wird der Anteil der Wärmeenergie auf Kosten der elektrischen und magnetischen Feldenergie immer größer.
- 342** a) Eine freie, ungedämpfte elektromagnetische Schwingung ist nicht möglich, da ein Ohmscher Widerstand im Schwingkreis vorhanden ist, durch den elektrische Energie in Wärmeenergie umgewandelt wird. Es entsteht eine freie, gedämpfte elektromagnetische Schwingung.
- b) $f = 53 \text{ Hz}$, $\omega = 333 \text{ Hz}$.
- 343** Der Ohmsche Widerstand bewirkt eine Dämpfung der Schwingung. Der Kondensator und die Spule beeinflussen die Frequenz in der Weise, daß mit wachsender Induktivität der Spule bzw. Kapazität des Kondensators die Frequenz geringer wird.
- 344** $f = 797 \text{ kHz}$, $\omega = 5000 \text{ kHz}$, $T = 1,26 \cdot 10^{-6} \text{ s}$
- 345** $T = 0,01 \mu\text{s}$
- 347** a) Bilder 71 a und b: ungedämpfte elektromagnetische Schwingung, Bilder 71 c und d: gedämpfte elektromagnetische Schwingung.
- b) Es muß $R_1 = R_2 = 0$ sein, weil ungedämpfte Schwingung. Das ist praktisch nicht möglich, d. h. erzwungene Schwingung. $R_3 < R_4$ (weil Dämpfung in Bild 71 d stärker als in Bild 71 c).
- Aus den Bildern ist abzulesen, daß
- $$T_1 < T_3 = T_4 < T_2. \quad (1)$$
- $$\text{Aus } f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}} \quad \text{folgt} \quad T \sim \sqrt{L \cdot C}. \quad (2)$$
- Mit (1) folgt aus (2): $\sqrt{L_1 C_1} < \sqrt{L_3 C_3} = \sqrt{L_4 C_4} < \sqrt{L_2 C_2}$
oder: $L_1 C_1 < L_3 C_3 = L_4 C_4 < L_2 C_2$.
- D. h., man kann keine Angaben über die Größe von C oder L , sondern nur über ihr Produkt machen.
- 348** $L = 846 \frac{\text{Vs}}{\text{A}}$

349 Aus der Thomsonschen Schwingungsgleichung folgt, daß die Frequenz von der Induktivität der Spule und der Kapazität des Kondensators im Schwingkreis abhängt. D. h., es gibt prinzipiell zwei Möglichkeiten für eine Frequenzanpassung bei Rundfunkgeräten:

1. Die Induktivität der Spule bleibt konstant, die Frequenzanpassung wird durch Veränderung der Kapazität mit Hilfe eines Drehkondensators erreicht. Diese Möglichkeit wird im Lang-, Mittel- und Kurzwellenbereich genutzt, weil mit Drehkondensatoren die Kapazität in einem weiten Bereich variiert werden kann, was in diesem Frequenzbereich (0,15 MHz bis 26,1 MHz) notwendig ist.
2. Die Kapazität des Kondensators wird nicht verändert. Die Frequenzanpassung wird durch Veränderung der Induktivität der Spule im Schwingkreis bewirkt, indem man die Lage des Ferritkernes in der Spule verändert. Diese Möglichkeit findet im UKW-Bereich Anwendung, da hier die Frequenzen sehr hoch sind ($f > 88$ MHz) und Drehkondensatoren mit sehr kleinen Kapazitäten verwendet werden müßten, die technisch schwierig zu realisieren sind. Es ist einfacher, die Induktivität durch Veränderung der Lage des Ferritkernes in der Spule zu variieren und einen Kondensator mit einer kleinen, aber bestimmten Kapazität zu verwenden.

350 Bilder 133 a und b

Bild 133 zu Lösung 350



353 $C = 5,22 \text{ pF}$

354 Für die Schwingungsdauer einer Pendeluhr gilt $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, da sich bei Temperaturänderungen l um Δl ändert, nimmt die Schwingungsdauer beim Erwärmen zu, d. h., die Uhr geht nach, und beim Abkühlen ab, d. h., die Uhr geht vor.

355 a) In der Spulenwicklung fließt im Gleichstromkreis wegen $I_1 = \frac{U}{R} = \frac{110 \text{ V}}{10 \Omega}$ ein Strom von 11 A, die Spulenwicklung müßte durchbrennen. Im Wechselstromkreis entsteht aber durch die Selbstinduktion in der Spule eine Gegenspannung, die den ursprünglichen Strom mit einer Stromstärke von 11 A so weit mindert, daß 2 A nicht überschritten werden.

b) Bei Anschluß an das Gleichstromnetz fällt die Selbstinduktion außer im Moment des Ein- und Ausschaltens weg, so daß hier tatsächlich ein Strom mit einer Stromstärke von 11 A fließen würde. Dabei würden die Wicklungen durchbrennen. Der Transformator darf nicht an ein Gleichstromnetz angeschlossen werden.

