

Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der  
Deutschen Demokratischen Republik

Aufgabensammlung

# Physik

Klasse 10

Lehrermaterial



Volk und Wissen  
Volkseigener Verlag Berlin

Akademie  
der  
Pädagogischen  
Wissenschaften  
der  
Deutschen  
Demokratischen  
Republik

Lösungsheft zur

# **Aufgabensammlung Physik**

Klasse 10

Lehrermaterial



Volk und Wissen  
Volkseigener Verlag Berlin  
1980

**Die Aufgabensammlung wurde im Auftrage der Akademie der Pädagogischen Wissenschaften der DDR von einem Autorenkollektiv unter Leitung von Klaus Jupe, Friedrich-Schiller-Universität Jena, in Zusammenarbeit mit der Forschungsgruppe Physik/Astronomie entwickelt.**

**Die Aufgabensammlung ist als Arbeitsmaterial für Lehrer vom Ministerium für Volksbildung bestätigt.**

**Autoren bzw. Bearbeiter:**

**Dieter Amberg, Peter Brink, Walter Dennler, Hartmut Forbriger, Arnold Gehrwien, Lore Graumann, Kurt Hammerschmidt, Erich Hasenöhr, Arnulf Hummel, Klaus Jupe, Charles Keiner, Günter Kunert, Horst Lehmann, Hans-Joachim Löhr, Johannes Pohl, Joachim Reissaus, Klaus Rues, Günter Schulz, Manfred Wolff, Fritz Zimmermann**

**2. Auflage**

**Lizenz Nr. 203/1000/79**

**LSV 0645**

**Printed in the German Democratic Republic**

**Schrift: 9/10 p Gill Monotype**

**Satz: Grafischer Großbetrieb Völkerfreundschaft Dresden**

**Druck: Druckerei Schweriner Volkszeitung II-16-8**

**Verlagstitelnummer: 30 07 44-2**

# **Inhaltsübersicht**

|                           | <b>Seite</b>                        |
|---------------------------|-------------------------------------|
| <b>Vorbemerkungen</b>     | <b>5</b>                            |
| <b>Lösungshinweise</b>    |                                     |
| <b>Mechanik</b>           | <b>Aufgaben 1 bis 7</b> <b>7</b>    |
| <b>Wärmelehre</b>         | <b>Aufgaben 8 bis 15</b> <b>16</b>  |
| <b>Elektrizitätslehre</b> | <b>Aufgaben 16 bis 25</b> <b>22</b> |
| <b>Kernphysik</b>         | <b>Aufgaben 26 bis 30</b> <b>30</b> |
| <b>Schwingungen</b>       | <b>Aufgaben 31 bis 40</b> <b>33</b> |
| <b>Wellen</b>             | <b>Aufgaben 41 bis 50</b> <b>40</b> |

## Vorbemerkungen

1. In den Lösungshilfen sind zu den Aufgaben alle wesentlichen Lösungselemente aufgeführt, die von den Schülern erwartet werden müssen. Das können z. B. Fakten, Zusammenhänge, Tätigkeiten, die über adäquate Fähigkeiten und Fertigkeiten Auskunft geben, Techniken, Einstellungen, Überzeugungen und Verhaltensweisen sein. Damit sind auch Angaben über die Vollständigkeit, Richtigkeit und das Erfassen des Wesentlichen in den Lösungen verbunden. Das bezieht sich u. a. darauf, daß nicht zusätzliche oder unzureichende Angaben, die den Rahmen der Aufgabe über- bzw. unterschreiten, gemacht sind, die logisch richtige Ordnung eingehalten ist und keine falschen Elemente auftreten. Besonders wichtig ist dabei der richtige Umgang mit Größengleichungen, d. h., die Einheiten sind durch die ganze Rechnung mitzuführen.
2. Ein Teil der Aufgaben enthält Hinweise zur Darstellungsform, in der die Lösung erwartet wird. Es wird empfohlen, diese Hinweise aufzugreifen, weil sowohl das Soll der Lösungselemente in dieser Darstellungsform als auch teilweise die dafür vorgesehene Bewertung angegeben sind. Dem Lehrer obliegt es aber, sich auch für andere Darstellungsformen zu entscheiden. Er kann sogar die Schüler selbst wählen lassen, welche Darstellungsform sie nehmen. Bei allen Darstellungsformen sollte auf Sauberkeit, Ordnung, Übersichtlichkeit usw. geachtet werden.
3. Die vielen möglichen Verbindungen der Lösungselemente, z. B. bei Lösungen in sprachlicher Form, sind bewußt weggelassen worden, um weder einzuengen noch zu gängeln. Es kommt darauf an, daß die vom Schüler getroffenen Aussagen mit dem erwarteten Sinngehalt übereinstimmen. Grundsätzlich sollte bei Lösungen in mündlicher oder schriftlicher sprachlicher Form darauf geachtet werden, daß neben den Sach- und Fachtermini eine treffende und dem Fachgebiet angemessene Ausdrucksweise gepflegt wird.  
Oft führen mehrere gleichberechtigte Lösungswege zum richtigen Ergebnis, insbesondere ist das bei rechnerisch zu lösenden Aufgaben häufig der Fall. Hier sind diese verschiedenen Lösungswege selbstverständlich auch bei der Bewertung gleichberechtigt.
4. Für die Bewertung der Lösungen sind exemplarisch bei den Aufgaben Nr. 2, 10, 24, 40 und 45 Vorschläge in Form von Punkten aufgenommen worden. Vor einer mechanischen Übertragung auf andere Aufgaben muß aber gewarnt werden.

Außer Vollständigkeit und Richtigkeit werden hier folgende Gesichtspunkte weiterhin in die Bewertung einbezogen:

- Angabe zusätzlicher, nicht erfragter Lösungselemente führt zu Punktwertverlust, auch wenn die Elemente richtig sind (vgl. z. B. Punkte in Aufgabe 24).
- Es werden nicht nur die angegebenen Fakten gewertet, sondern auch Tätigkeiten wie „Beschreiben“ usw.

5. Um eine gezielte Entwicklung von Wissen und Können in bestimmten Richtungen zu verbessern, aber auch zur Kontrolle des Entwicklungsstandes werden im folgenden exemplarisch zwei Aufgabenfolgen angegeben, die methodisch in verschiedener Weise (z. B. innerhalb eines eng begrenzten Zeitabschnittes zur Kontrolle der Prüfungsvorbereitung) eingesetzt werden können:

- Aufgabenfolge zur experimentellen Methode
  - Beobachten Aufgabe 19.3.
  - Aufstellen von Vermutungen oder Hypothesen Aufgabe 14.1.
  - Planen von Experimenten Aufgabe 18.1.
  - Auswerten von Messungen Aufgabe 11.1.
  - Deuten von experimentellen Ergebnissen Aufgabe 37.1.
- Aufgabenfolge mit unterschiedlichen Tätigkeitsmerkmalen:
  - Reproduktion von Wissen Aufgabe 27.2.
  - qualitative Denkaufgabe Aufgabe 36.1.
  - mathematisch-physikalische Aufgabe Aufgabe 3.3.
  - grafisch-zeichnerische Aufgabe Aufgabe 44.1.
  - Beobachtungs- bzw. Erkundungsaufgabe Aufgabe 19.3.

# Lösungshinweise

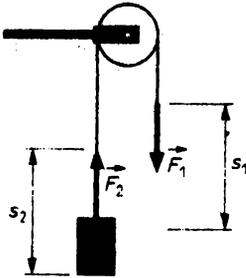
## Mechanik

### 1. Kraftumformende Einrichtungen

- 1.1. (1) Feste Rolle  
(2) Lose Rolle  
(3) Geneigte Ebene  
(4) Hebel

Wirkungsweise:

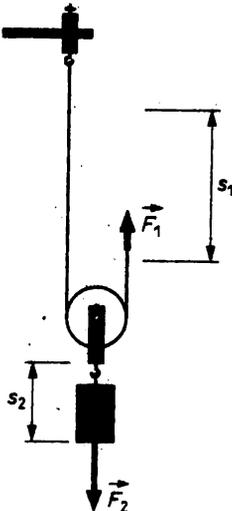
- (1) Feste Rolle



Wenn das eine Seilende durch Wirken der Kraft  $F_1$  um den Weg  $s_1$  verschoben wird, so bewegt sich auch das andere Seilende, d. h. die Last, um den gleichen Weg.

Durch eine feste Rolle wird nur die Richtung einer Kraft geändert, jedoch nicht ihr Betrag. Es gilt also  $F_1 = F_2$ ;  $s_1 = s_2$  und  $F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot s_2$ .

- (2) Lose Rolle

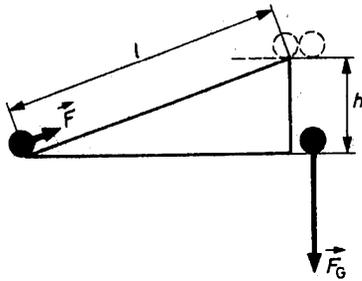


Wird das eine Seilende durch Wirken der Kraft  $F_1$  um den Weg  $s_1$  verschoben, so bewegt sich die Last um den Weg  $s_2 = \frac{s_1}{2}$ .

$F_1$  ist nur halb so groß wie  $F_2$ . Die lose Rolle ist also eine kraftsparende Einrichtung. Aber auch hier gilt  $F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot s_2$ .

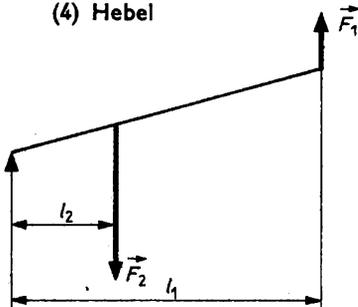
Auf der im Bild dargestellten Baustelle wird die lose Rolle in Verbindung mit der festen Rolle verwendet (Einfacher Flaschenzug).

### (3) Geneigte Ebene



Das Verschieben des Körpers  $K$  längs des Weges  $l$  erfordert weniger Kraft als das Heben des gleichen Körpers um die Höhe  $h$ . Es gilt hier der Satz von der Gleichheit der mechanischen Arbeit<sup>1</sup>. Es ist  $F \cdot l = F_G \cdot h$ . Da bei der geneigten Ebene stets  $l > h$  ist, muß stets  $F < F_G$  sein. Die geneigte Ebene ist eine kraftsparende Einrichtung.

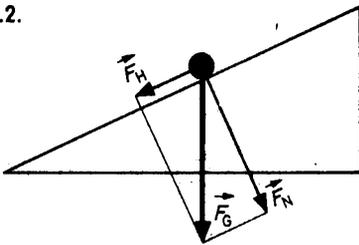
### (4) Hebel



Die Schubkarre ist ein einseitiger Hebel.  $F_1$  ist die Kraft, mit der die Schubkarre angehoben wird, und  $F_2$  entspricht dem Gewicht der beladenen Schubkarre, das im Schwerpunkt angreift.

Es gilt  $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$ ;  
da stets  $l_1 > l_2$  ist, folgt daraus  
 $F_1 < F_2$ .

1.2.



