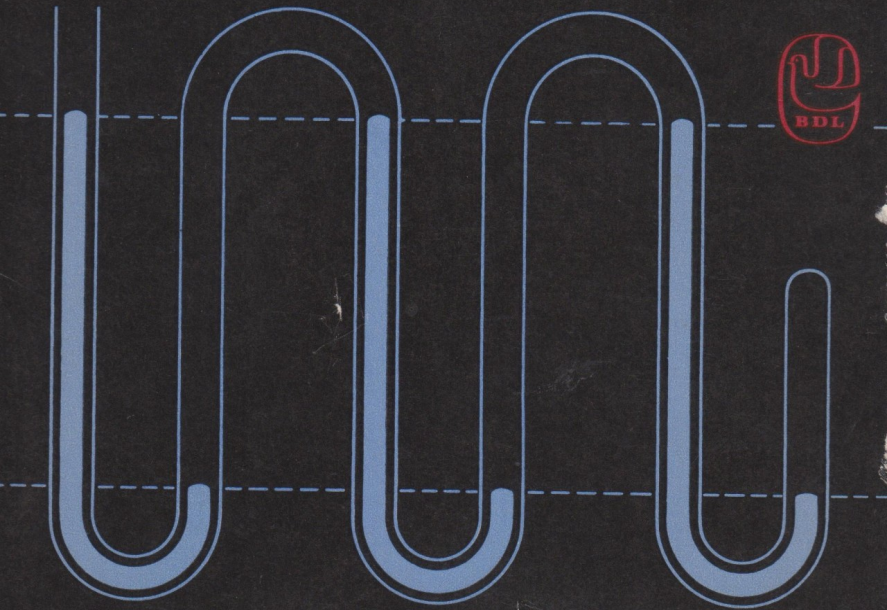
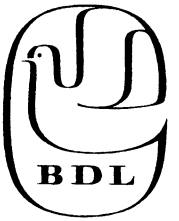
AUFGABEN-SAMMLUNG

PHYSIK




BDL

AUFGABENSAMMLUNG PHYSIK

VOLK UND WISSEN
VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN
1962

BIBLIOTHEK DES LEHRERS

ABTEILUNG II

METHODIK

VOLK UND WISSEN
VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN
1962

TEIL 1

Stanisław Biernacki

Aufgabensammlung für Physik mit Lösungen für die Klassen 6 bis 7

Titel der Originalausgabe:

Zbiór zadań z fizyki z wynikami dla klas VI–VII
Państwowe zakłady wydawnictw szkolnych · Warszawa 1961

Übersetzt von Peter Taplick · Bearbeitet von Gerhard Enke

TEIL 2

Peter Alexejewitsch Snamenski · Sergej Sergejewitsch Moschkow
Michael Julianowitsch Piotrowski · Paul Adamowitsch Rymkewitsch
Iwan Markowitsch Schwaitschenko

Sammlung von Fragen und Aufgaben aus der Physik
für die 8.–10. Klassen der Mittelschule

Titel der Originalausgabe:

СБОРНИК ВОПРОСОВ И ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ
для VIII-X классов средней школы
Государственное учебно-педагогическое издательство
министерства просвещения РСФСР
Москва 1961

Übersetzt von Gottfried Wendrock · Rudolf Plötz
Bearbeitet von Gerhard Enke

Schutzumschlag und Einband: Werner Fahr
Zeichnungen nach den Originalen von Erich E. Wenzel, Berlin
ES 10 C · Bestell-Nr. 02040-1 · Lizenz Nr. 203 · 1000/62 (E)
Satz und Druck: Betriebsberufsschule Otto Grotewohl, Leipzig (III/18/3)

VORWORT ZUR DEUTSCHEN AUSGABE

Der Physikunterricht in der sozialistischen Schule stellt hohe Anforderungen an den Schüler. Mit der ständigen Verbesserung der Produktionsverfahren muß auch das Allgemeinwissen der Werktätigen erweitert werden, um eine volle Ausnutzung der vorhandenen Produktionsmittel zu gewährleisten.

Das Vermitteln des Lehrstoffes im Unterricht und das Arbeiten mit dem Lehrbuch sind zwei wesentliche Methoden zum Aneignen von Wissen. Die ständige Übung und die Wiederholung aber sind die Methoden, um das Erlernte beim Schüler festhaften zu lassen und so ein anwendungsbereites Wissen zu schaffen.

Der Verlag hat sich bemüht, dem Fachlehrer zur Unterstützung des ständigen Übens und Wiederholens im Unterricht eine Aufgabensammlung in die Hand zu geben, die in den verschiedenen Schulen und Lehrstätten verwendet werden kann.

Der Teil 1 ist eine polnische Sammlung, deren Aufgaben zum größten Teil für die Klassen 6 bis 8 verwendet werden können, die Aufgaben aus der Optik und Elektrizität werden im allgemeinen erst in den Klassen 9 und 10 zu lösen sein.

Der Teil 2 ist eine sowjetische Sammlung von Physikaufgaben. Sie wird in der Sowjetunion für die Klassen 8 bis 10 der Mittelschule verwendet und enthält für unsere Schulen Aufgaben für die Klassen 8 bis 12. Ein Teil der Aufgaben, die mit einem Stern versehen sind, besitzt einen mittleren Schwierigkeitsgrad. Die mit einem Ring ausgezeichneten Aufgaben entsprechen nicht dem sowjetischen Lehrplan für Mittelschulen; sie dienen dem selbständigen Arbeiten physikalisch besonders interessierter Schüler.

Für den Lehrer erwächst vor Verwendung der Sammlung die Aufgabe, geeignete Beispiele auszuwählen und auf ihre Lösbarkeit durch die Schüler zu überprüfen. Besonders für die Aufgaben des Teiles 1 wird es oft notwendig sein, die gegebenen Beispiele auf die Verhältnisse in der Deutschen Demokratischen Republik sinngemäß zu übertragen.

Der Verlag

INHALTSVERZEICHNIS

TEIL 1

I. Mechanik

1. Messungen 11
2. Von den Körpern und ihren Maßen 12
3. Druckkraft und Druck der Flüssigkeit auf die Gefäßwände 13
4. Druckkraft und Druck von Flüssigkeiten auf eingetauchte Körper 14
5. Die Anwendung des Archimedischen Gesetzes bei Flüssigkeiten 15
6. Schwimmende Körper 16
7. Der Luftdruck. — Die Anwendung des Archimedischen Gesetzes bei Gasen 17
8. Kräfte und einfache Maschinen 18
9. Die Arbeit 23
10. Die Leistung 24
11. Energie als Arbeitsvorrat 25
12. Masse und Gewicht 25

II. Die Wärme

13. Die Ausdehnung erwärmter Körper 25
14. Kalorimetrie 27
15. Wärme als Energie (Wärmekraftmaschinen) 29

III. Akustik

16. Schwingende Bewegung (Schwingungen) 30
17. Der Schall 31

IV. Optik

18. Die gradlinige Ausbreitung des Lichtes 31
19. Die Reflexion des Lichtes 32
20. Die Brechung des Lichtes 32

V. Magnetismus und Elektrizität

21. Magnetismus 33
22. Elektrostatik 33
23. Der elektrische Strom als bewegte Ladung 34

24. Die chemische Wirkung des elektrischen Stromes 34
25. Der elektrische Widerstand 35
26. Die Wärmewirkung des elektrischen Stromes 36
27. Das Ohmsche Gesetz 38
28. Transformatoren 40

Lösungen 40

TEIL 2

I. Mechanik

1. Gleichförmige Bewegung 43
2. Gleichmäßig beschleunigte Bewegung 45
3. Die Newtonschen Grundgesetze 50
4. Zusammengesetzte Bewegungen 57
5. Arbeit, Leistung, Energie 62
6. Zusammensetzung und Zerlegung von Kräften 68
7. Schwerpunkt, Gleichgewicht der Körper 74
8. Einfache kraftumformende Einrichtungen 78
9. Druck, Druck in Flüssigkeiten und Gasen 83
10. Das Gesetz des Archimedes 86
11. Strömung in Flüssigkeiten und Gasen 89
12. Drehbewegung, gleichförmige Kreisbewegung 92
13. Das Gravitationsgesetz 95
14. Schwingungen und Wellen, Akustik 96

II. Wärmelehre und Molekularphysik

15. Wärme und Arbeit 100
16. Ausdehnung fester und flüssiger Körper bei Erwärmung 105
17. Grundlagen der kinetischen Wärmetheorie 108
18. Eigenschaften der Gase 109
19. Eigenschaften der Flüssigkeiten 112
20. Eigenschaften fester Körper 115
21. Schmelzen und Erstarren 116
22. Verdampfen 118
23. Luftfeuchtigkeit 119
24. Arbeit des Dampfes und des Gases 120

III. Elektrizität

25. Elektrische Ladungen, Coulombsches Gesetz 121
26. Feldstärke, Potential, Arbeit elektrischer Kräfte 122

27. Kapazität 123
28. Ohmsches Gesetz für Teile des Stromkreises, Widerstand der Leiter 125
29. Ohmsches Gesetz für den gesamten Stromkreis 128
30. Reihen- und Parallelschaltung von Leitern 131
31. Schaltung von Elementen zur Batterie 134
32. Arbeit und Leistung des Stromes 136
33. Wärmewirkung des Stromes 138
34. Strom in Elektrolyten 141
35. Strom in Gasen 144
36. Magnetfeld 146
37. Elektromagnetische Induktion 148
38. Generatoren und Motoren 150
39. Transformatoren 152
40. Elektromagnetische Schwingungen und Wellen 153

IV. Optik

41. Geradlinige Ausbreitung des Lichtes, Lichtgeschwindigkeit 154
42. Fotometrie 156
43. Reflexion und Brechung des Lichtes 158
44. Sphärische Spiegel und Linsen 164
45. Das Auge, optische Geräte 170
46. Wellennatur des Lichtes 171
47. Spektren und Körperfarben 176
48. Licht und Energie 177
49. Bau der Atome 178