357 Aus Klasse 9 ist bekannt, daß C mit geringer werdendem Plattenabstand d wächst (1). Zwischen der Schwingungsdauer T eines Schwingkreises und der Kapazität C besteht die Beziehung $T = 2\pi \sqrt{L \cdot C}$ (2). Falls $L = \text{konst.}$, folgt, aus (2) $T \sim \sqrt{C}$ und daraus mit (1) $T \sim \frac{1}{\sqrt{d}}$. Verringert man den Plattenabstand eines Kondensators, so vergrößert sich die Schwingungsdauer des Schwingkreises.

- 358** Bild 73 a, weil durch den zwischen den Pendeln ausgespannten Faden eine Kopplung erfolgt.
 Bild 73 c, weil durch das magnetische Feld der beiden Magneten eine Kopplung erfolgt.
 Bild 73 d, weil durch den elastischen Gummischlauch eine Kopplung erfolgt.
- 359** A durch die Kohäsionskräfte zwischen den Wasserteilchen,
 B durch die abstoßenden und anziehenden Kräfte zwischen den Luftteilchen,
 C durch die Verbindung der einzelnen Schwinger mittels zweier Fäden.
- 360** a) Umwandlung potentieller in kinetische Energie und umgekehrt und Umwandlung mechanischer Energie in Wärmeenergie infolge Reibung
 b) Die Schwingung kommt infolge der Luftreibung und der Reibung an der Aufhängung des schwingenden Körpers und der dabei auftretenden Energieumwandlung zur Ruhe. Die Schwingung ist gedämpft.
- 363** Beispiele sind, die Unmöglichkeit des „Heranholens“ eines schwimmenden Gegenstandes durch Einwerfen eines Steines; die Druckwelle bei Detonationen; die Übertragung der Erregung durch einen Stab, der an einem Ende angeschlagen wird, auf das andere Ende.
- 364** Die Behauptung ist nicht richtig, da durch die Druckwelle vom Zentrum aus nur Energie, aber kein Stoff (Gasteilchen) transportiert wird.
- 365** Amplitude — durch Vergrößerung oder Verkleinerung der Auf- und Abbewegung, Frequenz — durch schnellere oder langsamere Auf- und Abbewegung, Ausbreitungsgeschwindigkeit — durch stärkeres oder geringeres Spannen des Seiles, übertragene Energie — durch Änderung der Amplitude
- 366** Es ändert sich nur die Amplitude. Die Amplitude ist maßgebend für die Energie, die durch die Welle übertragen wird. Bei Dämpfung wird die Amplitude geringer.
- 367** Das Oszillografenbild zeigt eine gedämpfte Schwingung. Die Amplitude wird geringer, und damit verringert sich auch die übertragene Schallenergie. Das bedeutet, der Ton, der zu hören ist, wird immer leiser.
- 368** a) Bilder 134 a und b.
 b) Wellenfronten sind die Linien, die Teilchen der Welle, die sich im gleichen Schwingungszustand befinden, miteinander verbinden. Die Wellennormale gibt die Ausbreitungsrichtung einer Welle an.
 c) Die Wellennormale steht senkrecht auf den Wellenfronten.

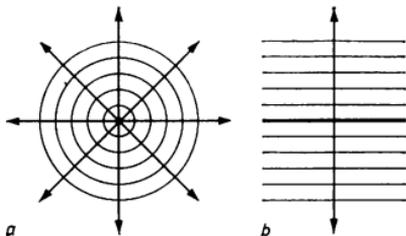
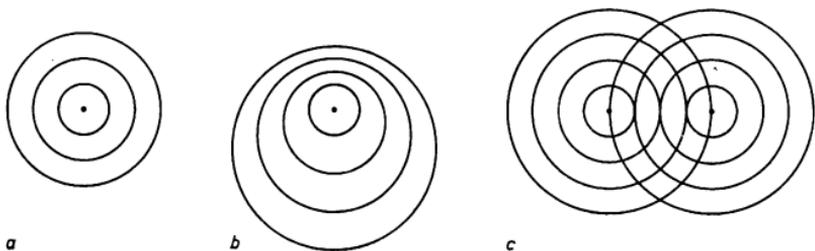