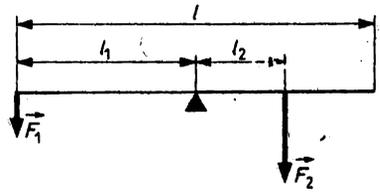
1.3. Satz von der Gleichheit der mechanischen Arbeit<sup>1</sup>.  
Beim Verwenden kraftumformender Einrichtungen ist die aufgenommene Arbeit gleich der abgegebenen Arbeit.

$$W_1 = W_2 \text{ oder } F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot s_2$$

Wenn z. B.  $s_1 > s_2$  (siehe lose Rolle), dann ist  $F_1 < F_2$ .

<sup>1</sup> Vgl. F. Bauer: Bemerkungen zur Behandlung einzelner Fragen der Mechanik, „Physik in der Schule“, Berlin 11 (1973) 9.

1.4. Planskizze



Gegeben:  $F_2 = 100 \text{ p}$   
 $l = 48 \text{ cm}$   
 $l_2 = 12 \text{ cm}$

Gesucht:  $F_1$

Lösung:  $l_1 = \frac{l}{2}$   
 $l_1 = 2 \cdot l_2$   
 $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$

Daraus folgt:  $F_1 = \frac{1}{2} F_2$

$$F_1 = 50 \text{ p}$$

Ergebnis: Am anderen Ende des Hebels muß eine Kraft  $F_1 = 50 \text{ p}$  angreifen.

Experimentelle Prüfung:

Sie kann als Hausexperiment mit Mitteln, die sich der Schüler selbst zusammenstellt, oder in gleicher Front in der Unterrichtsstunde mit Bauteilen des SEG-Mechanik erfolgen. Das rechnerische Ergebnis soll dabei bestätigt werden.

Mechanik, Klassen 7 und 9,

2. Bewegungen

2.1.

| Nr. der Messung | $\frac{s}{t}$ in $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ | $\frac{s}{t^2}$ in $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ |
|-----------------|---|---|
| 1               | —   | —   |
| 2               | 0,5   | 2,5   |
| 3               | 1   | 2,5   |
| 4               | 1,5   | 2,5   |
| 5               | 2   | 2,5   |

Es gilt  $s \sim t^2$ , da  $\frac{s}{t^2} = 2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} = \text{konstant}$  ist.

Es liegt eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung vor, weil  $\frac{s}{t^2} = \text{konstant}$ .

2.2.

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

$$v = at$$

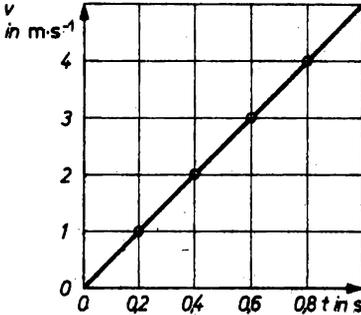
$$s = \frac{vt}{2}$$

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

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

| Zeit $t$ in s | Endgeschwindigkeit $v$ in $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ |
|---------------|--|
| 0,2           | 1  |
| 0,4           | 2  |
| 0,6           | 3  |
| 0,8           | 4  |

2.3.



Das Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm ergibt eine Gerade durch den Koordinatenursprung. Das ist das  $v$ - $t$ -Diagramm einer geradlinigen, gleichmäßig beschleunigten Bewegung.

Mechanik, Klasse 9

Zur Aufgabe 2:

Punkte Bemerkungen

2.1.

- Angabe einer der folgenden Untersuchungsmöglichkeiten:

Quotientenbildung  $\frac{s}{t}$

Quotientenbildung  $\frac{s}{t^2}$

Weg-Zeit-Diagramm 1

- Zahlenwerte der Quotienten richtig berechnet bzw. Meßwerte richtig in das Diagramm eingezeichnet 1

- Angabe der Einheit zum Quotienten bzw. zur grafischen Darstellung 1

- Es gilt:  $s \sim t^2$ , d. h., es handelt sich um eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung 2

Diese zwei Punkte sind unteilbar.



3.2. Da die Bremskraft nur auf das Fahrzeug wirkt und die Fahrgäste nicht starr mit dem Fahrzeug verbunden sind, bewegen sich die Fahrgäste nach dem Trägheitsgesetz geradlinig gleichförmig weiter.

3.3. Gegeben:  $m = 9 t = 9000 \text{ kg}$   
 $v = 50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} = 13,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$   
 $s = 25 \text{ m}$   
 $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Gesucht:  $F$ , in N

Lösung:  $F = m \cdot a$

$a$  folgt aus

$$v = \sqrt{2 as}$$

$$v^2 = 2 as$$

$$a = \frac{v^2}{2s}$$

$$(a = 3,86 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2})$$

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

$$F = \frac{9000 \text{ kg} \cdot 13,9^2 \text{ m}^2}{2 \cdot 25 \text{ m} \cdot \text{s}^2}$$

$$F \approx \underline{\underline{35\,000 \text{ N}}}$$

Ergebnis: Unter den gegebenen Bedingungen muß die Bremskraft annähernd 35000 N betragen.

Mechanik, Klasse 9

#### 4. Gleichmäßig beschleunigte Bewegung

4.1. Gegeben: 1. Bewegungsphase: Gleichmäßig beschleunigte Bewegung  
 $m = 600 \text{ kg}$   
 $t = 4 \text{ s}$   
 $s = 8 \text{ m}$

2. Bewegungsphase: Gleichförmige Bewegung  
 Gesucht: Zugkraft  $F_1$  in der 1. Bewegungsphase  
 Zugkraft  $F_2$  in der 2. Bewegungsphase

Lösung: 1. Bewegungsphase  
 Zugkraft = Gewichtskraft + Beschleunigungskraft

$$F_1 = F_G + F_B$$

$$F_G = m \cdot g$$

$$F_G = 600 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_G = 5886 \text{ N}$$

$$F_B = m \cdot a$$

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

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

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

$$F_B = \frac{600 \text{ kg} \cdot 2 \cdot 8 \text{ m}}{16 \text{ s}^2}$$

$$F_B = 600 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$F_B = 600 \text{ N}$$

$$F_1 = 5886 \text{ N} + 600 \text{ N}$$

$$F_1 = 6486 \text{ N}$$

$$F_1 \approx \underline{\underline{6500 \text{ N}}}$$

## 2. Bewegungsphase

Zugkraft = Gewichtskraft

$$F_2 = F_G$$

$$F_2 = 5886 \text{ N}$$

$$\underline{\underline{F_2 \approx 5900 \text{ N}}}$$

**Ergebnis:** In der 1. Bewegungsphase wirkt auf das Seil eine Zugkraft von 6500 N, in der 2. Bewegungsphase eine Zugkraft von 5900 N.

4.2. Hubarbeit, Beschleunigungsarbeit

4.3. Gegeben:

$$F_G \approx 5900 \text{ N}$$

$$F_B = 600 \text{ N}$$

$$s = 8 \text{ m}$$

Gesucht:

Hubarbeit  $W_H$  in Nm

Beschleunigungsarbeit  $W_B$  in Nm

Lösung:

$$W_H = F_G \cdot s$$

$$W_H \approx 5900 \text{ N} \cdot 8 \text{ m}$$

$$\underline{\underline{W_H \approx 47\,000 \text{ Nm}}}$$

$$W_B = F_B \cdot s$$

$$W_B = 600 \text{ N} \cdot 8 \text{ m}$$

$$\underline{\underline{W_B = 4\,800 \text{ Nm}}}$$

**Ergebnis:** Die verrichtete Hubarbeit beträgt 47 000 Nm, die verrichtete Beschleunigungsarbeit 4 800 Nm.

Mechanik, Klasse 9

## 5. Gleichförmige Kreisbewegung

5.1. Aus  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$  folgt

mit  $\Delta s = 2\pi r$  als Umfang des Kreises

und  $\Delta t = T$  als Zeit für einen Umlauf

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

5.2. Jeder Körper bewegt sich beschleunigt, solange auf ihn eine Kraft wirkt. Auf der Kreisbahn ändert der Körper laufend seine Bewegungsrichtung. Diese Änderung der Bewegungsrichtung wird durch die Radialkraft hervorgerufen. Dadurch tritt eine zum Drehzentrum gerichtete Beschleunigung, die Radialbeschleunigung, auf. Also ist die gleichförmige Kreisbewegung eine beschleunigte Bewegung.

Oder:

Nach Definition ist eine Bewegung dann beschleunigt, wenn sich die Geschwindigkeit (Betrag oder Richtung) ändert. Bei der gleichförmigen Kreisbewegung ändert sich ständig die Richtung der Geschwindigkeit. Also liegt eine beschleunigte Bewegung vor.

5.3. Gegeben:

$$d = 400 \text{ mm} = 0,4 \text{ m}$$

$$n = 1\,200 \text{ min}^{-1} = 20 \text{ s}^{-1}$$

**Gesucht:**

$v$  in  $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$

**Lösung:**

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

$$v = 2\pi r \cdot n$$

$$v = 2\pi \cdot 0,2 \text{ m} \cdot 20 \text{ s}^{-1}$$

$$v = 25,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v \approx 90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

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

**Ergebnis:** Unter den gegebenen Bedingungen wird das Werkstück mit einer Geschwindigkeit von  $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  fortgeschleudert.

Mechanik, Klasse 9

## 6. Energieumwandlungen

6.1. Wechselseitige Umwandlung potentieller Energie in kinetische Energie und Umwandlung mechanischer Energie in Wärmeenergie

$$W = W_{\text{pot}} + W_{\text{kin}} = \text{konstant oder}$$

$$W = W_{\text{pot}} + W_{\text{kin}} + W_R = \text{konstant (} W_R \text{ Reibungsarbeit)}$$

**Energiebegriff:** Unter Energie verstehen wir die Fähigkeit eines physikalischen Systems, Arbeit zu verrichten. Wird andererseits in einem physikalischen System Arbeit verrichtet, so erhöht sich seine Energie (z. B. Hubarbeit  $\rightarrow$  potentielle Energie).

Energie ist sozusagen aufgespeicherte Arbeit. Die Energie wird daher in der gleichen Einheit wie die Arbeit gemessen.

6.2.

$$W_{\text{pot}} = W_{\text{kin}}$$
$$m \cdot g \cdot l = \frac{m \cdot v^2}{2}$$
$$v^2 = 2 \cdot g \cdot l$$
$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot l}$$

6.3.

**Gegeben:**

$$l = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$$

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

**Gesucht:**

$$v \text{ in } \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

**Lösung:**

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

$$v = \sqrt{2 \cdot 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot 0,5 \text{ m}}$$

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

$$v = 3,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

**Ergebnis:** Die Bahngeschwindigkeit des Pendelkörpers beträgt im Punkt B  $3,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , wenn das Pendel 50 cm lang ist.