Lösungen 179

V. Tabellen physikalischer Größen

1. Dichte fester Stoffe 196
2. Dichte flüssiger Stoffe 196
3. Dichte von Gasen 196
4. Elastizitätsmodul 196
5. Oberflächenspannung der Flüssigkeiten 197
6. Linearer Ausdehnungskoeffizient fester Körper 197
7. Kubischer Ausdehnungskoeffizient von Flüssigkeit 197
8. Spezifische Wärme 197
9. Spezifische Wärme der Gase (bei konstantem Druck) 197
10. Heizwert 198
11. Schmelz- und Erstarrungspunkt 198
12. Schmelzwärme 198
13. Siedetemperatur 198
14. Verdampfungswärme 198
15. Temperatur, Dampfspannung und Masse des gesättigten Wasserdampfes 199

16. Dielektrizitätskonstanten einiger Stoffe 199
17. Spezifischer Widerstand 199
18. Elektrochemische Äquivalente 200
19. Brechzahlen 200
20. Brechzahlen des Wassers und des Glases für farbiges Licht verschiedener Wellenlängen 200
21. Wellenlängen der wichtigsten Spektrallinien 200

TEIL 1

I. Mechanik

1. Messungen

Ein Schüler ermittelt die Ausmaße eines Heftblattes mit einem Lineal. Er erhält folgende Maße: 14,8 cm und 21,0 cm. Wie groß ist der Flächeninhalt des Blattes? 1

Eine rechteckige Metallplatte hat die Maße 56 mm und 105 mm. Wieviel Quadratzentimeter beträgt der Flächeninhalt dieser Platte? 2

Drei Schüler messen mit drei verschiedenen Meßgeräten (Strichmaß) die Länge einer Schulbank mit der Genauigkeit von 1 mm: Der erste mit einem Metermaß, der zweite mit einem Halbmetermaß, der dritte mit einem 30-cm-Maß. Welches ist das genaueste und welches das ungenaueste Meßergebnis? Begründe deine Antwort! 3

Ein Schüler will das Volumen eines Quaders berechnen. Beim Messen des Quaders erhält er die Werte 12 mm, 13 mm und 54 mm. Berechne das Volumen dieses Quaders in Kubikzentimeter! 4

Ein Würfel hat eine Kantenlänge von 96 mm. Um wieviel weicht das Volumen dieses Würfels von 1 dm^3 ab? 5

Du willst dich überzeugen, ob der Inhalt einer Literflasche tatsächlich der Angabe am Flaschenboden entspricht. Dazu hast du zwei Meßgläser mit dem Fassungsvermögen von 200 cm^3 und 500 cm^3. Welches Meßgefäß wählst du, um das nachzuprüfen, und warum? 6

Du willst dich vergewissern, ob eine Halbliterflasche wirklich diesen Rauminhalt hat. Es stehen dir zwei Meßzylinder mit den Rauminhalten 150 ml und 200 ml zur Verfügung. Welchen Meßzylinder wählst du, um dies zu prüfen, und warum? 7

Das Volumen eines Quaders soll durch einen Versuch bestimmt werden. Dazu gießen wir Wasser in einen Meßzylinder und lesen an der Skale den Inhalt ab. Er beträgt 52 ml. Nach dem Eintauchen des Quaders steigt der Wasserstand auf 70 ml. 8

a) Welches Volumen ermitteln wir durch diesen Versuch?
Zur Kontrolle des Ergebnisses messen wir jetzt mit einem Millimetermaß die Kantenlängen des Quaders (26 mm, 29 mm, 23 mm) und berechnen sein Volumen.

b) Um wieviel Kubikzentimeter unterscheiden sich die Ergebnisse? Welches Ergebnis ist genauer?

9 Zwei entgegengesetzt gerichtete Kräfte werden durch Kraftpfeile von 3 cm und 4 cm dargestellt. Die Kräfte haben einen gemeinsamen Angriffspunkt und liegen in einer Wirkungslinie. Zeichne die Kraftpfeile und bestimme, welche Kraft sie darstellen. 1 cm $\hat{=}$ 5 kp!

10 Zwei Betonfertigteile wiegen 50 kp und 60 kp und liegen mit ihren Schwerpunkten übereinander. Zeichne die Gewichte als Kraftpfeile. 10 kp $\hat{=}$ 1 cm (berücksichtige die Wirkungsrichtung der Kräfte)!

11 Zwei Schüler heben gemeinsam bei gleichem Kraftaufwand in gleicher Richtung einen 40 kp schweren Stein. Welche Kraft muß jeder Schüler aufbringen?

12 Ein Mann mit einem Gewicht von 70 kp liegt auf einer Sprungfedermatratze. Mit welcher Kraft wirkt die Matratze auf ihn?

13 Mit welcher Kraft wirkt eine Zugfeder an der Hand eines Menschen, der sie auf solch eine Länge ausdehnt, wie es ein Körper mit einem Gewicht von 5 kp bewirkt?

14 Ein an eine Zugfeder angehängter Körper mit einem Gewicht von 50 p erzielt eine Verlängerung der Feder um 2 cm. Um wieviel Zentimeter wird die Feder ausgedehnt, wenn sie mit 120 p belastet wird?

15 Ein Körper mit einem Gewicht von 60 p verlängert eine Feder um 3 cm. Zu diesem Körper werden zusätzlich noch einige Gewichtsstücke angehängt, bis sich die Feder auf 10 cm verlängert hat. Dabei tritt keine bleibende Verformung der Feder ein. Wie groß ist die Belastung der Feder?

16 Ein Meßzylinder enthält 50 ml Wasser. Nach dem Eintauchen eines Stückes Granit mit einer Masse von 14 g vergrößert sich das ursprüngliche Volumen des Wassers auf 55 ml. Berechne die Dichte von Granit!

17 Nach dem Anhängen eines Stückes Stahl mit der Dichte $7{,}8\frac{g}{cm^3}$ an eine Federwaage liest man 39 g ab. Welchen Rauminhalt besitzt das Stahlstück?

18 Eine Bleikugel wird in einen bis zum Teilstrich 75 ml mit Wasser gefüllten Meßzylinder gelegt, wobei der Wasserstand auf 85 ml steigt. Welche Masse besitzt diese Kugel, wenn die Dichte von Blei $11{,}4\frac{g}{cm^3}$ beträgt?

19 Welchen Druck übt ein stehender Mensch mit einem Gewicht von 60 kp auf den Fußboden aus, wenn die Fläche einer Fußsohle rund 150 cm^2 beträgt?

20 Ein Traktor hat ein Gewicht von 2500 kp und ruht auf Raupen. Die Berührungsfläche der Raupe mit der Erde beträgt 6500 cm^2. Welchen Druck übt er auf die Erde aus?

21 Welchen Druck übt ein 70 kp schwerer Skifahrer auf die Schneedecke aus, wenn die Länge eines Skis 2 m und die durchschnittliche Breite 10 cm beträgt?

3. Druckkraft und Druck der Flüssigkeiten auf die Gefäßwände

In einem zylindrischen Glas mit einer Grundfläche von 30 cm^2 befinden sich 150 ml Wasser. Welchen Druck übt das Wasser auf den Boden des Gefäßes aus? 22

Welcher Druck herrscht in 28 cm Wassertiefe? 23

Welcher Druck herrscht im Ozean bei den Philippinen in einer Tiefe von 9700 m? (Die Dichte des Meerwassers beträgt rund 1,03 $\frac{g}{cm^3}$.) 24

In welcher Tiefe in der Ostsee herrscht ein Druck von 100 $\frac{kp}{cm^2}$? (Die Dichte des Ostseewassers beträgt etwa 1,025 $\frac{g}{cm^3}$.) 25

Welcher Druck herrscht auf dem Boden einer Flasche mit vergälltem Spiritus, wenn die Spiritushöhe in der Flasche 23 cm beträgt? (Die Dichte des Spiritus beträgt 0,86 $\frac{g}{cm^3}$.) 26

In einem Glasrohr befindet sich Quecksilber. Wie hoch ist die Quecksilbersäule, wenn der Druck des Quecksilbers am Boden des Glasrohres 1 $\frac{kp}{cm^2}$ beträgt? (Die Dichte des Quecksilbers beträgt rund 13,6 $\frac{g}{cm^3}$.) 27

Ein Glasgefäß ist bis zur Höhe von 15 cm mit Glyzerin gefüllt. Der Druck auf den Boden des Glases beträgt 18,9 $\frac{g}{cm^2}$. Wie groß ist die Dichte von Glyzerin? 28

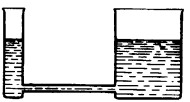


Bild 1

Die verbundenen Gefäße mit senkrechten Behältern in Bild 1 sind mit Wasser gefüllt. Die Behälter haben einen Querschnitt von 2 cm^2 und 12 cm^2. Im schmaleren Behälter befinden sich 20 ml und im breiteren 120 ml Wasser. Welcher Druck herrscht in beiden Behältern am Boden? 29

In verbundenen Gefäßen mit kreisförmigem Querschnitt beträgt der Wasserdruck in beiden Gefäßen am Boden je 8 $\frac{p}{cm^2}$. Wieviel Wasser ist in jedem Gefäß, wenn der Querschnitt des einen 3 cm^2 und der Querschnitt des zweiten 10 cm^2 beträgt? 30

In verbundenen Gefäßen mit kreisförmigem Querschnitt befinden sich in einem Behälter 50 g und im anderen 300 g Wasser. Der Bodendruck beträgt 20 $\frac{p}{cm^2}$. Wie groß sind die Querschnitte der verbundenen Gefäße? 31

Der Druck am Boden eines Wasserturmes beträgt 2,2 $\frac{kp}{cm^2}$. Bis zu welchem Stockwerk eines davon versorgten Hauses kann Wasser abgezapft werden, wenn der Abstand zwischen den Wasserhähnen von Stockwerk zu Stockwerk 4 m beträgt 32

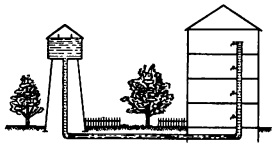


Bild 2

und der senkrechte Abstand vom Wasserzuleitungsrohr zum Wasserhahn im Erdgeschoß 2 m beträgt? (Bild 2)

4. Druckkraft und Druck von Flüssigkeiten auf eingetauchte Körper

33 Eine Metallplatte mit einer Fläche von 20 cm^2 wird parallel zur Wasseroberfläche 1,5 m tief in das Wasser eingetaucht. Welcher Druckkraft unterliegt die Platte in dieser Tiefe?