Bild 134 zu Lösung 368

- 369** Es wäre nicht möglich, da dann Töne verschiedener Frequenzen verschiedene Zeiten brauchen, um an unser Ohr zu gelangen und in ganz anderer Reihenfolge auf unser Ohr treffen würden, als sie vom Erreger der Töne abgestrahlt wurden.
- 371** Für die Wellenausbreitung gilt $v = \lambda \cdot f$. Wenn die Frequenz f konstant bleibt, muß der Quotient aus v und λ ebenfalls konstant bleiben. Das ist erfüllt, wenn sich v und λ nicht ändern oder aber beide sich in gleichem Maße ändern. Da die Ausbreitungsgeschwindigkeit v in verschiedenen Stoffen aber unterschiedlich ist, muß sich die Wellenlänge λ in beiden Fällen ändern.
- 372** $f = 61 \text{ kHz}$
- 373** a) $\lambda = 8,2 \text{ mm}$;
b) das Prinzip wird bei der Ultraschallortung (Echolot), z. B. zur Auffindung von Fischschwärmen, und zur Ultraschallwerkstoffprüfung technisch genutzt.
- 374** a) Bild 135a — Der Stein überträgt einen Teil seiner Energie auf die Wasserteilchen, es entstehen kreisförmige Wellenfronten, die vom Erregungszentrum weglaufen.
b) Bild 135b — Durch das fließende Gewässer werden die Wellenfronten, wie sie bei a) entstehen, in Flußrichtung verschoben.
c) Bild 135c — Es entstehen zwei sich überlagernde Systeme von Kreiswellenfronten. Durch Interferenz erfolgt an bestimmten Stellen eine Verstärkung bzw. Auslöschung der Einzelwellen.

- 375** Bild 136



a

b

c

Bild 135 zu Lösung 374

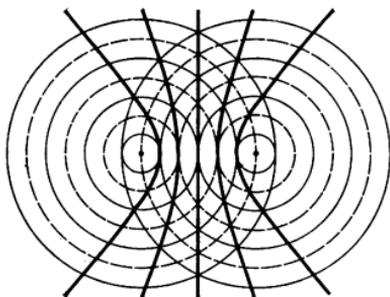


Bild 136 zu Lösung 375

- 376** Bild 137 — Die Schallwellen werden am Pfeiler gebeugt. Das bedeutet, daß sie auch in den durch den Pfeiler begrenzten geometrischen Schattenraum eindringen. (Die Reflexion an der Vorderseite des Pfeilers wurde nicht berücksichtigt.)
- 377** Bilder 138a und b
- 378** Wände, Sitze, die Bühne usw. werden mit Stoff bespannt, der Schall wird dadurch nicht reflektiert.
- 379** Bild 139 — Die Lösung beruht auf der Ausnutzung der Reflexion von Wellen an festen Hindernissen. Die ursprüngliche Richtung wird erreicht, wenn die zweite Wand parallel verschoben zur ersten aufgestellt wird. Durch Anwendung des Reflexionsgesetzes wird die Lösung gefunden.
- 380** Bild 140
- 381** Bild 141 — Die Welle wird an der Grenzfläche der verschiedenen Schichten gebrochen. Da beim Übergang einer Welle aus einem Stoff mit größerer Ausbreitungsgeschwindigkeit der Einfallswinkel α größer ist als der Brechungswinkel β , folgt, daß beim Übergang von Luft in den Stoff 1, vom Stoff 1 in den Stoff 3 und vom Stoff 1 in den Stoff 2 die Welle zum Lot hin gebrochen und beim Übergang vom Stoff 3 in den Stoff 1 vom Lot weg gebrochen wird. Die Ausbreitungsrichtung der Welle im Stoff 1 ist in beiden Schichten aus diesem Stoff dieselbe. Da der Stoff 3 dazwischenliegt, erfolgt eine Parallelverschiebung.
- 382** Jede Brechung ist mit einer Reflexion an der Grenzfläche verbunden. Dadurch und durch Absorption in brechenden Stoff verringert sich die Energie, die durch die Welle transportiert wird.
- 383** Bild 142
- 384** Bild 80a — Wellen werden am Spalt gebeugt. Hinter dem Spalt müßten die Wellen auch in das *geometrische Schattengebiet* eindringen.
Bild 80b — Die Welle wird reflektiert. Nach dem Reflexionsgesetz müßte gelten $\alpha = \alpha'$, es ist aber $\alpha > \alpha'$!
Bild 80c, d — Wellen werden am Hindernis gebeugt. Sie dürften nicht ungehindert weiterlaufen.
Bild 80e — Die Wellen werden an der Grenzfläche gebrochen. Da aber $v_1 < v_2$, müßte die Welle vom Lot weg gebrochen werden, außerdem müßte die Wellenlänge in v_1 kleiner als in v_2 sein, da die Frequenz sich nicht ändert und $v = \lambda \cdot f$ gilt.
- 385** Der Schlauch mußte straff ausgespannt werden, so daß er geradlinig verläuft. Da sich das Licht geradlinig ausbreitet, kann nun durch den Schlauch hindurchgesehen werden.
- 386** Um 40°
- 387** Das Licht wird an der Wasseroberfläche gebrochen. Das menschliche Auge sucht den Ursprung eines Strahles in seiner geradlinigen Fortsetzung, also in der Verlängerung des aus dem Wasser kommenden Strahles. Die Verlängerung liegt höher als der wirkliche Strahlenverlauf.