Mechanik, Klasse 9

## 7. Gravitation

7.1. Gravitationskraft ist stets nach dem Mittelpunkt des Mondes (Gravitationszentrum) hin gerichtet. Deshalb hat die auf den im Bild gezeichneten Körper wirkende Kraft an den angegebenen Stellen unterschiedliche Richtung. Der Betrag der Gravitationskraft  $F$  hängt vom Abstand  $r$  des Körpers vom Mittelpunkt des Mondes ab. Es gilt  $F \sim \frac{1}{r^2}$ , d. h., bei größer werdendem Abstand nimmt  $F$  ab.

7.2. Gegeben:

$$m = 1 \text{ kg}$$

$$m_E = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$r = 6370 \text{ km} = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$$

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

Diese Werte entstehen durch sinnvolles Runden bei Übernahme aus dem Tafelwerk.

Gesucht:

Gravitationskraft  $F$  in N

Lösung:

$$F = \frac{\gamma \cdot m \cdot m_E}{r^2}$$

$$F = \frac{6,67 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot 1 \text{ kg} \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{10^{11} \text{ kg}^2 \cdot 6,37^2 \cdot 10^{12} \text{ m}^2}$$

$$F = \frac{6,67 \cdot 6}{6,37^2} \cdot 10 \text{ N}$$

$$F = \underline{\underline{9,85 \text{ N}}} \text{ (Rechenstabgenauigkeit } \pm 0,05 \text{ N)}$$

$$G = m \cdot g$$

$$G = 1 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$G = 9,81 \text{ N}$$

Ergebnis: Die an der Erdoberfläche auf einen Körper mit der Masse 1 kg wirkende Gravitationskraft beträgt 9,85 N. Sie ist gleich dem Gewicht des Körpers.

Mechanik, Klasse 9

7.3. Vordringlich ist zu erwarten:

1. Lösung wissenschaftlicher und technischer Aufgaben (Hier z. B. Untersuchungen des Magnetfeldes der Erde, des Strahlungsgürtels der Erde; astronomische Beobachtungen, die nicht durch die Erdatmosphäre gestört werden; Wettervorhersagen und Warndienst; Erarbeitung geologischer Karten der Erde; Herstellung von Funkverbindungen zur Übertragung von Fernsehsendungen) und
2. Lösung technischer Probleme, die über die Raumfahrt hinaus auch für andere Bereiche der Wissenschaft und Technik bedeutungsvoll sind. (Hier z. B. Lösen von Werkstoffproblemen; Entwicklung von Steuersystemen; Miniaturisierung in der Nachrichtentechnik; Lösen medizintechnischer Probleme.)

Mechanik, Klasse 9

# Wärmelehre

## 8. Aufbau der Stoffe aus Teilchen

- 8.1. Die beiden Flüssigkeiten haben sich vermischt. Dieser Vorgang wird als Diffusion bezeichnet.
- 8.2. Die Vermischung der Flüssigkeiten erfolgt infolge der ungeordneten thermischen Bewegung der Teilchen der Flüssigkeiten.
- 8.3. Bei höherer Temperatur würde die Vermischung der Flüssigkeiten in einer kürzeren Zeit abgeschlossen sein.

Wärmelehre, Klasse 8

## 9. Molekularkinetische Betrachtungen

- 9.1. Die Teilchen des Körpers mit der höheren Temperatur haben eine größere mittlere kinetische Energie.
- 9.2. Der Körper mit der höheren Temperatur hat das größere Volumen. Die mittleren Abstände zwischen den Teilchen werden durch Energiezufuhr vergrößert. Das äußert sich in einem größeren Volumen bei gleicher Masse.
- 9.3. Der Körper mit der höheren Temperatur kühlt sich ab und der mit der niedrigeren Temperatur erwärmt sich. Der Vorgang läuft so lange ab, bis beide Körper die gleiche Temperatur besitzen. Diesen Vorgang bezeichnet man als Wärmeaustausch (Wärmeleitung). Die Teilchen des Körpers mit der höheren Temperatur übertragen infolge der Berührung Energie an die Teilchen im kälteren Körper, bis die mittlere kinetische Energie der Teilchen in beiden Körpern gleich groß ist.

Wärmelehre, Klassen 6 und 8

## 10. Physikalische Größen

10.1.

| Größe   | Symbol | Einheit (Wort)         | Kurzzeichen der Einheit |
|---------|--------|------------------------|-------------------------|
| Masse   | $m$    | Kilogramm              | kg                      |
| Volumen | $V$    | Kubikmeter             | $m^3$                   |
| Druck   | $p$    | Newton je Quadratmeter | $\frac{N}{m^2}$         |



## 11. Wärmemenge

11.1.

|                            |   |      |      |      |      |      |
|----------------------------|---|------|------|------|------|------|
| Zeit in min                | 0 | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    |
| Temperaturerhöhung in grad | — | 8    | 15   | 24   | 32   | 40   |
| Wärmemenge in kcal         | — | 4,2  | 8,4  | 12,6 | 16,8 | 21,0 |
| $\frac{W_W}{\Delta\theta}$ |   | 0,52 | 0,56 | 0,52 | 0,52 | 0,52 |

$$W_W \sim \Delta\theta$$

11.2. Um 1 g Wasser um 1 grad zu erwärmen, ist eine Wärmemenge von 1 cal erforderlich.

11.3. Beispiel aus der Natur:

Wegen der großen spezifischen Wärme des Wassers kann von einem großen Gewässer bei einem Absinken der Lufttemperatur eine große Wärmemenge an die Umgebung abgegeben werden. Dadurch wird das weitere Absinken der Lufttemperatur vermindert bzw. sogar ein Wiederanstieg der Lufttemperatur erreicht.

Temperaturschwankungen in der Umgebung von großen Gewässern können verringert werden. (Seeklima)

Beispiel aus der Technik:

z. B. Motorkühlung, Warmwasserheizung, Kondensator in Kraftwerken  
Wegen der großen spezifischen Wärme des Wassers kann bei relativ geringer Masse und relativ geringer Temperaturänderung eine große Wärmemenge aufgenommen bzw. abgegeben werden.

11.4. Gegeben:

$$m = 500 \text{ g}$$

$$\theta_1 = 20^\circ \text{C}$$

$$\theta_2 = 600^\circ \text{C}$$

Gesucht:

$$W_W \text{ in kcal}$$

$$c_{\text{Stahl}} \approx 0,12 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot \text{grad}}$$

Lösung:

$$W_W = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

$$W_W = 500 \text{ g} \cdot 0,12 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot \text{grad}} \cdot 580 \text{ grad} \quad \Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$$

$$\Delta\theta = 580 \text{ grad}$$

$$W_W \approx 35000 \text{ cal}$$

$$\underline{\underline{W_W \approx 35 \text{ kcal}}}$$

Der Stahlbolzen nimmt eine Wärmemenge von 35 kcal auf.

Wärmelehre, Klasse 8

## 12. Aggregatzustandsänderungen

12.1.

| Kurvenabschnitt | Vorgang    |
|-----------------|------------|
| 1               | Erwärmen   |
| 2               | Schmelzen  |
| 3               | Erwärmen   |
| 4               | Verdampfen |
| 5               | Erwärmen   |

12.2. Dem Kurvenabschnitt 2 läßt sich die mathematische Beziehung  $\theta = \text{konst.}$  zuordnen. Trotz gleichmäßiger Zufuhr von Wärmeenergie bleibt die Temperatur unverändert, bis das gesamte Eis geschmolzen ist. Die während des Schmelzvorganges zugeführte Energie wird zur Zerstörung der Gitterstruktur verwendet (Änderung der Teilchenanordnung erfordert Energiezufuhr).

12.3. Ermittlung der spezifischen Wärme:

Gegeben:

$$W_W = 0,5 \text{ kcal}$$

$$m = 10 \text{ g}$$

$$\Delta\theta = 100 \text{ grd}$$

Gesucht:

$$c_{\text{Eis}} \text{ in } \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot \text{grd}}$$

Lösung:

$$W_W = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

$$c = \frac{W_W}{m \cdot \Delta\theta}$$

$$c_{\text{Eis}} = \frac{W_W}{m \cdot \Delta\theta}$$

$$c_{\text{Eis}} = \frac{0,5 \text{ kcal}}{10 \text{ g} \cdot 100 \text{ grd}}$$

$$c_{\text{Eis}} = \frac{0,5 \text{ kcal}}{0,010 \text{ kg} \cdot 100 \text{ grd}}$$

$$c_{\text{Eis}} = 0,5 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot \text{grd}}$$

Unter Verwendung des Diagramms erhält man für die spezifische Wärme des Eises

$$c_{\text{Eis}} = 0,5 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot \text{grd}}$$

Zum Verdampfen von 10 g Wasser sind 5,39 kcal notwendig. Um 1 g Wasser zu verdampfen, sind 0,539 kcal aufzuwenden.

Wärmelehre, Klasse 8

## 13. Druck, Volumen und Temperatur von Gasen

13.1. Wird das Volumen einer abgeschlossenen Gasmenge bei konstanter Temperatur verkleinert, vergrößert sich der Druck.

**Beispiel: Luftpumpe**

Steigt die Temperatur einer abgeschlossenen Gasmenge bei konstantem Volumen, erhöht sich der Druck.

**Beispiel: Fahrradreifen in der Sonne**

Steigt die Temperatur einer abgeschlossenen Gasmenge bei konstantem Druck, wird das Volumen größer.

**Beispiel: Luftballon im warmen Zimmer.**

- 13.2. Das Zustandekommen des Druckes, den ein in einem Gefäß eingeschlossenes Gas auf die Gefäßwände ausübt, kann erklärt werden mittels der ungeordneten thermischen Teilchenbewegung. Die Stöße der Gasteilchen auf die Wand ergeben die Wirkung eines Druckes. Bei konstanter Temperatur und verkleinertem Volumen treffen pro Zeiteinheit mehr Teilchen gegen die Gefäßwände. Der Druck nimmt zu. Wird die Temperatur des Gases bei gleichbleibendem Volumen erhöht, so stoßen die Teilchen mit größerer Geschwindigkeit auf die Gefäßwände. Gleichzeitig vergrößert sich die Anzahl der Stöße pro Zeiteinheit auf die Gefäßwandungen. Der Druck vergrößert sich. Soll der Druck bei steigender Temperatur konstant gehalten werden, so ist dies nur möglich, wenn das Volumen vergrößert wird. Bei größerer Geschwindigkeit der Teilchen muß die Anzahl der Stöße pro Zeiteinheit auf die Gefäßwandungen verringert werden. Das ist möglich bei vergrößertem Volumen.

Wärmelehre, Klasse 8

#### 14. Erster Hauptsatz der Wärmelehre

- 14.1. Voraussage: Der Kolben bewegt sich im Zylinder nach oben.  
Begründung: Der Luft wird eine Wärmemenge  $W_W$  zugeführt, die Temperatur erhöht sich, und die innere Energie  $W_i$  des Gases vergrößert sich. Dadurch vergrößert sich das Volumen. Die Luft verrichtet eine mechanische Arbeit.
- 14.2. Wird einem Körper Wärmeenergie zugeführt, zeigt sich das in der Zunahme der inneren Energie, unter Umständen auch im Verrichten einer mechanischen Arbeit.
- 14.3. Die Zufuhr mechanischer Energie durch das Schlagwerk bewirkt die Zunahme der inneren Energie des Kaffeepulvers und des Behälters (Temperaturerhöhung) und die Abgabe von Wärmeenergie an die Umgebung.