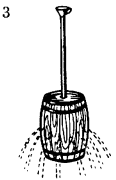
34 Der Boden eines Kajaks hat eine Fläche von 1,6 m^2. Die mittlere Eintauchtiefe im Wasser beträgt 20 cm. Welcher Druckkraft des Wassers unterliegt der Boden des Kajaks?

35 In ein Gefäß mit Petroleum von der Dichte 0,8 $\frac{g}{cm^3}$ legen wir in 25 cm Tiefe parallel zur Petroleumoberfläche eine Metallplatte mit einer Fläche von 15 cm^2. Welcher Druckkraft wird die Metallplatte ausgesetzt?

36 Wie groß ist die Seitendruckkraft, die auf einen in 500 m Tiefe schwimmenden Seefisch mit Seitenflächen von je 0,5 m^2 wirkt? Die Dichte des Meerwassers beträgt 1,03 $\frac{g}{cm^3}$.

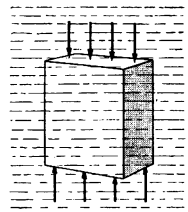
37 Die Wasserdruckkraft auf die Wände einer Tonne (dieser Versuch ist dem Versuch von Pascal ähnlich) beträgt 6000 kp. Wie hoch ist die Wasserhöhe in einem Rohr, wenn die Seitenteile der Tonne eine Fläche von 0,6 m^2 besitzen? (Bild 3)

Bild 3



38 Ein quaderförmiger Metallklotz mit einer Standfläche von 8×16 cm und der Höhe von 18 cm ist derart in Wasser getaucht, daß die Standfläche sein Niveau ist. Der Abstand der Standfläche zur Wasseroberfläche beträgt 30 cm. Berechne, welche Druckkraft auf beide Flächen des Klotzes wirkt. (Bild 4)

Bild 4



39 In ein Gefäß mit Spiritus ist ein quaderförmiger Metallklotz eingetaucht. Er besitzt folgende Maße: Breite 2 cm, Länge 4 cm, Höhe 6 cm. Die Eintauchtiefe der oberen Fläche beträgt 10 cm. Die Dichte von Spiritus beträgt 0,79 $\frac{g}{cm^3}$. Wie groß ist die Druckkraft auf die obere und auf die untere Fläche des Quaders?

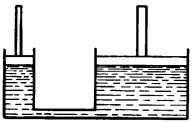


Bild 5

Die Querschnitte der Kolben einer hydraulischen Presse betragen 3 cm^2 und 50 cm^2. Auf den kleineren Kolben wirkt eine Druckkraft von 42 kp. Welche Druckkraft wird an dem größeren Kolben wirksam? (Bild 5) 40

Der Querschnitt des größeren Kolbens einer hydraulischen Presse beträgt 1200 cm^2. Die Flüssigkeit in der Presse überträgt auf ihn eine Druckkraft von 10000 kp. Wie groß ist der Querschnitt des kleineren Kolbens, wenn die auf ihn wirkende Druckkraft 50 kp beträgt? 41

Der kleinere Kolben einer hydraulischen Presse überträgt auf die Flüssigkeit einen Druck von S $\frac{kp}{cm^2}$. Wie groß muß der Querschnitt des größeren Kolbens sein, wenn die Druckkraft 20000 kp betragen soll. 42

5. Die Anwendung des Archimedischen Gesetzes bei Flüssigkeiten

In ein mit Wasser gefülltes Becken legen wir eine 117 p schwere Metallkugel mit einem Volumen von 15 cm^3. Wie groß ist das Gewicht der Kugel im Wasser? 43

Ein Stück Glas mit einem Rauminhalt von 8 cm^3 wiegt in der Luft 20 p und wird in ein Gefäß mit Glyzerin gelegt. Wie groß ist sein scheinbares Gewicht in Glyzerin? (Die Dichte von Glyzerin beträgt 1,25 $\frac{g}{cm^3}$.) 44

In ein Gefäß mit Petroleum, dessen Dichte 0,8 $\frac{g}{cm^3}$ beträgt, wird ein Geldstück von 0,5 cm^3 Rauminhalt und 4,4 g Masse geworfen. Welches scheinbare Gewicht hat das Geldstück in Petroleum? 45

Ein Stück Blei wiegt 56,5 p; in Wasser wiegt es 51,5 p. Wie groß ist der Rauminhalt des Bleistückes? 46

Ein Stück Messing wiegt 123 p. In Motorenöl von der Dichte 0,9 $\frac{g}{cm^3}$ wiegt es 109,5 p. Welchen Rauminhalt hat das Messingstück? 47

Eine Gipsfigur wiegt 14,5 p. In Benzin von der Dichte 0,7 $\frac{g}{cm^3}$ wiegt es 4 p. Wie groß ist der Rauminhalt der Figur? 48

Ein 132,6 p schweres Stück Stahl wird in Wasser gelegt und wiegt dort 115,6 p. Wie groß ist die Dichte von Stahl? 49

Ein Aluminiumstück hat, in Luft gewogen, ein Gewicht von 64,8 p. In Alkohol mit der Dichte 0,79 $\frac{g}{cm^3}$ wiegt es 45,8 p. Wie groß ist die Dichte von Aluminium? 50

Ein Stück Zink mit der Dichte von 7,1 $\frac{g}{cm^3}$ wiegt in Luft 177,5 p. In Benzin wiegt es 160 p. Wie groß ist die Dichte von Benzin? 51

52 Zur Bestimmung der Dichte von Kork wägen wir ein Korkstück. Sein Gewicht beträgt 2,16 p. Darauf binden wir es an einen Bleikörper, der 67,8 p wiegt und tauchen beides in Wasser, wobei wir ein Gewicht von 54,96 p feststellen. Die Dichte von Blei beträgt 11,3 $\frac{g}{cm^3}$. Wie groß ist die Dichte von Kork?

53 Ein Eichenklotz von 12,8 p Gewicht wird an einem Stück Granit mit der Dichte von 2,7 $\frac{g}{cm^3}$ und dem Gewicht von 13,5 p befestigt. Das Ganze wird in Petroleum getaucht und weist darin ein Gesamtgewicht von 9,5 p auf. Die Dichte von Petroleum beträgt 0,8 $\frac{g}{cm^3}$. Wie groß ist die Dichte des Eichenklotzes?

6. Schwimmende Körper

54 Warum sinkt ein völlig mit Wasser gefülltes Boot aus Holz nicht unter, wogegen ein Bootskörper aus Stahlblech unter dieser Bedingung versinkt?

55 Wie groß ist die Dichte von Holz, das in Wasser gelegt, zu $^4/_5$ seines Rauminhaltes eintaucht?

56 Ein Unterseeboot verdrängt beim Schwimmen 2500 t Wasser und beim völligen Untertauchen 3000 t Wasser. Welchen Rauminhalt besitzt
a) der über Wasser,
b) der unter Wasser
gelegene Teil des Schiffes beim Schwimmen?

57 Die Dichte des Eises beträgt 0,92 $\frac{g}{cm^3}$ bei der Temperatur von 0 °C. Wie tief taucht eine quaderförmige Eisscholle von 20 cm Dicke in Wasser ein?

58 Auf dem Fluß schwimmt ein Floß aus 20 Kiefernstämmen. Jeder Stamm besitzt eine Länge von 5 m und einen quadratischen Ersatzquerschnitt von 25 cm Seitenlänge. Auf dem Floß stehen zwei Flößer, von denen jeder 75 kp wiegt. Wieviel Zentimeter ragt das Floß über das Wasser? (Wir nehmen an, daß die Stämme zu 10 Stück hintereinandergelegt sind.) Die Dichte von Kiefernholz beträgt 0,6 $\frac{g}{cm^3}$.

59 Ein Reagenzglas besitzt bei einem Querschnitt von 3 cm² ein Gewicht von 8 p. Wieviel Pond Sand muß man hineinschütten, damit es 10 cm tief in das Wasser eintaucht?

60 Ein mit Sand gefülltes Reagenzglas taucht in Wasser 8 cm ein. Bis zu welcher Tiefe taucht das Reagenzglas in Petroleum (Dichte: 0,8 $\frac{g}{cm^3}$) und Glyzerin (Dichte: 1,25 $\frac{g}{cm^3}$) ein?

61 Messungen zeigen, daß 1 l Wasser mit der Temperatur 0 °C beim Erstarren 1,091 dm³ Eis von gleicher Temperatur ergibt. Die Dichte des Wassers bei 0 °C

beträgt 0,99987 $\frac{g}{cm^3}$ (bei einer Temperatur von 4 °C beträgt sie 1 $\frac{g}{cm^3}$). Wie groß ist die Dichte des Eises bei der Temperatur von 0 °C?