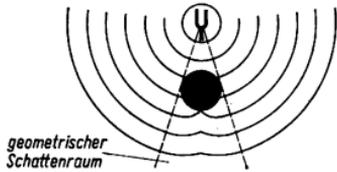


Bild 137 zu Lösung 376

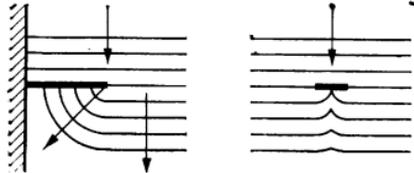


Bild 138 zu Lösung 377

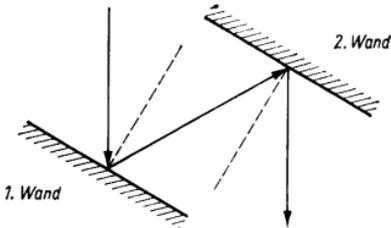


Bild 139 zu Lösung 379

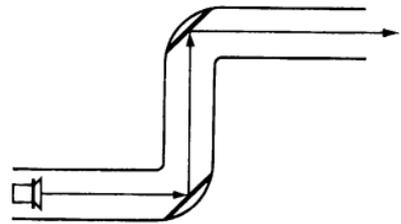


Bild 140 zu Lösung 380

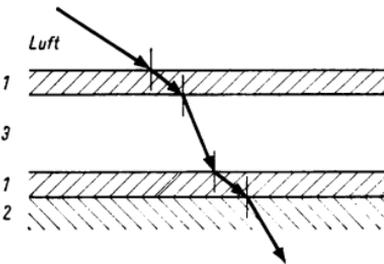


Bild 141 zu Lösung 381

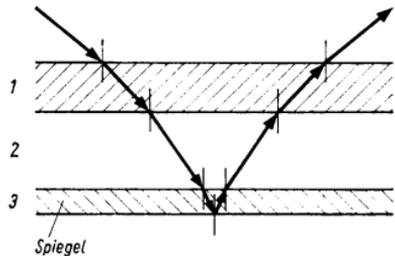


Bild 142 zu Lösung 383

- 388** Bild 143. Der Lichtstrahl 1 wird nach dem Reflexionsgesetz gebrochen. Er scheint von einem Punkt hinter dem Spiegel herzukommen und wird damit im Glasblock zum Lot (das durch die Spiegelfläche gebildet wird) hin gebrochen. Beim Verlassen des Glaswürfels erfolgt eine weitere Brechung vom Lot weg. Der Lichtstrahl 2 wird zunächst am Spiegel nach dem Reflexionsgesetz reflektiert. Er fällt dann unter dem Winkel $(90^\circ - \alpha) = \alpha'$ auf den Glaswürfel und wird an der Grenzfläche zum Lot hin gebrochen. Er verläuft im Glasblock nun parallel zum Strahl 1. Beim Verlassen des Glasblockes erfolgt die Brechung wie beim Strahl 1.

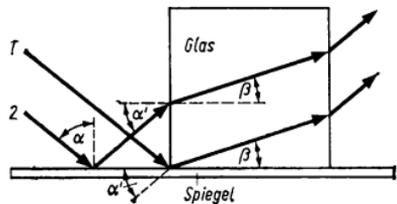


Bild 143 zu Lösung 388

- 389** Bild 144. Der Lichtstrahl wird am Spiegel nach dem Reflexionsgesetz reflektiert und beim Verlassen des Wassers nach dem Brechungsgesetz vom Lot weg gebrochen.

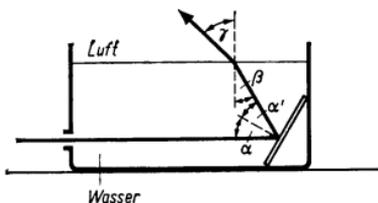


Bild 144 zu Lösung 389

- 390** Bild 83 a — Die Lösung ist falsch. Die erste Brechung wurde richtig eingezeichnet, beim Übergang von Glas in Luft erfolgt eine Brechung vom Lot weg.
 Bild 83 b — Die Lösung ist richtig. Der Schüler nahm an, daß der auffallende Lichtstrahl Glühlicht war.
 Bild 83 c — Die Lösung ist falsch. Beide Übergänge wurden falsch eingezeichnet.
 Bild 83 d — Die Lösung ist richtig. Der Schüler setzte einfarbiges Licht voraus.
- 391** Lichtwellen bedürfen zu ihrer Ausbreitung keines Stoffes. Sie breiten sich auch im stoffleeren Raum aus.