Wärmelehre, Klasse 8

#### 15. Viertakt-Diesel-Motor

- 15.1. 1. Takt – Ansaugtakt: Infolge Gasdruckminderung oberhalb des Kolbens strömt Luft ein.
2. Takt – Verdichtungstakt: Die Luft wird durch den Kolben verdichtet (Temperatursteigerung auf  $500\text{ °C}$  bis  $750\text{ °C}$ , Drucksteigerung auf 25 at bis 45 at).

- 3. Takt – Arbeitstakt:** Der Brennstoff wird eingespritzt.  
Infolge der hohen Temperatur kommt es zur Selbstentzündung des eingespritzten Brennstoffes.
- 4. Takt – Auspufftakt:** Die Verbrennungsgase werden durch den Kolben nach außen gedrückt.

15.2. Zum Ansaugen der Luft (1. Takt), zu deren Verdichtung (2. Takt) und zum Ausstoßen der Verbrennungsgase (4. Takt) ist mechanische Arbeit notwendig. Außerdem tritt während des gesamten Vorganges Reibungsarbeit auf. Die aufgenommenen Gesamtarbeiten in den einzelnen Takten werden mit  $W_1$ ,  $W_2$ ,  $W_3$  und  $W_4$  bezeichnet. Im dritten Takt wird die Arbeit  $W_m$  bei der Verbrennung des Treibstoffes abgegeben. Da der Motor Fahrzeuge oder andere Maschinen antreiben soll, muß stets gelten:

$$W_m > W_1 + W_2 + W_3 + W_4$$

Wärmelehre, Klasse 8

# Elektrizitätslehre

## 16. Elektrischer Widerstand

16.1.  $R = \frac{U}{I}$

Der elektrische Widerstand ist der Quotient aus Spannung und Stromstärke.

Die Wechselwirkungen zwischen Elektronen und Gitterbausteinen führen zu einer den Stromfluß hemmenden Wirkung im Leiter.

16.2. Der Betrag des elektrischen Widerstandes eines Aluminiumdrahtes hängt ab von der Länge des Drahtes, dem Querschnitt des Drahtes (oder Durchmesser des Drahtes) und der Temperatur des Drahtes.

$$R \sim l \quad (A, \rho, \vartheta = \text{const.})$$

$$R \sim \frac{1}{A} \quad (l, \rho, \vartheta = \text{const.})$$

$$R = f(\vartheta) \quad (l, A, \vartheta = \text{const.})$$

Der Widerstand wächst mit steigender Temperatur.

16.3. Gegeben:

$$R = 200 \Omega$$

$$d_D = 0,25 \text{ mm}$$

$$\rho_D = 0,4 \Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1}$$

Gesucht:

$$l \text{ in m}$$

Lösung:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A}$$

$$l = \frac{R \cdot A}{\rho}$$

$$l = \frac{R \cdot \pi \cdot d^2}{\rho \cdot 4}$$

$$l = \frac{200 \Omega \cdot 3,14 \cdot 0,25^2 \text{ mm}^2 \cdot \text{m}}{0,4 \Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot 4}$$

$$l \approx \underline{\underline{25 \text{ m}}}$$

Elektrizitätslehre, Klasse 8

## 17. Gleichstromkreis

17.1. Alle erforderlichen Experimentiergeräte sind im SEG „Elektrik“ enthalten.

17.2. ... Es sind beispielsweise folgende Meßwerte zu erwarten:

| $U$ in V | $I$ in A | $R$ in $\Omega$ |
|----------|----------|-----------------|
| 2,4      | 0,19     | 12,6            |
| 3,2      | 0,25     | 12,8            |
| 4,2      | 0,31     | 13,5            |
| 5,0      | 0,38     | 13,2            |
| 6,0      | 0,46     | 13,0            |
| 8,0      | 0,63     | 12,7            |
| 9,6      | 0,72     | 13,3            |

Mittelwert:  $13,0 \Omega$

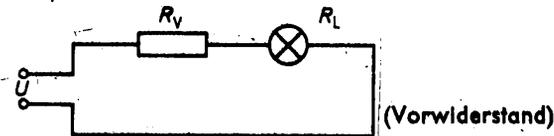
Der Ohmsche Widerstand der Spule beträgt  $13,0 \Omega$ .

17.3. Durch die Mittelwertbildung können beim Messen entstandene Fehler ausgeglichen werden.

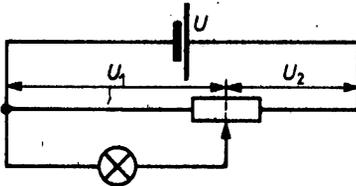
Elektrizitätslehre, Klasse 8

## 18. Gesetze des Stromkreises

18.1. Möglichkeit a: Durch Einschalten eines geeigneten Vorwiderstandes wird erreicht, daß der Spannungsabfall an der Glühlampe dem Anschlußwert entspricht.



Möglichkeit b: Aufbau eines Spannungsteilers (z. B. Potentiometer) in der Weise, daß die an ihm abfallende Teilspannung  $U_1$  dem Anschlußwert der Glühlampe entspricht.



18.2. Möglichkeit a:

Gesetz: Im unverzweigten Stromkreis ist die Gesamtspannung gleich der Summe der Teilspannungen. Im vorliegenden Fall gilt:  $U = U_V + U_L$ .

Möglichkeit b:

Gesetz: Der Spannungsteiler stellt einen unverzweigten Stromkreis dar (siehe 18.1. a)  $U = U_1 + U_2$ .

Im verzweigten Stromkreis sind die Spannungen an parallelgeschalteten Widerständen gleich.

$$U_1 = U_L$$

18.3.

Gegeben:

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

$$P_{\text{ges}} = 1800 \text{ W}$$

$$I_{\text{max}} = 10 \text{ A}$$

Variante a

Gesucht:

$I$  in A

Lösung:

$$I = \frac{P_{\text{ges}}}{U}$$

$$I = \frac{1800 \text{ VA}}{220 \text{ V}}$$

$$I = 8,2 \text{ A}$$

Variante b

Gesucht:

$P_{\text{max}}$  in W

Lösung:

$$P_{\text{max}} = U \cdot I_{\text{max}}$$

$$P_{\text{max}} = 220 \text{ V} \cdot 10 \text{ A}$$

$$P_{\text{max}} = 2200 \text{ W}$$

2200 W sind zulässig.

Die Geräte benötigen eine Stromstärke von 8,2 A.

Ergebnis: Die Sicherung reicht aus, denn die zulässige Leistung bzw. Stromstärke werden nicht überschritten.

Elektrizitätslehre, Klasse 8

## 19. Felder

19.1. Folgende Aussagen sind zu erwarten:

- Feld existiert im Raum
- Feld charakterisiert einen bestimmten Zustand des Raumes
- Feld ist Träger von Energie
- Nachweis der Existenz eines Feldes durch Wechselwirkung mit einem Probekörper.

19.2. Physikalische Felder sind real in der Natur vorhanden; Feldlinienbilder sind Modelle.

19.3. Das Demonstrationsexperiment Nr. 17 im Lehrbuch Physik, Klasse 9, Ausgabe 1970, ist dafür vorgesehen.

Bei Berührung einer Kondensatorplatte nimmt die Kugel von dieser Platte Ladungen auf. Durch Wechselwirkung zwischen dem elektrischen Feld und der geladenen Kugel (Feldkräfte) bewegt sich die Kugel zur anderen Platte hinüber. Bei der Berührung dieser Platte mit der Kugel erfolgt nach dem Ladungsausgleich die Neuaufladung der Kugel. Die Kugel bewegt sich zur anderen Platte zurück.

Die Kugel entlädt durch den Ladungstransport beide Platten, das elektrische Feld zwischen den Platten wird abgebaut.  
Die Kugel kommt zur Ruhe, wenn die elektrischen Feldkräfte nicht mehr ausreichen, die Reibung zwischen Kugel und umgebender Luft zu überwinden.

Elektrizitätslehre, Klassen 8 und 9

## 20. Kondensator

20.1. Die graphische Darstellung zeigt, daß die Ladung  $Q$  der Spannung  $U$  proportional ist.  $Q \sim U$ ,  $\frac{Q}{U} = \text{const.}$

20.2. Gegeben:

$$Q = 0,1 \text{ mAs}$$

$$U = 100 \text{ V}$$

Gesucht:

$$C \text{ in } \mu\text{F}$$

Lösung:

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

$$C = \frac{0,1 \text{ mAs}}{100 \text{ V}}$$

$$C = \frac{10^{-4} \text{ As}}{10^2 \text{ V}}$$

$$C = 10^{-6} \text{ F}$$

$$\underline{\underline{C = 1 \mu\text{F}}}$$

Ergebnis: Die Kapazität des Kondensators beträgt  $1 \mu\text{F}$ .

20.3. Die eine Plattengruppe wird in die andere gedreht. Dadurch wird der Anteil der einander gegenüberstehenden Flächen verändert. Je größer dieser Anteil (wirksame Fläche) ist, desto größer ist die Kapazität des Kondensators.

Elektrizitätslehre, Klasse 9

## 21. Elektromagnetische Induktion

21.1. Möglichkeit a: Man betrachtet ein konstantes Magnetfeld und einen Leiter (Spule). Die Feldstärkeänderung wird durch Relativbewegung hervorgerufen. Im Leiter (Spule) entsteht eine Induktionsspannung.

$$W_{\text{mechanisch}} \rightarrow W_{\text{elektrisch}}$$

Möglichkeit b: Man betrachtet ein veränderliches Magnetfeld (Elektromagnet) und einen Leiter (Spule). Die Ursache der Magnetfeldänderung ist die Änderung der Erregerstromstärke des Elektromagneten. In der sich im Magnetfeld befindlichen Spule tritt eine Induktionsspannung auf.

Energieumwandlung:

$$W_{\text{elektrisch}} \rightarrow W_{\text{magnetisch}} \rightarrow W_{\text{elektrisch}}$$

- 21.2. Der Betrag der Induktionsspannung hängt ab von:
- Änderung der Stärke des Magnetfeldes
  - Geschwindigkeit der Änderung der Stärke des Magnetfeldes
  - Windungszahl der Induktionsspule
  - Material des Spulenkerns
  - Querschnitt der Induktionsspule
- 21.3. Vermutung: In Spule 2 wird eine Spannung induziert. Die Begründung sollte folgende Gedanken enthalten:
- Der Stromfluß durch Spule 1 erzeugt ein Magnetfeld.
  - Das entstehende Magnetfeld erzeugt in Spule 2 eine Induktionsspannung.
  - Gleichzeitig zieht der Eisenkern (Elektromagnet) den Anker an; damit wird der obere Stromkreis unterbrochen, das Magnetfeld bricht zusammen.
  - Diese Veränderung des Magnetfeldes ist wiederum Ursache einer Induktionsspannung in Spule 2.
  - Als Folge des Magnetfeldabbaus fällt der Anker vom Eisenkern ab und schließt den oberen Stromkreis wieder. Damit ist die Ausgangssituation wieder hergestellt, der Vorgang verläuft nun periodisch weiter.
  - Nach dem Induktionsgesetz und dem Lenzschen Gesetz fließt infolge des periodischen Auf- und Abbaus des Magnetfeldes in Spule 2 ein Wechselstrom.