Ein Rettungsring aus Kork wiegt 24 kp. Welches Gewicht kann der Ring auf dem Wasser tragen, wenn die Dichte von Kork 0,24 $\frac{g}{cm^3}$ beträgt? 62

7. Der Luftdruck – Die Anwendung des Archimedischen Gesetzes bei Gasen

Wie groß ist bei normalem Luftdruck die Druckkraft der Luft auf die Oberfläche eines Tisches von 1,4 m Länge und 75 cm Breite? 63

Ein bis zum Rande mit Wasser gefülltes Glas wird mit Pappe bedeckt und vorsichtig umgekehrt. Infolge des äußeren Luftdruckes läuft dabei das Wasser im Glas nicht aus. Welche Druckkraft der Luft wirkt bei normalem Luftdruck auf die Pappe, wenn das Glas einen Querschnitt von 35 cm^2 und eine Höhe von 10 cm besitzt? 64

Welcher Druckkraft der atmosphärischen Luft ist die Oberfläche eines Vakuumbehälters bei normalem Luftdruck ausgesetzt, wenn wir annehmen, daß die Gesamtoberfläche eine Größe von 12 dm^2 besitzt? 65

Drücke den Luftdruck von 740 Torr in $\frac{p}{cm^2}$ aus! 66

Der im Jahre 1933 gestartete sowjetische Freiballon „CCCP-1" stieg auf eine Höhe von 19 km. In dieser Höhe zeigte das Barometer einen Druck von 50 Torr an. Welcher Luftdruck, angegeben in $\frac{p}{cm^2}$, wirkte auf die Außenwände der Gondel? 67

Der Luftdruck beträgt 1 $\frac{kp}{cm^2}$. Gib diesen Wert in Torr an! (Die Dichte von Quecksilber beträgt 13,59 $\frac{g}{cm^3}$.) 68

Welche Ansaughöhe besitzt eine Saugpumpe theoretisch bei einem äußeren Luftdruck von 745 Torr? 69

Die Dichte von Luft beträgt unter normalen Bedingungen 0,001293 $\frac{g}{cm^3}$, die Dichte von Wasserstoff 0,0000898 $\frac{g}{cm^3}$ und die Dichte von Helium 0,000179 $\frac{g}{cm^3}$. Wievielmal größer ist die Dichte von Luft gegenüber der Dichte von Wasserstoff und von Helium? 70

Wieviel Liter Luft besitzen unter normalen Bedingungen eine Masse von 1 kg? (Die Dichte von Luft beträgt 0,001293 $\frac{g}{cm^3}$). 71

72 Welche Masse besitzt 1 l Luft unter normalen Bedingungen, wenn die Dichte der Luft 0,001 293 $\frac{g}{cm^3}$ beträgt?

73 Ein Schulzimmer hat folgende Ausmaße: Länge 6 m, Beite 4 m und Höhe 3 m. Welche Masse hat die Luft, die sich in diesem Raum befindet, wenn die Dichte der Luft 0,001 293 $\frac{g}{cm^3}$ beträgt?

74 Welcher Höhe in Beziehung zur Erdoberfläche entspricht eine Luftdruckdifferenz von 1 mm Quecksilbersäule? (Wir nehmen dabei an, daß sich die Dichte der Luft mit zunehmender Höhe nicht verändert. Sie beträgt 0,001 3 $\frac{g}{cm^3}$.)

75 Welcher Luftdruck wird in der Spitze des 227 m hohen Palastes der Kultur und Wissenschaft in Warschau herrschen, wenn der Luftdruck am Fuße des Palastes 760 Torr beträgt? (Wir nehmen an, daß sich die Dichte der Luft mit zunehmender Höhe nicht verändert. Die Dichte der Luft beträgt 0,001 3 $\frac{g}{cm^3}$, die Dichte von Quecksilber 13,6 $\frac{g}{cm^3}$.)

76 Durch Messungen wurde ermittelt, daß die Dichte des menschlichen Körpers etwa 1,07 $\frac{g}{cm^3}$ beträgt. Wie groß ist das wahre Gewicht eines Menschen, der in der Luft 60 kp wiegt? (Die Dichte der Luft beträgt 0,001 3 $\frac{g}{cm^3}$.)

77 Ein Gewichtsstück mit einem Rauminhalt von 125 cm^3 wiegt im luftleeren Raum 1 kp. Wieviel wiegt es in Luft und in Kohlenstoffdioxyd unter normalem Luftdruck? (Die Dichte der Luft beträgt 0,001 3 $\frac{g}{cm^3}$, die Dichte von Kohlenstoffdioxyd 0,002 $\frac{g}{cm^3}$.)

78 Ein mit Stadtgas gefüllter Ballon hat einen Rauminhalt von 2200 m^3. Welches Gewicht kann solch ein Ballon tragen, wenn das Gewicht der Hülle, der Seile, des Korbes, des Ballastes und der Passagiere in das Gesamtgewicht einbezogen ist? (Die Dichte von Luft beträgt 0,001 3 $\frac{g}{cm^3}$, die Dichte von Leuchtgas 0,000 62 $\frac{g}{cm^3}$.)

79 Wie groß ist die Tragkraft eines Ballons mit einem Rauminhalt von 10000 m^3 bei Stadtgasfüllung, wenn das Gewicht der Hülle, der Taue und des Korbes 300 kp beträgt?
(Die Dichte der Luft beträgt 0,001 3 $\frac{g}{cm^3}$, von Leuchtgas 0,000 62 $\frac{g}{cm^3}$.)

8. Kräfte und einfache Maschinen

80 Am Ende eines Hebels, 15 cm vom Drehpunkt entfernt, ist ein Gewichtsstück von 200 p befestigt. Wie schwer muß ein Gewichtsstück sein, das am anderen Ende, 60 cm vom Drehpunkt, angehängt werden soll, damit sich Gleichgewicht einstellt?

91 Wir wollen feststellen, aus welchem Metall ein Werkstück hergestellt ist. Beim Wägen an der Federwaage erhalten wir 63,9 g. In einem Meßzylinder steht die Wasseroberfläche bei 50 ml, nach dem Eintauchen des Werkstückes bei 59 ml. Aus welchem Metall besteht es?

92 Ein Schüler will die Masse eines Aluminiumkörpers bestimmen, obwohl ihm keine Waage zur Verfügung steht. Er bedient sich eines Meßzylinders, den er bis zum Teilstrich 35 ml mit Wasser füllt. Nach dem Hineinlegen des Aluminiumstückes steigt der Wasserspiegel bis zum Teilstrich 47 ml. Welche Masse besitzt das Stück, wenn die Dichte von Aluminium 2,7 $\frac{g}{cm^3}$ beträgt?

93 Eine Bleifigur erscheint einem Schüler zu leicht. Um sich zu überzeugen, ob der Innenraum hohl ist, wägt er sie und stellt eine Masse von 285,5 g fest. Darauf füllt er einen Meßzylinder bis zum Teilstrich 40 ml mit Wasser und legt die Figur hinein, wobei der Wasserspiegel bis zum Teilstrich 67 ml steigt. Die Dichte von Blei beträgt 11,4 $\frac{g}{cm^3}$. Besitzt die Figur einen Hohlraum und wie groß ist dieser?

94 Schätze, ob du eine Korkkugel von 1 m^3 Rauminhalt hochheben kannst! Überzeuge dich durch eine Rechnung! (Die Dichte von Kork beträgt 0,24 $\frac{g}{cm^3}$.)

95 Ein Stahlblock hat einen Rauminhalt von $^1/_8$ m^3. Die Dichte von Stahl beträgt 7,8 $\frac{g}{cm^3}$. Welche Masse besitzt der Block?

96 Welche Masse besitzt eine 140 cm lange, 1 m breite und 1 mm starke Stahlplatte? (Dichte: 7,8 $\frac{g}{cm^3}$.)

97 Welche Zugbelastung muß ein Seil aushalten, wenn man mit ihm einen Stahlblock mit einem Rauminhalt von 0,5 m^3 hebt? (Die Dichte von Stahl beträgt 7,8 $\frac{g}{cm^3}$.)

98 Um festzustellen, ob Alkohol (Dichte: 0,79 $\frac{g}{cm^3}$) nicht mit Wasser verdünnt ist, werden folgende Messungen ausgeführt: Der leere Meßzylinder wird gewogen, seine Masse beträgt 152,6 g. Danach wird er mit Alkohol gefüllt. Die Masse des mit Alkohol gefüllten Meßzylinders beträgt 237,15 g. Wie groß ist die Dichte des in diesem Versuch benutzten Alkohols mit einem Volumen von 107 cm^3?

99 Welche Masse besitzt 1 l Meerwasser aus der Ostsee, dessen Dichte 1,03 $\frac{g}{cm^3}$ beträgt?

100 Welche Masse besitzen 25 l Milch, wenn die Dichte der Milch 1,03 $\frac{g}{cm^3}$ beträgt?

101 Wie groß muß ein Behälter mindestens sein, wenn er 2 kg Petroleum mit einer Dichte von 0,8 $\frac{g}{cm^3}$ fassen soll?

Wie groß muß das Fassungsvermögen eines Behälters für 20000 kp Benzin sein? 102
(Dichte: 0,68 $\frac{g}{cm^3}$.)

Bild 6

In einem Abstand von 20 cm vom Ende eines 50 cm 103
langen einseitigen Hebels ist ein Wägestück von 1 kp aufgehängt. Welche Kraft muß in umgekehrter Richtung im zweiten Angriffspunkt des Hebels angreifen, damit sich der Hebel im Gleichgewicht befindet? (Bild 6)

Ein Arbeiter will einen Stein mit einer Brechstange von 2,4 m Länge heben. Der 104
Stein berührt die Brechstange, die auf die Erde gelegt ist, im Abstand von 30 cm vom Drehpunkt. Der Arbeiter wendet dazu am anderen Ende der Brechstange eine Kraft von 60 kp auf. Wie schwer ist der Stein?

Ein Arbeiter soll beim Abtransport von Schutt mit einer Schubkarre soviel Kraft 105
aufwenden, daß das Verhältnis von Arbeitskraft zu abtransportierter Last 50:200 ist. Der Abstand vom Radlager zum Schwerpunkt der beladenen Schubkarre soll $^1/_2$ m nicht überschreiten. Welche Gesamtlänge muß die Schubkarre mindestens haben?