392

Schallwellen	Lichtwellen
Übertragen mechanische Energie Ausbreitung nur im stoffgefüllten Raum	Übertragen elektromagnetische Energie Ausbreitung im stoffgefüllten und stoffleeren Raum ($c = \text{konst.}$ für einen bestimmten Stoff)
Mechanische Wellen (örtlich und zeitlich periodische Änderung des Druckes)	Elektromagnetische Wellen (örtlich und zeitlich periodische Änderung des elektrischen und magnetischen Feldes)
Relativ geringe, vom Stoff abhängige Ausbreitungsgeschwindigkeit	Sehr große, vom Stoff abhängige, endliche Ausbreitungsgeschwindigkeit

- 393** Den Beugungs- und Interferenzerscheinungen liegt die Tatsache zugrunde, daß es sich beim Licht um einen elektromagnetischen Sachverhalt mit Welleneigenschaften handelt. Das Modell des Lichtstrahles beruht auf der Annahme, daß es sich beim Licht um einen korpuskularen Vorgang handelt.
- 394** Links und rechts von der Flamme sieht man in regelmäßigen Abständen regenbogenfarbige Streifen. Je enger man den Spalt macht, um so weiter rücken diese Streifen auseinander. Das Licht wird gebeugt.
- 395** Man beobachtet rechts und links von der Kerze farbige Streifen. Man bezeichnet diese Erscheinung als Beugung am Spalt.
- 396** Mit wachsender Anzahl der Spalte entstehen schärfere, lichtstärkere Interferenzstreifen bei gleichbleibendem Streifenabstand und zunehmender Anzahl von Nebenmaxima. Mit geringer werdender Spaltbreite rücken die Maxima weiter auseinander.

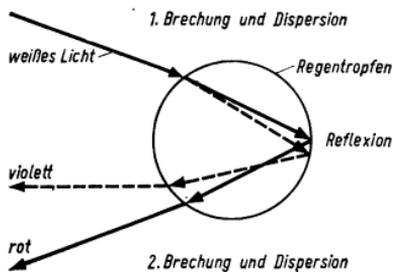


Bild 145 zu Lösung 398

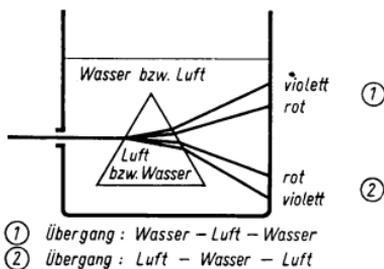


Bild 146 zu Lösung 408

- 397** Bei der Beobachtung durch eine Vogelfeder ergibt sich in beiden Fällen ein Beugungsbild. Bei der Quecksilberdampfhochdrucklampe sind die Beugungsstreifen fast einfarbig, bei der Metallfadenglühlampe sind mehrfarbige Beugungsstreifen beobachtbar. Je weiter man sich von der Lichtquelle entfernt, um so weiter rücken die Streifen auseinander. Bei Beobachtungen durch einen Regenschirm ist das Beugungsbild nicht nur rechts und links neben der Lichtquelle, sondern allseitig über eine Fläche verteilt beobachtbar.

398 Bild 145

- 399** Beim Brechungsspektrum läuft die Farbfolge von Rot nach Violett, da Licht der größeren Wellenlänge weniger gebrochen wird als Licht der kleineren Wellenlänge. Beim Beugungsspektrum ist die Folge der Farben umgekehrt, da Licht der größeren Wellenlänge wegen $s \sim \lambda$ stärker als Licht der kleineren Wellenlänge gebeugt wird.

401 $c \approx 300\,000 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$

402 $s = 3050 \text{ m}$

405 a) $\lambda_{Kr} = 267 \text{ nm}$, $\lambda_{Fl} = 248 \text{ nm}$.

- b) Da die Brechung um so stärker ist, je kleiner die Ausbreitungsgeschwindigkeit im betreffenden Stoff ist, folgt, daß die Brechung in Flintglas stärker als in Kronglas ist.

- 406** Weil die Farbe des Lichts von der Frequenz der Lichtwelle aber nicht von der Wellenlänge abhängt.

- 407** Bei der Fensterscheibe handelt es sich um eine planparallele Platte. Die austretenden Lichtstrahlen sind lediglich parallelverschoben und überlagern sich wieder zu Weiß.