Elektrizitätslehre, Klasse 9

## 22. Energieumwandlung

- 22.1. a) Umwandlung von mechanischer in elektrische Energie. Voraussetzung sind Magnetfeld und Leiter (Spule). Eine Feldstärkeänderung durch Bewegung führt zur Induktion einer Spannung.
- b) Umwandlung von elektrischer in mechanische Energie. Man betrachtet das Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters. Der Leiter befindet sich im Magnetfeld eines Elektromagneten. Die gegenseitige Beeinflussung beider Magnetfelder führt zur Bewegung des stromdurchflossenen Leiters gegenüber dem Elektromagneten.
- Generator (Dynamo)
  - Motor
- 22.2. Der Induktionsstrom ist immer so gerichtet, daß er der Ursache des Induktionsvorganges entgegenwirkt.
- 22.3. Beim Hineinstoßen des Stabmagneten in den Ring ist der Induktionsstrom im Ring so gerichtet, daß er mit seinem Magnetfeld der Bewegung des Magneten entgegenwirkt, er wird deshalb vom sich nähernden Magneten abgestoßen. Beim Herausziehen des Magneten ist der Induktionsstrom entgegengesetzt gerichtet, deshalb folgt der Ring der Bewegung des Magneten.

Elektrizitätslehre, Klasse 9

## 23. Elektrische Leitungsvorgänge

- 23.1. Im zu untersuchenden Raum müssen frei bewegliche Ladungsträger und ein elektrisches Feld vorhanden sein.
- 23.2. In wäßriger Lösung sind positive und negative Ionen vorhanden. Es erfolgt eine Ionenbewegung unter Einfluß des elektrischen Feldes zur Anode bzw. Kathode. An diesen Elektroden findet der Ladungsausgleich statt.
- 23.3. Temperaturerhöhung bedeutet eine Energiezufuhr. Dadurch werden zusätzliche Ladungsträger frei. Das führt zur Verbesserung der Leitfähigkeit.

Elektrizitätslehre, Klasse 9

## 24. Elektrischer Leitungsvorgang im Vakuum

- 24.1. Möglichkeit a: Durch Zufuhr von Wärmeenergie treten frei bewegliche Elektronen in das Vakuum (Glühemission). Die Wirkung des elektrischen Feldes führt zur gerichteten Bewegung der Elektronen.  
Möglichkeit b: Durch Bestrahlung treten frei bewegliche Elektronen in das Vakuum (Fotoemission). Die Wirkung des elektrischen Feldes führt zur gerichteten Bewegung der Elektronen.  
Beispiele: Röhrendiode, Röhrentriode, Vakuumfotозelle
- 24.2. Die Antwort sollte folgende Zusammenhänge erkennen lassen:
- Durch Änderung der Gitterspannung werden Änderungen der Anodenstromstärke verursacht.
  - In der Regel wird mit negativer Gitterspannung gearbeitet, d. h., der Minuspol der Gitterspannungsquelle liegt am Gitter.
  - Eine Vergrößerung des Betrages der negativen Gitterspannung schwächt die Anodenstromstärke.
  - Eine Verkleinerung des Betrages der negativen Gitterspannung führt zum Ansteigen der Anodenstromstärke.

Elektrizitätslehre, Klasse 9

Zur Aufgabe 24:

Punkte Bemerkungen

- |       |  |   |  |
|-------|--|---|--|
| 24.1. | - Erste Möglichkeit                      |   |  |
|       | Glühemission, frei bewegliche Elektronen |   |  |
|       | im Vakuum                                | 2 |  |
|       | elektrisches Feld, gerichtete Bewegung   |   |  |
|       | der Elektronen                           | 2 |  |
|       | Zusammenhänge folgerichtig dargestellt   | 1 |  |
|       | keine Angabe überflüssiger Elemente      | 1 |  |
|       | oder                                     |   |  |
|       | - zweite Möglichkeit                     |   |  |
|       | Fotoemission, frei bewegliche Elektronen |   |  |
|       | im Vakuum                                | 2 |  |
|       | elektrisches Feld, gerichtete Bewegung   | 2 |  |
|       |  |   | Nur eine der beiden Möglichkeiten ist zur Beantwortung der Frage erforderlich und wird deshalb bewertet. |

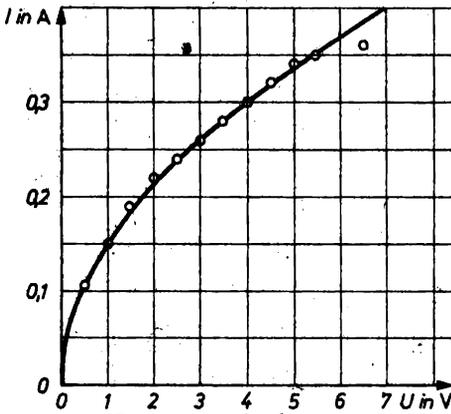
- Zusammenhänge folgerichtig dargestellt    1
- keine Angabe überflüssiger Elemente        1
- Nennen eines Bauelements                    1

- 24.2.
- Änderung der Gitterspannung hat eine Änderung des Anodenstromes zur Folge    2
  - genaue Darstellung, wie die Steuerwirkung erfolgt                                    2
  - Zusammenhänge folgerichtig dargestellt    1
  - keine überflüssigen Angaben                1

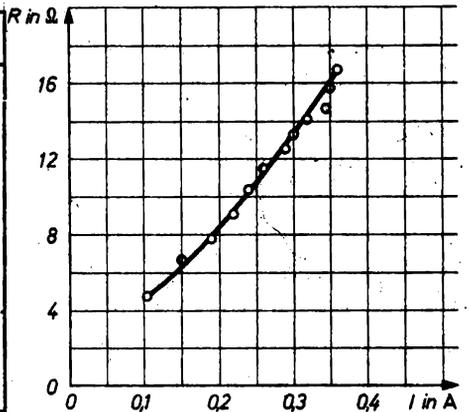
Gesamtpunktzahl: 13

**25. I-U-Kennlinie von elektrisch leitenden Stoffen**

25.1.



| Nr. | R in $\Omega$ |
|-----|---------------|
| 1   | 4,76          |
| 2   | 6,67          |
| 3   | 7,9           |
| 4   | 9,1           |
| 5   | 10,4          |
| 6   | 11,5          |
| 7   | 12,5          |
| 8   | 13,3          |
| 9   | 14,1          |
| 10  | 14,7          |
| 11  | 15,7          |
| 12  | 16,7          |



Es handelt sich um einen metallischen Leiter.

**25.2.** Mit wachsender Stromstärke nimmt die Temperatur zu.

**Kurve 1:** Der Widerstand ist unabhängig von der Temperatur; Konstantan

**Kurve 2:** Der Widerstand nimmt mit steigender Temperatur ab; Graphit

**Kurve 3:** Der Widerstand nimmt mit steigender Temperatur zu; Kupfer

**Elektrizitätslehre, Klasse 9**

## 26. Isotope Kerne

26.1.

| Isotop            | Protonenanzahl | Neutronenanzahl |
|-------------------|----------------|-----------------|
| $^{16}_8\text{O}$ | 8              | 8               |
| $^{17}_8\text{O}$ | 8              | 9               |
| $^{18}_8\text{O}$ | 8              | 10              |

Die drei Sauerstoffkerne haben als Isotope Kerne die gleiche Anzahl Protonen (8), aber eine verschiedene Anzahl Neutronen.

26.2.

Die chemischen Eigenschaften eines Elements sind abhängig vom Aufbau der Elektronenhülle. Die Zahl der Elektronen ist beim elektrisch neutralen Atom gleich der Zahl der positiven Kernladungen. Diese stimmt bei Isotopen eines Elements überein.

26.3.

| Isotope               | Protonenanzahl | Neutronenanzahl | Massenzahl | Ordnungszahl |
|-----------------------|----------------|-----------------|------------|--------------|
| $^{35}_{17}\text{Cl}$ | 17             | 18              | 35         | 17           |
| $^{37}_{17}\text{Cl}$ | 17             | 20              | 37         | 17           |
| $^{23}_{11}\text{Na}$ | 11             | 12              | 23         | 11           |
| $^{12}_6\text{C}$     | 6              | 6               | 12         | 6            |
| $^{13}_6\text{C}$     | 6              | 7               | 13         | 6            |

## 27. Atombau und Elementarteilchen

- 27.1. Das Objekt kann durch Beobachtung nicht unmittelbar erfaßt werden. Ein Modell bildet die objektive Realität vereinfacht ab, ist übersichtlicher und gibt nur wesentliche Merkmale wieder. Es vertritt bei der Erkenntnisgewinnung das reale Objekt. Man zieht Schlußfolgerungen aus dem Modell über das Verhalten der Objekte bei weiteren Untersuchungen. Nachdem diese Untersuchungen durchgeführt worden sind, wird je nach den Ergebnissen das Modell bestätigt oder geändert. Die Kenntnisse über das Objekt (z. B. Atom oder Atomkern) werden so immer genauer.

27.2.

| Elementarteilchen | elektrische Ladung |
|-------------------|--------------------|
| Proton            | positiv            |
| Neutron           | keine              |
| Elektron          | negativ            |
| Positron          | positiv            |

Kernphysik, Klasse 10

## 28. Radioaktive Strahlung

- 28.1. Eigenschaften: Ionisierungsvermögen, Durchdringungsvermögen, Ablenkbarkeit im elektrischen und magnetischen Feld (nicht für  $\gamma$ -Strahlung)  
Wirkungen: Biologische Wirkung, Schwärzung der Fotoplatte
- 28.2. Nachweismethoden: Zählrohr, Fotoplatte, Nebelkammer
- 28.3. Zwischen Wand und Draht des Zählrohres besteht ein starkes elektrisches Feld. Die eingedrunenen Teilchen werden im Feld beschleunigt und lösen eine Stoßionisation aus. Der dabei entstehende Stromstoß bewirkt am Arbeitswiderstand einen Spannungsstoß.

Kernphysik, Klasse 10; Leitungsvorgänge, Klasse 9

## 29. Veränderungen von Atomkernen

- 29.1. Masse nach 5 Tagen: 1,2 g  
Masse nach 10 Tagen: 0,6 g
- 29.2. Definition: Die Zeit, in der jeweils die Hälfte der vorhandenen Kerne eines radioaktiven Nuklids zerfällt, nennt man die Halbwertszeit.

Aus dem Diagramm ergibt sich die Halbwertszeit von  $^{210}_{83}\text{Bi}$  zu 5 Tagen.