Ein Nußknacker hat eine Länge von 15 cm. Der Abstand vom Drehpunkt der 106
Hebelarme bis zu der Stelle, wo sich die Nuß befindet, beträgt 5 cm. Die Druckkraft zum Zerknacken der Nuß beträgt 5 kp. Wie groß ist die Widerstandskraft der Nußschale?

Bei einem einseitigen Hebel von 40 cm Länge ist die wirkende Widerstandskraft 107
im Abstand von 5 cm vom Drehpunkt um 700 p größer als die Kraft zum Herstellen des Gleichgewichts. Wie groß sind die Widerstandskraft und die Gleichgewichtskraft?

Zum Herausziehen des Eimers aus dem Brunnen wollen wir mittels eines Well- 108
rades den 10. Teil an Kraft aufwenden. Die Kurbel hat einen Radius von 500 mm. Welchen Durchmesser muß die Walze des Wellrades besitzen?

Der Radius des kleineren Rades eines Wellrads beträgt 60 mm, der des größeren 109
90 mm. Ein Gewichtsstück, das am kleineren Rad aufgehängt ist, wird durch die am größeren Rad wirkende Gleichgewichtskraft von 160 p in der Wirkung ausgeglichen. Wie schwer ist das Gewichtsstück?

An einem Wellrad herrscht Gleichgewicht. Am kleineren Rad mit einem Durch- 110
messer von 200 mm hängt ein Gewichtsstück von 24 kp, auf dem Rad mit dem größeren Durchmesser ein Gewichtsstück von 15 kp. Wie groß ist der Radius des größeren Rades?

Ein Eimer Wasser wiegt 14 kp. Er hängt an einem auf einer Walze von 90 mm 111
Radius aufgewickelten Seil. Der Radius der zu bedienenden Kurbel beträgt

420 mm. Welche Kraft muß aufgebracht werden, um den Wassereimer heraufzuziehen?

112 Über eine feste Rolle wird ein Eimer Kalk auf eine bestimmte Höhe gehoben. Mit Hilfe eines Dynamometers überzeugen wir uns, daß wir zum Heben eine Kraft von 40 kp benötigen. Wieviel wiegt der Eimer mit Kalk? (Die Reibung wird vernachlässigt.)

113 Warum ist die zum Hochheben einer bestimmten Last mit Hilfe einer festen Rolle benötigte Kraft gleich der Last?

114 Zwei Arbeiter ziehen gemeinsam mit einer Kraft von je 70 kp an einem Seil über eine feste Rolle einen Balken auf das Dach eines Hauses. Wieviel wiegt der Balken?

115 Eine Holzbohle mit einem Gewicht von 150 kp wird von einigen Arbeitern mit Hilfe einer festen Rolle auf das Baugerüst hochgezogen. Jeder Arbeiter ist in der Lage, ein Gewicht von 60 kp zu heben. Wieviel Arbeiter zogen den Balken hoch und mit welcher Kraft zog jeder am Seil, wenn der Kraftaufwand aller Arbeiter gleich war?

116 Zum Hochziehen eines 25 kp schweren Kalkeimers benutzen wir eine lose Rolle. Welche Mindestkraft benötigen wir, um diese Last zu heben? (Die Reibung der Rolle vernachlässigen wir.)

117 Ein Arbeiter befördert über eine lose Rolle mit einer Kraft von 42 kp eine Ladung Dachziegel auf das Dach eines Neubaus. Wieviel Kilopond wiegt diese Ladung? (Die Reibung der Rolle vernachlässigen wir.)

118 Zum Heben von 240 kp schweren Stahlträgern zur Zimmerdecke des entstehenden Hauses benutzen 4 Arbeiter eine lose Rolle. Mit welcher Kraft zieht jeder Arbeiter am Seil? (Die Reibung der Rolle vernachlässigen wir.)

119 Eine Last bleibt bei einem Kraftaufwand von 6 kp an einer losen Rolle im Gleichgewicht. Die Rolle selbst wiegt 2 kp. Wie groß war die Last?

120 Auf einer geneigten Ebene von 50 cm Länge und 12 cm Höhe bewegen wir eine Walze von 200 p. Welche Kraft ist nötig, um die Walze im Gleichgewicht zu halten?

121 Über eine Schrotleiter von 4,2 m Länge wird ein schweres Faß mit einer Kraft von 50 kp auf eine Höhe von 1,5 m gerollt. Wie groß ist das Gewicht des Fasses?

122 Eine Last von 100 kp wollen wir auf einer 3 m langen geneigten Schrotleiter mit einem Kraftaufwand von 40 kp hinaufschaffen. Auf welche Höhe können wir die Schrotleiter einstellen?

123 Wir haben eine Kraft von 80 kp zur Verfügung, mit der wir eine Last von 200 kp mittels einer geneigten Ebene auf eine Höhe von 1,5 m befördern wollen. Wie lang muß die geneigte Ebene mindestens sein?

Ein Pferd zieht mit einer konstanten Kraft von 150 kp einen Wagen. Welche Arbeit verrichtet das Pferd auf einem 1 km langen Weg? 124

Ein Schlitten setzt einer Verschiebung einen Widerstand von 2,3 kp entgegen. Wie groß ist die verrichtete Arbeit bei einer Verschiebung um 25 m? 125

Welche mechanische Arbeit wird verrichtet, wenn ein Eimer Wasser von 32 kp Gewicht aus einer Tiefe von 18 m hochgezogen wird? 126

Ein Schüler wird von seinem Kameraden 40 cm in die Höhe gehoben, der dabei eine Arbeit von 22,8 kpm verrichtet. Wieviel Kilopond wiegt der Schüler? 127

Mit einem Lastenaufzug von 75 kp Gewicht werden jeweils 28 Ziegelsteine von je 3,5 kp Gewicht 12 m hoch auf das Dach eines Hauses befördert. Welche Arbeit wird dabei verrichtet? 128

Mit Hilfe einer Brechstange wird ein Stein mit einer Kraft von 8 kp 20 cm hochgehoben, wobei sich der Angriffspunkt der Kraft 70 cm hebt. Wieviel Kilopond wiegt der Stein? 129

Mit Hilfe eines Hebebaumes wird ein Holzklotz von 120 kp Gewicht gehoben. Auf welche Höhe wird der Klotz gehoben, wenn die dabei verrichtete Hubarbeit eines Menschen 36 kpm beträgt? 130

Ein Arbeiter hebt die Enden einer Schubkarre und führt dabei eine Verschiebung des Schwerpunktes der Schubkarre um 20 cm in die Höhe durch. Wie groß ist das Gewicht der Schubkarre, wenn eine Hubarbeit von 25 kpm verrichtet wurde? 131

Ein Arbeiter legt zum Heben eines Steines einen Hebebaum darunter, von dem ein Ende auf die Erde gestützt ist, und hebt danach das andere Ende mit einer Kraft von 30 kp 75 cm hoch. Wie hoch liegt der gehobene Stein, wenn sein Gewicht 200 kp beträgt? 132

Mit Hilfe eines Wellrades wird ein 25 kp schwerer Wassereimer aus einem Brunnen gezogen. Wie tief ist der Brunnen, wenn dabei 325 kpm Arbeit verrichtet wurden? 133

Mit Hilfe eines Wellrades wird eine Last um 185 cm gehoben. Wie groß ist diese Last, wenn die erforderliche Arbeit zum Heben dieser Last 370 kpm beträgt? 134

Mit Hilfe einer festen Rolle wird ein Balken von 175 kp Gewicht auf eine Höhe von 5 m gehoben. Wieviel Kilopondmeter Arbeit verrichtet dabei jeder Arbeiter, wenn vier Arbeiter den Balken hochziehen und jeder von ihnen mit dem gleichen Kraftaufwand zieht? 135

Baumaterial wird mit Hilfe einer losen Rolle auf den Bau befördert. Welche mechanische Arbeit ist zu verrichten, wenn die Last 55 kp wiegt und das Zugseil um 9 m angezogen wird? 136

137 Ein Tourist mit einem Gewicht von 70 kp klettert an einem 400 m langen Abhang hoch, der gegen die Horizontale um 60° geneigt ist. Welche mechanische Arbeit verrichtet er beim Erklettern des gesamten Abhanges? (Die Höhe des Abhanges ist zeichnerisch zu ermitteln.)

138 Beim Hochziehen einer 200 kp schweren Tonne auf einen Wagen über ein 5 m langes Brett wird eine Arbeit von 250 kpm verrichtet. Wie hoch wird die Tonne dabei gehoben und mit welcher Kraft muß sie hinaufgezogen werden?

10. Die Leistung

139 Welche Leistung bringt ein Arbeiter auf, der innerhalb einer Stunde 25200 kpm Arbeit verrichtet?

140 Ein Ziegelträger, der 70 kp wiegt, arbeitete früher ohne Pause zweimal 4 Std. lang, indem er jedesmal Ziegelsteine von 40 kp Gewicht 6 m hoch befördert. Diese Tätigkeit wiederholte sich täglich 25mal. Um welche körperliche Leistung sind heute unsere Bauarbeiter durch den Einsatz von Baumaschinen entlastet?

141 Auf ein Wasserrad fallen in einer Minute 6750 kp Wasser aus einer Höhe von 4 m. Welche Leistung in $\frac{\text{kpm}}{\text{s}}$ und PS erreicht dadurch das Wasserrad? (Reibungsverluste werden nicht beachtet.)

142 Welche Leistung in PS erreicht eine Wasserturbine, die durch ein Gewässer mit 12 m nutzbarem Gefälle bewegt wird? Je Stunde stehen 11250000 kp Wasser zur Verfügung.