- 408** a) Bild 146. Begründung: Der Lichtstrahl läuft vom dichteren Stoff in einen dünneren und wieder in einen dichteren. Beim 1. Übergang wird er vom Lot weg, beim 2. Übergang zum Lot hin gebrochen. Licht der größeren Wellenlänge (rot) wird weniger stark, Licht der kürzeren Wellenlänge (blau) stärker gebrochen. Damit ergibt sich hinter dem Prisma ein Spektrum in der Reihenfolge: Violett . . . Rot.
- b) Die Reihenfolge der Farben ist umgekehrt, da die Übergänge jetzt vom dünneren zum dichteren und wieder in den dünneren Stoff (Bild 146) erfolgen.

- 409** Es bestehen mehrere Möglichkeiten. Als Beweis könnte etwa geprüft werden, ob durch verschiedene Stoffe eine verschiedene Färbung hervorgerufen wird, ob sich die Intensität der Färbung vergrößert, wenn der Weg des Lichts im betreffenden Stoff länger wird, ob eine Entfärbung eintritt, wenn das Licht durch ein zweites Prisma verläuft, das um 180° zum ersten Prisma verdreht in den Strahlengang gebracht wird (die Prismen sollten in ihrer Reihenfolge vertauscht werden), ob eine Färbung auftritt, wenn das Licht senkrecht auf ein rechtwinkliges Prisma fällt, ob eine Färbung beim Lichtdurchgang durch eine planparallele Platte (Fensterscheibe) auftritt usw.
Die Ergebnisse aller Versuche zeigen, daß diese Hypothese nicht richtig sein kann, d. h. sie widerlegen die Hypothese.

- 410** a) Bild 147 a, b) Bild 147 b.

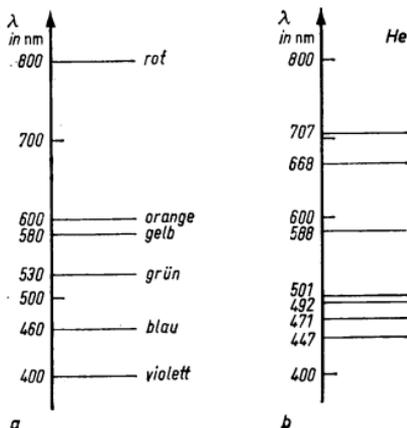


Bild 147 zu Lösung 410

- 411** a) Kontinuierliches Spektrum — glühender Festkörper, Emissionsspektrum — unbehinderte Ausbreitung
 b) Linienspektrum — leuchtendes Gas, Emissionsspektrum — unbehinderte Ausbreitung
 c) Kontinuierliches Spektrum mit schwarzen Linien — glühender Festkörper, Absorptionsspektrum — da Kohlebogenlicht durch Na-Dampf hindurchdringen muß
 d) Linienspektrum — leuchtendes Gas, Emissionsspektrum — unbehinderte Ausbreitung
- 412** a) Die Linien liegen entsprechend der in der Aufgabe angegebenen Reihenfolge im violetten, blauen, blauen, grünen, gelben, orangefarbenen, roten, roten Gebiet.
 b) Aus den beobachteten Absorptionslinien kann auf die Zusammensetzung des Gases geschlossen werden, das die Sonne umgibt.
- 413** A 5, B 6, C 1, D 3, E 4, F 2
- 414** Bild 84 a — Beugungsgitter
 Bild 84 b — Prisma
 Bild 84 c — Sammellinse
 Bild 84 d — Prisma

- 415** Eine Energieübertragung auf große Entfernungen durch einen geschlossenen Schwingkreis ist deshalb nicht möglich, weil das magnetische Wechselfeld der Spule im wesentlichen nur in der näheren Umgebung der Spule wirksam ist und das elektrische Wechselfeld nur wenig über den Raum zwischen den Kondensatorplatten hinausreicht. Die im offenen Schwingkreis entstehenden Felder lösen sich vom Dipol ab und breiten sich im Raum aus, so daß sie auch in größerer Entfernung noch wirksam sind.
- 416** Bild 148 a — Ladungsträger an den Enden des Dipols konzentriert
 Bild 148 b — Der beim Ladungsausgleich fließende Strom baut ein magnetisches Feld um den Dipol auf.
 Bild 148 c — Durch Selbstinduktion Aufbau eines elektrischen Feldes mit entgegengesetztem Richtungssinn
 Bild 148 d — Der beim Ladungsausgleich jetzt in entgegengesetzter Richtung fließende Strom baut ein magnetisches Feld mit entgegengesetztem Richtungssinn auf.