Kernphysik, Klasse 10

### **30. Entwicklung und Bedeutung der Kernphysik**

- 30.1. Die Antwort sollte den Inhalt des Abschnittes 4 der Verfassung unserer Republik, Artikel 17, „Jeder gegen den Frieden, die Völkerverständigung, gegen das Leben und die Würde des Menschen gerichtete Mißbrauch der Wissenschaft ist verboten“ im wesentlichen widerspiegeln. Dabei stehen im Vordergrund z. B. das Lebenswerk von Frederic Joliot-Curie oder Otto Hahn.
- 30.2. Beschreiben der Wirkungen, die hervorgerufen werden durch Lichtblitz und Feuerball, Druckwelle, Sofortkernstrahlung und Restkernstrahlung (radioaktive Wolke), radioaktiver Staub (Kontaminierung).  
Strahlenschutzmaßnahmen: Schutzschichten (Schutzraum, Mauer, Gräben), Atemschutz (Schutzmaske, behelfsmäßiger Atemschutz), Körperschutz (Schutzbekleidung, Arbeits- oder Regenschutzbekleidung).
- 30.3. Beispiele für das Bestrahlungsverfahren:  
Medizin: Zur Krankheitserkennung auf Geschwulstbehandlung  
Industrie: Zur Erhöhung der Festigkeit und Temperaturbeständigkeit von Platten
- Beispiele für Durchstrahlungsverfahren:  
Industrie: Prüfung auf Materialfehler in Gußteilen, Schweißverbindungen, Schmiedestücken; Dickenmessung von Folien
- Beispiele für Markierungsverfahren:  
Medizin und Landwirtschaft: Beobachtung des Stoffwechsels, Stofftransportes und der Stoffablagerung in lebenden pflanzlichen, tierischen und menschlichen Organismen
- Es wird empfohlen, auch auf aktuelle Beispiele (Umweltschutz) Wert zu legen.

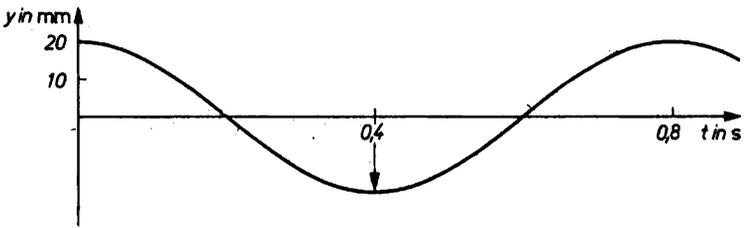
Kernphysik, Klasse 10

# Schwingungen

## 31. Federschwinger

31.1. Schwingfähiges System (träge Masse und Kraft, welche die Masse zum Ruhepunkt zurücktreibt), Energiezufuhr (Anregung der Schwingung)

31.2.



Die Elongation hat nach 0,4 s einen Betrag von 20 mm.

Mechanik, Klasse 9

Schwingungen, Klasse 10

## 32. Pendelschwinger

32.1. Gegeben:

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

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

$$\pi^2 \approx 10$$

Lösung:

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

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

$$l \approx \frac{4 \text{ s}^2 \cdot 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}}{4 \cdot 10}$$

$$\underline{\underline{l \approx 1 \text{ m}}}$$

32.2. Die experimentelle Überprüfung wird als Hausexperiment empfohlen. Dabei ist die Aufmerksamkeit des Schülers auf den Gültigkeitsbereich der Größengleichung zu lenken.

32.3. Bei der Eichung des Sekundenpendels ist auf eine sinnvolle Anzahl der Schwingungen und auf die Methode des Zählbeginns zu achten.

Schwingungen, Klasse 10

### 33. Mechanische Schwingungen

33.1. Potentielle und kinetische Energie, Elongation, Geschwindigkeit (Beschleunigung)

33.2.

| physikalische Größe              | Formelzeichen | Merkmal   |
|----------------------------------|---------------|---|
| 1. Elongation                    | $y$           | Momentanwert der veränderlichen physikalischen Größe                  |
| 2. Amplitude                     | $y_{\max}$    | Maximalwert der veränderlichen physikalischen Größe                   |
| 3. Periode oder Schwingungsdauer | $T$           | Zeitdauer einer vollen Schwingung                                     |
| 4. Frequenz                      | $f$           | Quotient aus einer Anzahl von Schwingungen und der dazugehörigen Zeit |

33.3. Im Umkehrpunkt hat die potentielle Energie ihren größten Wert. Bei der Bewegung in Richtung Nullpunkt wird potentielle Energie in kinetische Energie umgewandelt. Im Nullpunkt hat die kinetische Energie ihren größten Betrag; die potentielle ihren kleinsten. Bei der Bewegung in Richtung Umkehrpunkt wird dann wieder kinetische Energie in potentielle Energie umgewandelt.

Dieser Vorgang wiederholt sich im Verlauf der zweiten Halbschwingung.

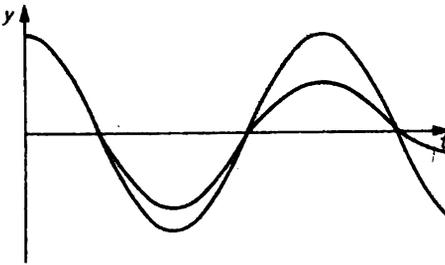
Also: periodische Änderung der potentiellen und kinetischen Energie, wobei die Summe der Energiebeträge konstant bleibt.

Schwingungen, Klasse 10

Mec..anik, Klasse 7

### 34. Gedämpfte Schwingungen, erzwungene ungedämpfte Schwingungen

34.1.



Ursache der Dämpfung ist die Abgabe von Energie an die Umgebung durch Reibung.

34.2. Erzwungene Schwingungen entstehen durch Energieübertragung von einem Erreger mittels Kopplung auf einen anderen Schwinger. Resonanzbedingungen: Eigenfrequenz und Erregerfrequenz stimmen überein, beide Systeme sind gekoppelt und besitzen gleiche Schwingungsrichtung.

34.3. Der Schüler sollte z. B. die Wirkungsweise des Stoßdämpfers, die Dämpfung von Zeigerschwingungen, die Wirbelstrombremse, das Auswuchten rotierender Maschinenteile, Schaukel usw. erläutern.

Schwingungen, Klasse 10

## 35. Elektrischer Wechselstrom

| 35.1.     | Schwingung 1             | Schwingung 2                |
|-----------|--------------------------|-----------------------------|
| Amplitude | $I_{\max} = 1 \text{ A}$ | $I_{\max} = 1 \text{ A}$    |
| Periode   | $T = 0,4 \text{ s}$      | $T = 1,2 \text{ s}$         |
| Frequenz  | $f = 2,5 \text{ Hz}$     | $f \approx 0,83 \text{ Hz}$ |

|                    |   |  |
|--------------------|---|--|
| 35.2. Gemeinsames: | $I_{\max}$  |  |
| Unterschiede:      | $T_1 = 0,4 \text{ s};$<br>$f_1 = 2,5 \text{ Hz};$ | $T_2 = 1,2 \text{ s}$<br>$f_2 \approx 0,83 \text{ Hz}$ |

35.3.  $I = I_{\max} \sin \omega \cdot t$   
 $I =$  Momentanwert der Stromstärke,  $I_{\max} =$  Maximalwert der Stromstärke,  $\omega =$  Kreisfrequenz,  $t =$  Zeit.

Schwingungen, Klasse 10

## 36. Gleich- und Wechselstromkreis

36.1. Die Meßwerke (Drehspulen) können auf Grund ihrer mechanischen Trägheit nicht schnell genug dem schnellen Wechsel der Stromrichtung folgen und bleiben in der Nulllage stehen.

36.2. Gleichspannung:  
Der Kondensator bildet einen unendlich großen Widerstand. Es fließt nur kurzzeitig ein Strom (Ladestrom).

Wechselspannung:

Der Kondensator bildet einen endlichen kapazitiven Widerstand. Es fließt ein Strom.

36.3. Ohmscher Widerstand und induktiver Widerstand

36.4. Die Werte sind unterschiedlich. Das Produkt der angezeigten Spannungs- und Stromwerte ist größer als der vom Leistungsmesser angezeigte Wert. Das Produkt  $U \cdot I$  ist die Scheinleistung  $P_s = U \cdot I$ . Bedingt durch die zeitliche Verschiebung ist die vom Leistungsmesser angezeigte Leistung kleiner, es wird hier die Wirkleistung  $P_W = U \cdot I \cdot \cos \varphi$  gemessen. Für den Leistungsfaktor gilt hier:  $\cos \varphi < 1$ .

Elektrizitätslehre, Klassen 8 und 9; Schwingungen, Klasse 10

### 37. Wechselstromkreis

- 37.1. Das Maximum der Spannung liegt zeitlich vor dem Maximum der Stromstärke. Die zeitliche Verschiebung beträgt  $\frac{T}{4}$ .
- 37.2. Durch Spulen und Kondensatoren treten im Wechselstromkreis im allgemeinen zeitliche Verschiebungen zwischen Spannung und Stromstärke auf.  
Die Scheinleistung ( $P_s = U_{\text{eff}} I_{\text{eff}}$ ) ist größer als die Wirkleistung ( $P_W = P_s \cos \varphi$ ).
- 37.3. Die Verschiebung kann z. B. durch Kondensatoren verringert werden. Der Ohmsche Widerstand des Leitungsnetzes führt zu einer unvermeidlichen Umwandlung von elektrischer Energie in Wärmeenergie. Es ist volkswirtschaftlich nicht vertretbar, die „Verluste“ durch Verschiebung zwischen Stromstärke und Spannung zu erhöhen.
- Elektrizitätslehre, Klassen 8 und 9; Schwingungen, Klasse 10

### 38. Transformator

- 38.1. Aufbau: Primärspule, Sekundärspule, Eisenkern (zweckmäßig mit Skizze erläutern)  
Wirkungsweise: Eine Wechselspannung wird an die Primärspule gelegt, dadurch fließt in dieser ein entsprechender Wechselstrom. Das damit verbundene magnetische Wechselfeld durchsetzt die Sekundärspule, in der eine Wechselspannung induziert wird. Elektrische Energie wird somit auf die Sekundärspule übertragen. Die Kopplung erfolgt über das Magnetfeld. Der Eisenkern verstärkt die Kopplung.
- 38.2. Gegeben:  $N_1 = 125$   
 $N_2 = 750$   
 $U_1 = 6 \text{ V}$
- Lösung:  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$   
 $U_2 = \frac{N_2}{N_1} \cdot U_1$
- Gesucht:  $U_2$  in V
- $U_2 = 36 \text{ V}$
- 38.3. Der Schüler sollte sich bei seinen Darlegungen auf Lehrbuchinformationen stützen.
- Elektrizitätslehre, Klasse 9                      Schwingungen, Klasse 10

## **39. Geschlossener Schwingkreis**

### **39.1. Schalterstellung 1:**

In beiden Schaltungen zeigen die Spannungsmeßgeräte einen Ausschlag. In beiden Schaltungen wird der Kondensator aufgeladen.

### **Schalterstellung 2:**

In Schaltung A geht der Zeiger des Spannungsmeßgerätes zum Nullpunkt zurück. Der Zeiger des Strommeßgeräts geht nach einmaligem Ausschlag allmählich zurück. Der Kondensator wird über den Widerstand entladen.