143 Zwei Pferde weisen eine gemeinsame Leistung von 1,5 PS auf. Welche Zeit benötigen sie, um eine Arbeit von 2025000 kpm zu verrichten?

144 Welche Arbeit verrichtet eine Windmühle in einer Zeit von 2 Std. und 15 min, wenn die durchschnittliche Leistung 8 PS beträgt?

145 Welche Leistung vollbringt das angestaute Wasser des Dneprkraftwerkes, wenn im Laufe von 1 s 2000 m^3 Wasser von 37 m Höhe abfließen?

146 Welche Leistung hat ein Getreideaufzug, mit dem in einer Stunde 720000 kp Getreide 25 m hoch befördert werden können?

147 In einem Braunkohlentagebau werden in einer Tiefe von 10 m je Minute 4,5 m^3 Wasser abgepumpt. Welche Leistung muß die dabei verwendete Pumpe haben, um das Wasser an die Oberfläche zu fördern?

148 Der polnische schwere Lastwagen vom Typ „Star 20" mit einer Motorleistung von 85 PS befördert eine Stunde lang Kohlen. Welche Arbeit verrichtet der Lastkraftwagen dabei?

Ein Hafenaufzug mit 2 PS Leistung befördert 1000 kp Kohlen 9 m hoch. Wie lange dauert die Arbeit des Aufzuges? 149

11. Energie als Arbeitsvorrat

Welche potentielle Energie hat der 400 kp schwere Bär einer Ramme (sie wird zum Einschlagen von Pfählen beim Brückenbau gebraucht), der 3,5 m hochgezogen ist? 150

Ein 40 kp schwerer Hammer in einer Schmiede soll eine Energie von 48 kpm besitzen. Auf welche Höhe muß der Hammer gehoben werden? 151

Der Puffer eines Waggons besitzt infolge des Zusammenstoßes eine Energie von 160 kpm, wobei die Feder um 8 cm im Verhältnis zur ursprünglichen Länge zusammengedrückt wird. Welches war das Maß der mittleren Kraft, der durch das Zusammendrücken hervorgerufen wurde? 152

Eine Pendeluhr verbraucht innerhalb einer Stunde 0,025 kpm Energie. Wie schwer ist das angehängte Gewichtsstück dieser Uhr, wenn der Zeiger nach 48stündigem Gang stehenbleibt, weil das Gewichtsstück den vorgeschriebenen Weg von 40 cm durchlaufen hat? 153

Warum durchschlägt ein Gewehrgeschoß ein Brett und warum ist ein großer Stein, der von einem Schüler auf das Brett geworfen wird, dazu nicht imstande? 154

12. Masse und Gewicht

Die Massen zweier Körper betragen 10 kg und 18 kg. Welcher von den beiden Körpern ist schwerer? Das Wievielfache an Masse besitzt der schwerere Körper gegenüber dem leichteren? 155

Die Gewichte zweier Körper betragen 20 kp und 16 kp. Welcher von diesen Körpern hat die größere Masse? Das Wievielfache an Masse besitzt der schwerere Körper gegenüber dem leichteren? 156

II. Die Wärme

13. Die Ausdehnung erwärmter Körper

Ein 200 mm langer Zinkdraht verlängert sich beim Erwärmen um 30 grd um 0,17 mm. Um wieviel Millimeter verlängert sich ein 480 mm langer Zinkdraht, der ebenfalls um 30 grd erwärmt wird? 157

Ein Aluminiumdraht von 1 m Länge, der um 25 grd erwärmt wird, verlängert sich um 0,6 mm. Um wieviel mm verlängert sich derselbe Draht, wenn er um 65 grd erwärmt wird? 158

159 Ein 250 mm langer Metallstab wird von 15 °C auf 100 °C erwärmt, wodurch seine Länge 250,28 mm beträgt. Um wieviel verlängern sich 10 mm des Stabes, wenn er um 1 grd erwärmt wird?

160 Zwischen den Schienen der Eisenbahn, deren Länge 12 m beträgt, bleibt ein Abstand von 7 mm. Mit welchen Temperaturdifferenzen rechnen die Bautechniker, wenn der lineare Ausdehnungskoeffizient des Schienenstahls $\alpha = 0{,}000011\ \frac{1}{\text{grd.}}$ beträgt?

161 In der Frühlingszeit, wo die Temperaturen um 15 °C liegen, wird eine 250 m lange Stahlbrücke gebaut.
Berechne die Länge der Brücke
a) im Winter bei einer Temperatur von −35 °C,
b) im Sommer bei einer Temperatur von 40 °C!
(Der lineare Ausdehnungskoeffizient von Stahl beträgt $\alpha = 0{,}000012\ \frac{1}{\text{grd}}$.)

162 Ein Schmied will einen stählernen Reifen auf ein Rad aufziehen. Der Umfang des Rades beträgt 2,32 m, der innere Umfang des Reifens aber nur 2,31 m. Die Temperatur der Umgebung beträgt 15 °C. Um wieviel Grad muß der Schmied den Reifen erwärmen, damit er ihn mühelos auf das Rad aufziehen kann? Begründe dieses Verfahren! (Der lineare Ausdehnungskoeffizient von Stahl beträgt $\alpha = 0{,}000012\ \frac{1}{\text{grd}}$.)

163 Ein Stahlniet, der zwei Bleche verbindet, besitzt bei einer Temperatur von 20 °C eine Länge von 8,46 mm. Er wird bei einer Temperatur von 600 °C eingelegt. Berechne seine Länge bei dieser Temperatur und gib die Differenz zwischen den beiden Längen an! (Der lineare Ausdehnungskoeffizient von Stahl beträgt $\alpha = 0{,}000012\ \frac{1}{\text{grd}}$.)

164 1 cm^3 Platin besitzt bei der Temperatur von 18 °C eine Masse von 21,4 g. Welche Masse wird 1 cm^3 Platin bei 100 °C besitzen? (1 cm^3 Platin vergrößert seinen Rauminhalt beim Erwärmen um 1 grd um 0,000027 cm^3.)

165 Bei einer Temperatur von 18 °C beträgt die Dichte von Messing 8,1 $\frac{g}{cm^3}$. Welche Dichte besitzt Messing bei einer Temperatur von −35 °C? (1 cm^3 Messing vergrößert seinen Rauminhalt beim Erwärmen um 1 grd um 0,000057 cm^3.)

166 Ein halber Liter Alkohol, der um 50 grd erwärmt wird, vergrößert seinen Rauminhalt um 27 cm^3. Um wieviel Milliliter vergrößert sich der Rauminhalt von 4,5 l Alkohol beim Erwärmen um die gleiche Temperaturdifferenz?

167 150 ml Terpentin vergrößern beim Erwärmen um 40 grd ihren Rauminhalt um 5,6 ml. Um wieviel Milliliter wird sich der Rauminhalt bei gleichem Ausgangsvolumen vergrößern, wenn das Terpentin um 75 grd erwärmt wird?

168 Die Dichte von Quecksilber beträgt bei einer Temperatur von 18 °C 13,55 $\frac{g}{cm^3}$

Wie groß ist die Dichte des Quecksilbers bei 0 °C? (1 cm^3 Quecksilber vergrößert seinen Rauminhalt um 0,000182 cm^3, wenn es um 1 grd erwärmt wird.)

In einem Gefäß befindet sich bei einer Temperatur von 15 °C eine Flüssigkeit mit einem Rauminhalt von einem halben Liter. Wird diese Flüssigkeit auf 100 °C erwärmt, nimmt sie einen Rauminhalt von 521,25 ml ein. Bestimme den kubischen Ausdehnungskoeffizienten dieser Flüssigkeit! 169

Ein Kessel ist bei einer Temperatur von 20 °C mit 3 l Wasser gefüllt. Über dem Wasser bleibt im Kessel ein freier Raum mit einem Rauminhalt von 35 cm^3. Bis zu welcher Temperatur kann das Wasser erwärmt werden, ohne daß es aus dem Kessel ausfließt? (Die Ausdehnung des Kessels soll nicht berücksichtigt werden. Der kubische Ausdehnungskoeffizient von Wasser beträgt 0,00018 $\frac{1}{\text{grd}}$.) 170

14. Kalorimetrie

150 g Wasser werden mit einem Spiritusbrenner 10 min lang erwärmt, wodurch sich seine Temperatur erhöht. Wie lange muß man mit demselben Brenner 350 g Wasser erwärmen, damit sich die Temperatur um den gleichen Betrag erhöht? 171

200 g Wasser werden mit einem Brenner 12 min lang erwärmt. Wieviel Gramm Wasser kann man 30 min lang mit demselben Brenner erwärmen, um die gleiche Temperaturerhöhung zu erreichen? 172

Um eine bestimmte Menge Wasser um 20 grd zu erwärmen, müssen wir sie mit einem Brenner 5 min lang erwärmen. Wie lange müssen wir die gleiche Wassermenge mit dem gleichen Brenner erwärmen, um sie um 75 grd zu erwärmen? 173

Wir können eine bestimmte Wassermenge mit einem Brenner in 8 min um 25 grd erwärmen. Um wieviel Grad können wir die gleiche Wassermenge mit dem gleichen Brenner in 20 min erwärmen? 174

150 g Wasser mit einer Temperatur von 18 °C werden mit 150 g Wasser von 4 °C gemischt. Wie groß ist die Mischungstemperatur? 175

200 g Wasser mit einer Temperatur von 15 °C werden mit 300 g Wasser von unbekannter Temperatur gemischt. Die Mischungstemperatur beträgt 20 °C. Wie groß ist die unbekannte Temperatur? 176

Eine bestimmte Wassermasse mit einer Temperatur von 18 °C wird mit 500 g Wasser von 60 °C gemischt. Die Mischungstemperatur beträgt 35 °C. Wieviel Gramm Wasser befand sich im Mischgefäß? 177

Ein Stück Stahl mit der Masse 0,54 kg wird in einem Glühofen von 15 °C auf 600 °C erwärmt. Welche Wärmemenge nimmt der Stahl dabei auf? (Die spezifische Wärme von Stahl beträgt 0,11 $\frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot \text{grd}}$.) 178

179 In einem Kalorimeter befinden sich 150 g Wasser mit einer Temperatur von 16,2 °C. Es werden 55,37 g Aluminium von der Temperatur 99,5 °C zugefügt. Die Endtemperatur des Wassers im Kalorimeter beträgt 22,3 °C. Wie groß ist die spezifische Wärme von Aluminium?