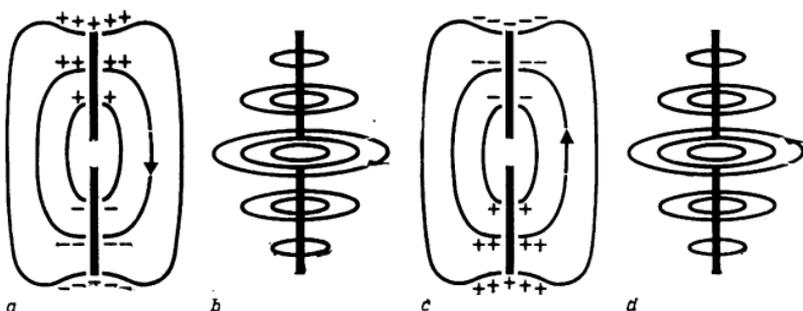


Bild 148 zu Lösung 416

- 418** Auf dem Wege zum Empfänger treffen die elektromagnetischen Wellen auf Hindernisse an denen sie reflektiert werden. Ihre Laufzeit ist, da sie einen längeren Weg zurücklegen müssen, größer als die der unmittelbar auf die Empfangsantenne auftreffenden Wellen, so daß die Signale zeitlich verschoben auf die Antenne treffen und damit auch auf dem Bildschirm örtlich verschoben als „Geisterbild“ wahrnehmbar sind.
- 419** Im Einkochglas wird die Lautstärke nur minimal geringer, im Aluminiumtopf ist eine beträchtliche Verminderung der Lautstärke zu beobachten. Die Hertzischen Wellen werden durch elektrisch leitende Stoffe reflektiert und durchdringen elektrisch nichtleitende Stoffe.
- 420** Der Sender sendet mit einer Wellenlänge von etwa 41 m. Aus der Frequenz ergibt sich mit $c = \lambda \cdot f$ für die Wellenlänge
- $$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{7,185 \cdot 10^6 \text{ s}^{-1}} = 42,0 \text{ m};$$
- Kurzwellenbereich, Stimme der DDR.
- 422** $T = 10^{-5} \text{ s}$

Wellen

- 423** a) $\lambda = 0,6 \text{ km}$
 b) Diese Vereinbarung gewährleistet, daß Schiffe unterschiedlicher Nationalität auf der gleichen Wellenlänge Seenotzeichen empfangen und im Notfall Hilfe leisten können.
- 424** $\lambda = 7 \text{ m}$
- 425** LW: 1053 m; 150 kHz — MW: 583 m; 1600 kHz — KW: 50 m, 41,1 m — UKW: 3 m; 88 MHz
- 426** In der Reihenfolge von oben nach unten: a) KW, LW, KW, MW, UKW — b) KW, UKW, MW, LW, UKW
- 427** a) Die mittleren Antennenlängen betragen für die Kanäle 8, 9 und 10 jeweils 75 cm, 73 cm bzw. 70 cm.
 b) Die Antennenlänge für Kanal 8 kann zwischen 74 cm und 76,5 cm liegen, also um 2,5 cm differieren.

Verfahren	Zeit seiner Anwendung	Erfinder
Trommelsprache	—	—
Rauchsignale	—	—
Lichtsignale	18./19. Jahrhundert	Chappe
Elektrische Funken	1753	—
Elektrochemische Telegrafie	1808	Soemmering
Ablenkung einer Magnetonadel	1820	Ampère
Magnetonadel	1832	Schilling
Elektromagnetischer Einnadlentelegraf	1833	Gauß und Weber
Moderner Telegraf	1837	Morse
Drahtlose Telegrafie	—	Edison

- 431** $s = 384\,000 \text{ km}$; $\lambda = 2,7 \text{ m}$
- 433** Teil A: Verstärker; Teil B: Schwingkreis, abstimbar, deshalb zum Aussieben bestimmter Wellenlängen vorbereitet; Teil C: Gleichrichtung und Demodulation
- 434** Schüler B
- 435** Schüler B
- 436** Bild 149



Bild 149 zu Lösung 436

- 437** Die Schüler sollten dazu angeregt werden, u. a. folgende Fragen zu beantworten:
1. Hat sich die Voraussage Lenins bestätigt?
 2. Wurden die Möglichkeiten der Übermittlung von Nachrichten immer im Interesse der Menschen genutzt?