In Schaltung B schwingen die Zeiger beider Meßgeräte mit kleiner werdenden Amplituden um ihren Nullpunkt. Sie zeigen einen „abklingenden“ Wechselstrom an. Kondensator und Spule bilden einen Schwingkreis. Es entsteht eine gedämpfte elektromagnetische Schwingung.

### **39.2. Ohmscher Widerstand des Schwingkreises, Wicklung der Spulen und deren Eisenkerne**

### **39.3. Zum Beispiel: Hochfrequenzschmelzofen, Oberflächenhärten, Diathermiegerät, Schweißverbindungen von Folien aus Thermoplast. Die Erläuterung sollte folgende Elemente enthalten: prinzipieller Aufbau, Wirkungsweise (Objekt wird vom hochfrequenten Wechselfeld durchsetzt), vorteilhafte Anwendung in der Praxis.**

Elektrizitätslehre, Klassen 8 und 9      Schwingungen, Klasse 10

## **40. Elektromagnetische Schwingungen**

### **40.1. Die Beschreibung sollte folgende Punkte enthalten:**

- Die Spannung am Kondensator hat den höchsten Wert.
- Die Kondensatorspannung bewirkt einen Stromfluß in der Spule. Ladung und Spannung des Kondensators nehmen ab. Die Stromstärke wächst nur langsam, da beim Aufbau des Magnetfeldes in der Spule eine Gegenspannung induziert wird.
- Wenn die maximale Stromstärke erreicht ist, ist der Kondensator entladen.
- Beim Abbau des Magnetfeldes der Spule wird eine Spannung induziert, die der Änderung der Stromstärke entgegenwirkt. Der Strom fließt daher mit abnehmender Stärke weiterhin in gleicher Richtung. Der Kondensator wird allmählich gegenpolig aufgeladen.
- Die Kondensatorspannung hat ihren größten Wert; die Richtung des elektrischen Feldes ist umgekehrt.
- Die gleichen Vorgänge laufen nun in umgekehrter Richtung ab.

### **40.2. Die dem Schwingkreis einmalig zugeführte elektrische Energie wird periodisch in Energie des elektrischen und magnetischen Feldes umgewandelt. Ein Teil der Energie wird in Wärmeenergie umgewandelt.**

- 40.3. Die Frequenz hängt von der Kapazität des Kondensators und der Induktivität der Spule ab. Die Frequenz einer elektromagnetischen Schwingung ist um so niedriger, je größer Kapazität und Induktivität sind.  
(Werden  $L$  und  $C$  sehr klein, so erhält man eine elektromagnetische Schwingung sehr hoher Frequenz.)

Elektrizitätslehre, Klasse 9

Schwingungen, Klasse 10

Zur Aufgabe 40:

Punkte Bemerkungen

- |       |  |   |   |
|-------|--|---|---|
| 40.1. | - Kondensator geladen, Kondensatorspannung hat höchsten Wert   | 1 |   |
|       | - Ladung und Kondensatorspannung nehmen ab   | 1 |   |
|       | Stromfluß, Aufbau eines Magnetfeldes   | 1 |   |
|       | Strom wächst nur langsam an, da Gegenspannung induziert wird   | 1 |   |
|       | - Kondensator entladen, $I_{\max}$ erreicht  | 1 |   |
|       | - Zusammenhang folgerichtig dargestellt  | 1 | } Dieser Punkt bezieht sich nur auf die bisherige Beschreibung.   |
|       | - Abbau des Magnetfeldes   | 1 |   |
|       | Nach dem Lenzschen Gesetz wird eine Spannung induziert, die dem Abbau des Magnetfeldes entgegenwirkt | 1 |   |
|       | Strom fließt in abnehmender Stärke in der gleichen Richtung wie beim Entladevorgang                  | 1 |   |
|       | - Kondensatorspannung hat höchsten Wert wieder erreicht  | 1 |   |
|       | - Kondensator ist umgekehrt geladen, Vorgang läuft jetzt in umgekehrter Richtung                     | 1 |   |
|       | - Zusammenhang folgerichtig dargestellt  | 1 | } Dieser Punkt bezieht sich nur auf den 2. Teil der Beschreibung. |
|       | - keine überflüssigen Angaben  | 1 |   |
|       |  |   | } Dieser Punkt bezieht sich auf die gesamte Beschreibung.         |
| 40.2. | - ständiges Umwandeln von elektrischer in magnetische Energie  | 2 |   |
|       | - Umwandlung in Wärmeenergie   | 2 |   |
|       | - Zusammenhang folgerichtig dargestellt  | 1 |   |
|       | - keine überflüssigen Angaben  | 1 |   |

40.3:

- abhängig von  $L$  und  $C$
- Beantwortung der Frage: Wie beeinflussen diese Größen die Frequenz?

Gesamtpunktzahl:

Punkte    Bemerkungen

1

2

22

**41. Grundlagen der Wellenlehre**

- 41.1. **Schwingung:**
- Zeitlich periodischer Vorgang
  - Keine Energieübertragung
  - Bei einer mechanischen harmonischen Schwingung wird die Elongation  $y$  eines Schwingers als Funktion der Zeit  $t$  in einem Diagramm als eine Sinuskurve dargestellt.  $y = f(t)$

- Welle:**
- Zeitlich und örtlich periodischer Vorgang
  - Energie transport; kein Teilchentransport
  - Die Welle ist durch zwei Funktionen zu beschreiben, und zwar  $y = f(t)$  mit  $s = \text{konst.}$  und  $y = f(s)$  mit  $t = \text{konst.}$

Es kann ergänzt werden:

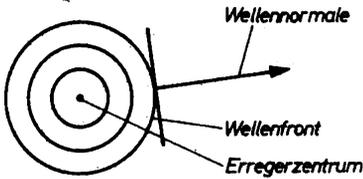
Bei  $y = f(t)$  wird die Elongation eines Schwingers als Funktion der Zeit dargestellt,

bei  $y = f(s)$  wird die Elongation mehrerer Schwinger zu einer bestimmten Zeit als Funktion der Entfernung der Schwinger vom Erregerzentrum dargestellt (Momentbild einer Welle).

41.2.

| Kenngröße                   | Formelzeichen | Erläuterung der Kenngröße  |
|-----------------------------|---------------|--|
| Amplitude                   | $y_{\max}$    | Maximalwert der sich verändernden physikalischen Größe                                 |
| Frequenz                    | $f$           | Quotient aus einer Anzahl von Schwingungen eines Schwingers und der dazugehörigen Zeit |
| Wellenlänge                 | $\lambda$     | Abstand zweier aufeinanderfolgender Schwinger mit gleichen Schwingungszuständen        |
| Ausbreitungsgeschwindigkeit | $v$           | Geschwindigkeit, mit der sich der Schwingungszustand vom Erregerzentrum fortbewegt     |

- 41.3. Die Verbindungslinie einander benachbarter Schwinger mit gleichen Schwingungszuständen heißt **Wellenfront**. Die auf der Wellenfront errichtete Senkrechte ist die **Wellennormale**; sie gibt die Ausbreitungsrichtung der Wellen an.



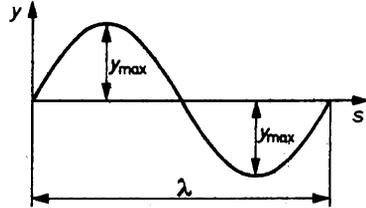
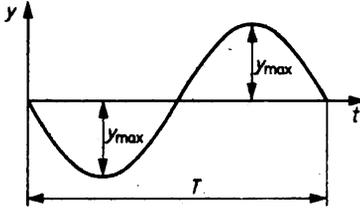
oder Skizze mit geradlinigen Wellenfronten

Schwingungen, Klasse 10

Wellen, Klasse 10

## 42. Mechanische Wellen

42.1.



42.2. Gegeben:

$$\lambda = 26 \text{ cm}$$

$$n = 10$$

$$t = 8,3 \text{ s}$$

Gesucht:

$$v \text{ in } \text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

Lösung:

$$v = \lambda \cdot f \text{ oder } v = \frac{\lambda}{T}; T = \frac{t}{n}$$

$$f = \frac{n}{t}; v = \lambda \frac{n}{t}$$

$$v = 26 \text{ cm} \cdot \frac{10}{8,3} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v = \underline{\underline{31 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

Ergebnis: Die Ausbreitungsgeschwindigkeit beträgt  $31 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$

Wellen, Klasse 10

## 43. Eigenschaften von Wellen

43.1. Reflexion: An der Grenzfläche zweier Stoffe tritt eine Änderung der Ausbreitungsrichtung der Welle ein, wobei diese im gleichen Medium verbleibt. Der Einfallswinkel  $\alpha$  und der Reflexionswinkel  $\alpha'$  sind gleich groß und liegen mit dem Einfallslot in einer Ebene.

Brechung: Beim Übergang in einen anderen Stoff tritt eine Änderung der Ausbreitungsrichtung und der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle ein. Beim Übergang in einen Stoff mit geringerer Ausbreitungsgeschwindigkeit ist der Einfallswinkel größer als der Brechungswinkel. Beim Übergang in einen

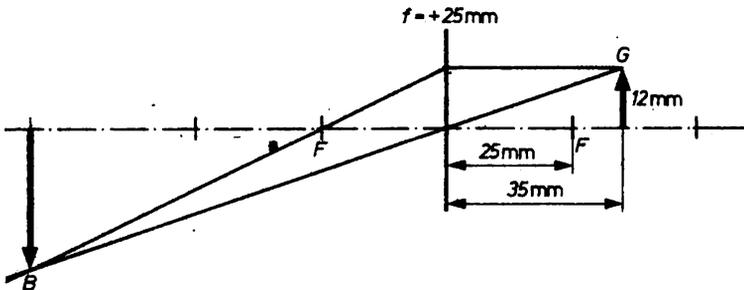
Stoff mit einer größeren Ausbreitungsgeschwindigkeit gilt:  
Der Einfallswinkel ist kleiner als der Brechungswinkel.

**Beugung:** Das Abweichen der Welle von der geradlinigen Ausbreitung im selben Stoff an einem Hindernis.

- 43.2. Beim Durchgang einfarbigen Lichtes durch einen Doppelspalt kommt es durch Beugung am Spalt zur Überlagerung der Lichtwellen. Dadurch entstehen auf dem Bildschirm Stellen der Verstärkung (helle Streifen) und Stellen der Abschwächung bzw. Auslöschung (dunkle Streifen).  
Wellen, Klasse 10

44. **Abbildung mit Hilfe von Sammellinsen**

44.1.