180 Um die Temperatur der Flamme eines Brenners zu messen, halten wir eine Stahlkugel mit der Masse 31,44 g solange in die Flamme, bis sie die Temperatur der Flamme angenommen hat. Darauf bringen wir die Kugel in ein Gefäß mit 135 g Wasser von der Temperatur 15,4 °C. Die Endtemperatur des Wassers beträgt 36,6 °C. Bestimme die Temperatur der Brennerflamme! (Die spezifische Wärme von Stahl beträgt 0,11 $\frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot \text{grd}}$.)

181 In ein Gefäß mit 2 kg Wasser mit einer Temperatur von 15 °C legen wir ein Stück Messing, das auf eine Temperatur von 800 °C erwärmt wurde. Wieviel Kilogramm Messing müssen wir haben, damit das Wasser die Siedetemperatur erreicht? (Die spezifische Wärme von Messing ist 0,093 $\frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot \text{grd}}$.)

182 In eine Flüssigkeit mit einer Masse von 152 g und einer Temperatur von 16,2 °C werden 72,5 g Glaskugeln mit einer Temperatur von 99,5 °C gebracht. Die Mischungstemperatur beträgt 28,2 °C. Wie groß ist die spezifische Wärme der Flüssigkeit? (Die spezifische Wärme von Glas beträgt 0,19 $\frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot \text{grd}}$.)

183 Wir lassen 10 g Eis von 0 °C in einem Gefäß schmelzen und warten, bis die Temperatur des Wassers auf 12 °C gestiegen ist. Welche Wärmemenge ist dabei verbraucht worden und woher ist dieselbe entnommen worden? (Die Schmelzwärme des Eises beträgt 80 $\frac{\text{cal}}{\text{g}}$.)

184 In ein Kalorimeter, das 156 g Wasser mit einer Temperatur von 22,5 °C enthält, werfen wir 6,5 g Eis mit einer Temperatur von 0 °C. Die Temperatur im Kalorimeter beträgt, nachdem das Eis geschmolzen ist, 18,4 °C. Wie groß ist die Schmelzwärme des Eises?

185 Ein Stück Eis mit einer Temperatur von 0 °C wird in 120 g Wasser mit einer Temperatur von 17 °C geworfen. Nach dem Schmelzen besitzt das Wasser eine Temperatur von 10 °C. Wieviel Eis wurde in das Wasser geworfen? (Die Schmelzwärme des Eises ist in Aufgabe 183 angegeben.)

186 In einen Liter Wasser mit einer Temperatur von 20 °C wird 1 kg Eis von 0 °C geworfen. Wieviel Eis schmilzt, und wie groß ist die Endtemperatur des Wassers? (Die Schmelzwärme des Eises beträgt 80 $\frac{\text{cal}}{\text{g}}$.)

187 In einem Gefäß befinden sich 25 g Wasser mit einer Temperatur von 15 °C. Welche Wärmemenge muß man dem Wasser zuführen, um es gänzlich in Dampf von 100 °C zu überführen?

Wir wollen 10 g Eis von der Temperatur 0 °C gänzlich in Dampf von 100 °C verwandeln. Welche Wärmemenge ist dazu erforderlich? (Die Schmelzwärme des Eises beträgt 80 $\frac{cal}{g}$, die Verdampfungswärme des Wassers 539 $\frac{cal}{g}$.) 188

In einem verschlossenen Kalorimeter mit 150 g Wasser und einer Temperatur von 15 °C kondensieren 15 g Wasserdampf von 100 °C. Als Endtemperatur erhalten wir 71,7 °C. Wie groß ist die Verdampfungswärme des Wassers? 189

Wieviel Gramm Wasserdampf mit einer Temperatur von 100 °C müssen in 1 l Wasser von 16 °C kondensieren, damit die Temperatur auf 80 °C steigt? (Die Verdampfungswärme des Wassers beträgt 539 $\frac{cal}{g}$.) 190

15. Wärme als Energie (Wärmekraftmaschinen)

Beim Abbremsen einer Werkzeugmaschine wird ein Arbeitsaufwand von 122 kpm benötigt. Welcher Wärmemenge entspricht diese Arbeit? 191

Ein 8 kp schwerer Stein fällt aus 6 m Höhe herab. Wieviel Kalorien Wärme werden frei bei völliger Umwandlung in Wärmeenergie, wenn der Stein auf die Erde fällt? 192

Am Fuße eines Wasserfalls ist die Temperatur des Wassers infolge des Aufpralls um 0,1 °C größer als oben. Wie hoch ist dieser Wasserfall? 193

Eine Stahlkugel von 30 kp Gewicht fällt aus 16 m Höhe auf die Erde. Wir wissen, daß sich die Temperatur der Kugel infolge des Aufschlags erhöht. Um wieviel stieg die Temperatur der Kugel? (Die spezifische Wärme des Stahls beträgt 0,11 $\frac{cal}{g \cdot grd}$.) 194

Ein stählerner Hammer mit dem Gewicht von 1 kp erwärmt sich infolge des Aufschlagens um 30 °C. Wir nehmen an, daß der Hammer nur 50 % der entwickelten Wärme aufnimmt. Berechne die gesamte vom Hammer verrichtete Arbeit! 195

Der Heizwert von Torf beträgt 3000 $\frac{kcal}{kg}$, von Holz 4500 $\frac{kcal}{kg}$ und von Kohlen 6500 $\frac{kcal}{kg}$. Wieviel Kilogramm Torf bzw. wieviel Kilogramm Holz müssen wir verbrennen, um die gleiche Wärmemenge zu erhalten, die bei der Verbrennung von 10 kg Kohle frei wird? 196

Ein Spiritusbrenner verbrennt innerhalb einer Stunde 43 g Spiritus. Wie lang müssen wir mit solch einem Brenner heizen, um 1 l Wasser von 15 °C zum Sieden zu bringen? (40 % Wärme entweichen ungenutzt. Der Heizwert von Spiritus beträgt 6300 $\frac{cal}{g}$.) 197

198 In einem Gefäß werden 20 l Wasser durch Verbrennung von Kohle von 15 °C auf 100 °C erwärmt. Es tritt dabei ein Wärmeverlust von 80 % auf. Berechne den Preis der verbrannten Kohle, wenn 100 kg Kohlen 3,80 DM kosten! (Der Heizwert der Kohle wird mit 3500 $\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$ angenommen.)

199 Welche mechanische Arbeit können wir mit Hilfe der Wärmeenergie von 1 kg Steinkohlen gewinnen, wenn nur $^1/_4$ der Wärmeenergie in mechanische Arbeit umgesetzt wird? (Der Heizwert der Kohle wird mit 6000 $\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$ angenommen.)

200 Eine Dampfmaschine verrichtet innerhalb einer Stunde eine Arbeit von 5 Millionen kpm. Wieviel Kilogramm Steinkohlen benötigen wir beim Betrieb der Maschine, wenn nur 20 % der Wärmeenergie in Arbeit umgewandelt werden? (Der Heizwert der Kohle wird mit 7000 $\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$ angenommen.)

201 Eine Dampfturbine hat eine Leistung von 1000 PS. Wieviel Wärmeenergie müssen wir dieser Turbine innerhalb einer Stunde zuführen, wenn wir annehmen, daß 75 % der Wärmeenergie technisch ungenutzt bleiben?

202 Der polnische Personenkraftwagen vom Typ „Warszawa" hat einen Motor mit einer Leistung von 50 PS. Wieviel Liter Benzin verbraucht dieser Motor innerhalb einer Stunde, wenn nur 40 % der Wärmeenergie in mechanische Arbeit umgewandelt werden? (Der Heizwert von Benzin beträgt 12000 $\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$, 1 l Benzin entspricht einer Masse von 700 g.)

III. Akustik

16. Schwingende Bewegung (Schwingungen)

203 Wie groß ist die Frequenz einer schwingenden Feder, wenn ihre Schwingungsdauer 0,2 s beträgt? (Bild 7)

204 Ein Pendel führt innerhalb $^1/_2$ min 120 volle Schwingungen aus. Wie groß sind Frequenz und Schwingungsdauer dieses Pendels?

205 Wir werfen einen Stein in einen Teich. Wie groß ist die Schwingungsdauer der Wasserteilchen, wenn die Frequenz ihrer Schwingung $6^2/_3$ Hz beträgt?