438	Wellenbereich	Ausbreitung
	Längstwellen (15 kHz ... 100 kHz)	Die Bodenwelle reicht bei großer Sendeleistung um die ganze Erde. Die Raumwelle tritt durch Reflexion an der D-Schicht auf.
	Lang- und Mittelwelle (100 kHz ... 2 MHz)	Eine Reflexion an der E-Schicht ist möglich. Damit sind große Reichweiten der Raumwelle gewährleistet.
	Kurzwellen (2 kHz ... 30 MHz)	Maßgebend für die Ausbreitung ist die Raumwelle. Die Reflexion erfolgt an der F-Schicht. Mit Kurzwellensendern können große Entfernungen durch Mehrfachreflexionen überbrückt werden.

439	Name	Jahr	Leistung
	J. C. Maxwell	1868	Theoretische Voraussage elektromagnetischer Wellen
	H. Hertz	1888	Experimenteller Nachweis der Existenz elektromagnetischer Wellen
	A. St. Popow	1895	Erste drahtlose Nachrichtenübermittlung mit Hilfe einer Antenne
	G. Marconi	1895	Erste technisch befriedigende Funkanlage

440 Röntgenstrahlen werden von den Weichteilen des Körpers nicht absorbiert, so daß auf die Fotoplatte der Magen nicht abgebildet würde. Die Metallsalze bewirken die erforderliche Strahlenabsorption. Bei Knochenbrüchen sind keine besonderen Vorbereitungen erforderlich, da die Strahlenabsorption durch die Knochen selbst erfolgt.

441 Röntgenstrahlen wirken auf Körperzellen zerstörend. Bei unkontrollierter Verwendung können dadurch lebensgefährliche Erkrankungen hervorgerufen werden. Andererseits kann der medizinisch kontrollierte Einsatz zur Heilung, z. B. von Krebsgeschwülsten, dienen. Eine derartige Kontrolle ist im Unterricht nicht möglich, da die Betriebsspannung in weiten Grenzen variiert. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit von Abschirmvorrichtungen (Bleimantel) und das Verbot der Durchstrahlung von Körperteilen.

442		Radioaktive Strahlen	Röntgenstrahlen
	Erzeugung	werden von radioaktiven Stoffen selbständig ausgestrahlt (Kernstrahlung)	werden in Röntgenröhren beim Vorhandensein von Spannungen zwischen 5kV ... 400kV erzeugt (Hüllenstrahlung)
	Bedingungen für das Auftreten	entstehen unter sehr unterschiedlichen natürlichen Bedingungen	entstehen nur in Röhren mit einem Gasdruck von weniger als 10^{-5} Torr, d. h. unter künstlichen Bedingungen
	Strahlungsdauer	strahlen ständig	strahlen nur, solange eine Spannung anliegt

- 443** Durch die Form der Katode wird der Elektronenstrahl gebündelt. Die Anode befindet sich genau im Brennfleck, so daß dort die gesamte kinetische Energie der Elektronen konzentriert einwirkt und in Röntgenstrahlung umgewandelt wird. Die Form der Anode bewirkt, daß die entstehende Röntgenstrahlung im wesentlichen senkrecht zum auftreffenden Elektronenstrahl abgestrahlt wird.
- 444** Das Guckloch wirkt als Lochblende. Wie bei der Lochkamera erscheint das Bild umgekehrt, seitenvertauscht und verkleinert. Die beobachtete Farberscheinung beruht auf der Beugung des Lichtes am Guckloch des Fensterladens.
- 445** Das Feld ist kein elektromagnetisches Feld. Zwischen konstanten elektrischen und magnetischen Feldern, die sich überlagern, besteht keine Wechselwirkung. Ein elektromagnetisches Feld ist das gleichzeitige Vorhandensein elektrischer und magnetischer Wechselfelder an einem Punkt des Raumes.
- 446** Die Schüler sollten sich u. a. zu folgenden Fragen äußern:
1. Hat sich die Voraussage Popows bestätigt?
 2. Welche Bedeutung hat die Entdeckung Popows für unser Leben?
 3. Wie wird in kapitalistischen Ländern die Erfindung der drahtlosen Nachrichtenübermittlung zur Manipulierung der öffentlichen Meinung genutzt?

447

	Vorteile	Nachteile
Radioaktive Strahlen	Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung Größere Durchdringungsfähigkeit Geringerer apparativer Aufwand Quelle transportabel, da klein Vielseitig verwendbar, da überall anzubringen	Größere Gesundheitsgefährdung Höhere Aufwendungen für den Strahlenschutz
Röntgenstrahlen	Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung Geringere Gesundheitsgefährdung Einfachere Strahlenschutzmöglichkeiten	Aufwendige Vorrichtungen zur Spannungserzeugung und zur Kühlung erforderlich Quelle meist nur mit großem Aufwand zu transportieren, weil sehr schwer An schwer erreichbaren Stellen nicht einsetzbar

Quellenverzeichnis der Abbildung
Bild 46 a bis c: Dr. R. Göbel, Niederwiesau