- 44.2. Versuchsaufbau siehe Lehrbuch, Klasse 6, Bild 109/2.

| Gegenstand           | Bild           |       |           |         |
|----------------------|----------------|-------|-----------|---------|
| Gegenstandsweite $s$ | Bildweite $s'$ | Art   | Lage      | Größe   |
| $s > 2f$             | $f < s' < 2f$  | reell | umgekehrt | kleiner |
| $s = 2f$             | $s' = 2f$      | reell | umgekehrt | gleich  |
| $2f > s > f$         | $s > 2f$       | reell | umgekehrt | größer  |

Optik, Klasse 6

45. **Welleneigenschaften des Lichtes**

- 45.1. **Beugung einer Lichtwelle an einem Hindernis (Spalt oder Kante), die durch die auftretenden Interferenzbilder nachgewiesen wird.**  
Beschreibung eines der folgenden Experimente:  
Beugung einfarbigen Lichts am Spalt oder am Draht, Interferenz durch Beugung am Doppelspalt oder Gitter  
Die Erläuterung des Weges der Erkenntnisgewinnung sollte folgende Elemente zusammenhängend enthalten:

- Aufstellen einer Hypothese oder Voraussage über den Ablauf eines physikalischen Vorganges
- Planung und Durchführung des Experimentes
- Bestätigung oder Nichtbestätigung der Hypothese oder Voraussage
- Verallgemeinerung oder Aufstellen einer neuen Hypothese oder Voraussage

45.2. Ändert sich die Richtung des austretenden Strahles so, wie es nach dem Reflexionsgesetz zu erwarten ist, befindet sich im Innern ein Spiegel. Trifft das nicht zu, so muß es sich um ein Prisma handeln.

Zur Aufgabe 45:

45.1.

|  | Punkte | Bemerkungen   |
|--|--------|---|
| - Beugung am Spalt oder Kante  | 1      |   |
| - Interferenz  | 1      |   |
| - keine überflüssigen Angaben  | 1      |   |
| - Experiment beschreiben, z. B. für Beugung am Draht                                 |        |   |
| ● Geräte für die Experimentieranordnung (Lichtquelle, Filter, Blende, Draht, Schirm) | 1      | Die Punktverteilung für die anderen Experimente (Interferenz durch Beugung am Doppelspalt oder Gitter) erfolgt analog |
| ● Anordnung der Geräte   | 1      |   |
| ● Ränder des Drahtes wirken wie Lichtquellen   | 1      |   |
| ● Beschreiben des Beugungsbildes (Lage der Maxima und Minima)                        | 2      |   |
| ● keine überflüssigen Angaben  | 1      |   |
| ● Zusammenhänge folgerichtig dargestellt   | 1      |   |
| - Weg der Erkenntnisgewinnung: (induktive Methode)                                   |        |   |
| 1. Hypothese oder Voraussage, Ablauf des physikalischen Vorgangs                     | 1      |   |
| 2. Planung und Durchführung des Experiments  | 1      |   |
| 3. Bestätigen oder Nichtbestätigen der Hypothese oder Voraussage                     | 1      |   |
| 4. Verallgemeinerung oder neue Hypothese oder Voraussage                             | 1      |   |
| - folgerichtige Darstellung des Weges der Erkenntnisgewinnung                        | 1      |   |
| - keine überflüssigen Angaben  | 1      |   |

45.2.

|  | Punkte | Bemerkungen                       |
|--|--------|-----------------------------------|
| - Einfallender Lichtstrahl muß Reflexionsgesetz genügen oder nicht | 2      | Diese zwei Punkte sind unteilbar. |
| - Daraus folgt: Spiegel oder Prisma                                | 2      | Diese zwei Punkte sind unteilbar. |

Gesamtpunktzahl:

20

## 46. Spektren

46.1. In der Reihenfolge rot - orange - gelb - grün - blau - violett nimmt die Wellenlänge ab. Licht mit kleinerer Wellenlänge wird stärker gebrochen als Licht mit größerer Wellenlänge.

Bispiel: Blaues Licht wird stärker gebrochen als rotes Licht.

46.2.

| Aggregatzustand | Bezeichnung des Spektrums |
|-----------------|---------------------------|
| fest            | kontinuierliches Spektrum |
| flüssig         | kontinuierliches Spektrum |
| gasförmig       | Linienpektrum             |

46.3.

|                    |  |  |
|--------------------|--|--|
| Emissionspektrum   | Entsteht, wenn sich kein das Licht absorbierender Stoff zwischen Lichtquelle und Schirm befindet. Es gibt Auskunft über die Zusammensetzung der Lichtquelle. | Merkmal: helle farbige Linien auf dunklem Grund oder kontinuierliches Spektrum |
| Absorptionspektrum | Entsteht, wenn Licht einen Stoff, z. B. ein Gas, durchsetzt, der bestimmte Frequenzen des Lichtes absorbiert.  | Merkmal: dunkle Linien im kontinuierlichen Spektrum                            |

46.4. Ein Licht aussendender Körper gibt durch sein Spektrum Informationen über seine stoffliche Zusammensetzung. Dazu wird der zu untersuchende Stoff zum Leuchten angeregt. Das ausgesendete Licht wird in ein Spektrum zerlegt und auf das Vorhandensein der für die verschiedenen Stoffe typischen Linien untersucht.

Wellen, Klasse 10

## 47. Offener Schwingkreis

47.1. Den Übergang von einem geschlossenen zu einem offenen Schwingkreis kann man veranschaulichen, indem man sich vorstellt, daß die Platten des Kondensators immer weiter voneinander entfernt werden, bis der Schwingkreis ein gerader Leiter geworden ist. Gleichzeitig denkt man sich die Fläche der Kondensatorplatten verkleinert und die Spule zu einem geraden Leiter gestreckt. Die Eigenfrequenz wird dabei größer.

Begründung: 
$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

(Aus „Tabellen und Formeln“ zu entnehmen)

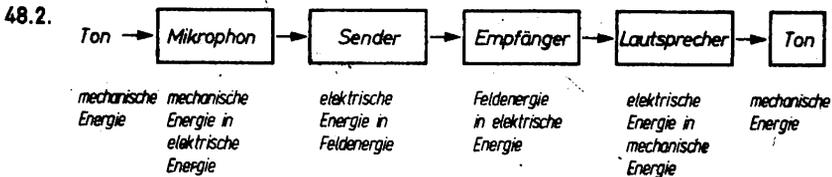
Bei Vergrößerung des Plattenabstandes und Verkleinerung der Plattenfläche eines Kondensators wird die Kapazität kleiner. Da  $C$  im Nenner

der Schwingungsgleichung steht, muß die Eigenfrequenz größer werden. Außerdem wird beim Übergang von der Spule zum geraden Leiter auch die Induktivität kleiner.

- 47.2. Um einen Dipol bilden sich elektrische und magnetische Felder im zeitlichen Wechsel aus. Der Schüler sollte seine Beschreibung durch Skizzen unterstützen, siehe Lehrbuch, Klasse 10, Bild 130/1  
Schwingungen, Klasse 10; Wellen, Klasse 10

#### 48. Hertzische Wellen

- 48.1. **Gemeinsamkeiten:** Zeitlich und örtlich periodischer Vorgang; Energieübertragung  
Beide besitzen die Welleneigenschaften: Reflexion, Brechung, Beugung, Interferenz. Für beide gilt die Grundgleichung der Wellenausbreitung.
- Unterschiede:** Elektromagnetische Wellen breiten sich auch im Vakuum aus, mechanische Wellen nur in einem Medium.  
Es kann außerdem genannt werden:  
Zeitlich und örtlich periodische Änderung mechanischer bzw. elektrischer und magnetischer Größen.



- 48.3. **Gegeben:**  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$   
 $f = 220 \text{ MHz}$   
 $f = 220 \cdot 10^6 \cdot \text{s}^{-1}$
- Gesucht:**  
 $l$  in m
- Lösung:**  
 $l = \frac{\lambda}{2}$      $c = \lambda \cdot f$   
 $\lambda = \frac{c}{f}$   
 $l = \frac{c}{2f}$   
 $l = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{2 \cdot 220 \cdot 10^6 \text{ s}^{-1}}$   
 $l = \underline{\underline{0,68 \text{ m}}}$

**Ergebnis:** Die Länge des Dipols muß 0,68 m betragen.  
Wellen, Klasse 10

## 49. Anwendung Hertzscher Wellen

- 49.1. Gleiche Ausbreitungsgeschwindigkeit; Reflexion, Brechung und Interferenz können bei Licht und bei Hertzischen Wellen beobachtet werden. Lichtwellen und Hertzische Wellen können als elektromagnetische Wellen aufgefaßt werden.
- 49.2. Zum Abstimmen eines Empfängers auf eine vorgegebene Wellenlänge bzw. Frequenz verwendet man einen mit der Antenne gekoppelten Schwingkreis, dessen Eigenfrequenz durch Veränderung der Kapazität oder Induktivität auf die Frequenz des gewünschten Senders abgestimmt wird (Resonanzbedingung).
- 49.3. Anwendungen: Rundfunk, Fernsehen, Sprechfunk, Richtfunk, Funkortung, Funkmeßtechnik, Amateurfunk.

Beschreibung eines Beispiels:

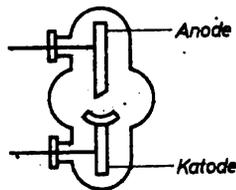
Hertzische Wellen werden beim Auftreffen auf ein Hindernis reflektiert. Diese Eigenschaft benutzt man zum Bestimmen von Entfernungen weit entfernter Gegenstände mit Hilfe von Funkmeßgeräten (Radar). Mit leistungsstarken Geräten kann man z. B. die Mondentfernung bestimmen, indem man die Zeit mißt, in der der vom Sender abgestrahlte elektromagnetische Wellenzug zum Mond hin- und zurückläuft. Da die Ausbreitungsgeschwindigkeit  $c$  bekannt ist, läßt sich die Entfernung errechnen.

Bedeutung einer Anwendung:

Der Schüler soll ein treffendes Beispiel wählen. In seinen Ausführungen soll er Beziehung zu unserer Gesellschaftsordnung herstellen.

## 50. Röntgenstrahlung

- 50.1. Aufbau:



Wirkungsweise:

Im elektrischen Feld zwischen Katode und Anode werden die aus der Glühkatode austretenden Elektronen stark beschleunigt. Beim Auftreffen auf die Anode werden diese Elektronen gebremst. Dabei entstehen elektromagnetische Wellen (Bremsstrahlung).

- 50.2. Eigenschaften: Durchdringungsfähigkeit, Schwärzung von Fotoplatten, Ionisierungsvermögen

Anwendung: Röntgendiagnostik (Röntgenaufnahme, Durchleuchtung, Schirmbildaufnahme), Röntgentherapie, Röntgengrobstrukturuntersuchung, Werkstoffprüfung.

**Es sollte erwähnt werden:**

**Durch regelmäßige Röntgenreihenuntersuchungen konnte die Zahl der Erkrankungen an Lungentuberkulose in unserer Republik wesentlich gesenkt werden, weil erkrankte Personen rechtzeitig behandelt werden können.**

**50.3. Radioaktive Strahlung: Statistischer Zerfallsprozeß im Atomkern  
Licht: Emission von Licht durch Sprung von Elektronen der Atomhülle von einem energiereicheren auf ein energieärmeres Niveau.**

**Röntgenbremsstrahlung: Umwandlung von kinetischer Energie schnell bewegter Elektronen in Strahlungsenergie.**

**Wellen, Klasse 10**

**Kernphysik, Klasse 10**