206 Die A-Saite einer Geige führt 440 Schwingungen in einer Sekunde aus. Wie groß ist die Schwingungsdauer dieser Saite?

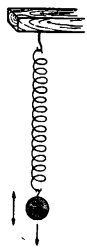


Bild 7

Wieviel Zeit braucht der Schall, um eine Entfernung von 1 km zu durchlaufen? Die Geschwindigkeit des Schalles in der Luft beträgt im allgemeinen 340 $\frac{m}{s}$. 207

Ein Mensch steht in einer bestimmten Entfernung von einem Wald und ruft hinein. Nach einer Zeitdauer von 2,4 s kehrt der Schall wieder zurück. Wie groß ist die Entfernung bis zum Wald? (Die Schallgeschwindigkeit beträgt in der Luft im allgemeinen 340 $\frac{m}{s}$.) 208

Im Verlaufe von 8 s nach dem Aufleuchten des Blitzes wird von einem Beobachter der Donner wahrgenommen. In welcher Entfernung vom Beobachter erfolgte der Schlag, wenn die Geschwindigkeit des Schalles in Luft im allgemeinen 340 $\frac{m}{s}$ beträgt? 209

IV. Optik

18. Die gradlinige Ausbreitung des Lichtes

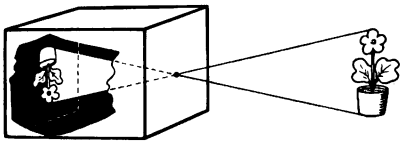


Bild 8

Der Abstand zwischen der Öffnung und der Mattscheibe einer Lochkamera beträgt 30 cm. Wie hoch ist das Bild eines 20 cm hohen Gegenstandes, der sich in einem Abstand von 75 cm von der Öffnung befindet? (Bild 8) 210

Die Länge einer Lochkamera beträgt 24 cm. In welcher Entfernung von der Öffnung der Lochkamera müssen wir einen Gegenstand aufstellen, damit sein Bild 2,5mal größer wird? 211

Ein Sonnenstrahl fällt unter einem Winkel von 60° auf die Erde und erzeugt von einem Baum einen Schatten von 7 m Länge. Wie hoch ist der Baum? (Die Aufgabe ist grafisch zu lösen.) 212

Eine Kugel von 4 cm Durchmesser wirft einen kreisrunden Schatten auf einen Bildschirm, der von dem Mittelpunkt der Kugel 20 cm entfernt ist. Die punktförmige Lichtquelle, die den Schatten erzeugt, befindet sich 60 cm vom Bildschirm entfernt. Wie groß ist der Durchmesser des kreisrunden Schattens? (Die Aufgabe ist grafisch zu lösen.) 213

Eine punktförmige Lichtquelle, die 80 cm vom Bildschirm entfernt ist, wirft auf den Bildschirm die Schatten von Papierbildern, deren Ausmaße 14 cm und 20 cm betragen. Ihre Entfernung vom Bildschirm beträgt 25 cm. Die Kartenflächen 214

stehen parallel zur Fläche des Bildschirmes. Wie groß sind die Ausmaße des Schattens? (Diese Aufgabe ist grafisch zu lösen.)

215 Das Licht benötigt für die Strecke vom Mond zur Erde rund $1^1/_4$ s. Wie groß ist die Entfernung von der Erde zum Mond? (Lichtgeschwindigkeit 300000 km · s^{-1}.)

216 Die Entfernung der Erde von der Sonne beträgt 150000000 km. Welche Zeit benötigt das Licht, um von der Sonne zur Erde zu gelangen? (Lichtgeschwindigkeit 300000 km·s^{-1}.)

19. Die Reflexion des Lichtes

217 Der Winkel zwischen einem einfallenden Strahl und der Fläche, auf die der Strahl fällt, beträgt 42°. Wie groß ist der Reflexionswinkel?

218 Der Einfallswinkel eines Strahles vergrößert sich um 15°. Um wieviel Grad vergrößert sich der Winkel zwischen einfallendem und reflektiertem Strahl?

219 Die Entfernung eines Gegenstandes von seinem Bild im ebenen Spiegel beträgt 70 cm. Wie weit ist der Gegenstand vom Spiegel entfernt?

220 Ein Mensch, der vor einem Spiegel steht, geht um die Entfernung von $1^1/_2$ m zurück. Um wieviel vergrößert sich die Entfernung zwischen dem Menschen und seinem Bild im Spiegel?

221 Zwischen zwei senkrecht stehenden ebenen Spiegeln steht ein Bleistift. Wieviel Bilder des Bleistiftes erblickst du in jedem Spiegel?

20. Die Brechung des Lichtes

222 Du schaust auf den Grund eines klaren Gewässers. Ist es in Wirklichkeit tiefer oder flacher, als es dir erscheint?

223 Erkläre, warum ein in Wasser getauchter Stock gebrochen erscheint.

224 Der Einfallswinkel eines Lichtstrahles auf eine planparallele Glasplatte beträgt 32°. Wie groß ist der Winkel zwischen der Platte und dem ausfallenden Strahl?

225 Warum siehst du einen Gegenstand scheinbar höher liegen, als es in Wirklichkeit der Fall ist, wenn du ihn durch ein Prisma betrachtest? (Löse die Aufgabe durch eine Zeichnung.)

226 In einer bestimmten Entfernung von einer Sammellinse mit der Brennweite 20 cm befindet sich eine punktförmige Lichtquelle. In welcher Entfernung von der Linse kann das Bild entstehen?

227 Die Brennweite einer Linse beträgt 14 cm. Die Entfernung des Gegenstandes von seinem reellen Bild beträgt 56 cm. In welcher Entfernung von der Linse befindet sich der Gegenstand?

Wir wollen mit Hilfe einer Sammellinse von 30 cm Brennweite auf die Wand eines Zimmers ein möglichst großes Bild der Lampe abbilden. Wie groß muß die Entfernung zwischen Linse und Lampe sein? 228

Das Objektiv eines Projektionsapparates hat eine Brennweite von 18 cm. In welchen Grenzen kann sich der Abstand des Diapositivs vom Objektiv befinden, damit das durch den Apparat projizierte Bild vergrößert wird? 229

Ein Objektiv eines Fotoapparates hat eine Brennweite von 6 cm. Der Apparat ist mit ausziehbarem Balg versehen, durch den der Abstand zwischen Objektiv und Abbildungsfläche verändert werden kann. In welchen Grenzen muß sich die Entfernung des Objektivs zur Aufnahmeplatte befinden, wenn vorausgesetzt wird, daß die Größe des fotografischen Bildes höchstens der Größe des zu fotografierenden Gegenstandes gleichkommt? 230

Eine Lupe hat eine Brennweite von 3 cm. In welcher maximalen Entfernung vom zu betrachtenden Gegenstand kann die Lupe noch gehalten werden, um den zu betrachtenden Gegenstand zu erblicken? 231

V. Magnetismus und Elektrizität

21. Magnetismus

Können wir behaupten, daß ein Stahlstab magnetisiert ist, wenn zwischen ihm und einer Magnetnadel Anziehungskräfte wirken? 232

Können wir behaupten, daß ein Stahlstab magnetisch ist, wenn er eine Magnetnadel abstößt? 233

Wie können wir mit Hilfe einer Magnetnadel prüfen, ob ein Stahlstab magnetisiert ist oder nicht? 234

Wir haben zwei Stahlstäbe, von denen einer magnetisiert ist. Wie können wir ohne weitere Hilfsmittel feststellen, welches der Magnetstab ist? 235

22. Elektrostatik

Wie können wir das Vorzeichen einer elektrischen Ladung auf einem geladenen Elektroskop nachprüfen, wenn nur ein Hartgummistab und ein Fell zur Verfügung stehen? 236

Es stehen dir ein Glasstab, ein Tisch und zwei gegen Erde isolierte Metallkörper zur Verfügung. In welcher Weise kannst du die Körper mit verschiedenen Ladungen versehen? 237

Kann man einen Metallstab elektrisch aufladen? 238

239 Kann man ein Elektroskop elektrisch aufladen, wenn man nur ein Stückchen Fell hat?

240 Es sind drei isolierte Kugeln gegeben, von denen eine positiv aufgeladen ist, während die anderen keine elektrische Ladung tragen. Wie können wir mit Hilfe der elektrisch geladenen Kugel eine der Kugeln positiv, die andere negativ aufladen, ohne daß die Ladung der Kugel kleiner wird (Bild 9)?

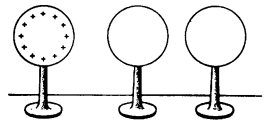


Bild 9

241 Sagen die Leute, die die Physik nicht gut beherrschen, mit Recht, daß ein Blitzableiter die Elektrizität aus der Wolke zieht?

23. Der elektrische Strom als bewegte Ladung

242 Durch eine Glühlampe fließt ein Strom von 0,4 A. Wie groß ist die elektrische Ladung, die die Glühlampe im Laufe einer halben Stunde durchfließt?

243 Das Entladen einer Leidener Flasche mit der Ladung 0,000 28 C dauert 0,7 s. Wie groß war die mittlere Stromstärke des Entladungsstromes?

244 Eine Leidener Flasche, die mit der mittleren Stromstärke von 0,001 2 A geladen wird, enthält eine Ladung von 0,000 3 C. Wie lange dauert die Aufladung?

245 Wieviel Elektronen fließen bei einer Stromstärke von 1 A innerhalb einer Sekunde durch einen beliebigen Querschnitt eines metallischen Leiters, wenn wir wissen, daß ein Elektron eine Ladung von $\frac{16}{10^{20}}$ Coulomb besitzt?

24. Die chemische Wirkung des elektrischen Strom

246 Während der Elektrolyse des Wassers sondern sich 20 ml Wasserstoff innerhalb 3 min ab. Wieviel Milliliter Wasserstoff sondern sich in der Zeit einer Viertelstunde ab, wenn der gleiche Strom fließt?

247 Bei einer Elektrolyse mit Nickelsalz sondern sich im Laufe von 3 min 25 g Nickel an der Katode ab. Wie lange muß man den Strom von gleicher Stärke fließen lassen, damit sich 1 kg reines Nickel absondert?

248 Bei welcher Stromstärke werden im Laufe von 8 min 402,5 mg Silber ausgeschieden? Bei 1 A werden in 1 min 67,08 mg Silber ausgeschieden.

249 Der elektrische Strom scheidet im Laufe von 3 min 120,5 mg Silber aus. Prüfe, ob die Angabe des Strommessers mit 0,5 A richtig ist bzw. wie groß der Anzeigefehler ist!

Ein Strom von 0,4 A Stärke sonderte im Verlaufe einer bestimmten Zeit 18 ml Sauerstoff ab. Wieviel Milliliter Sauerstoff würde ein Strom von 1 A Stärke in der gleichen Zeit absondern? 250

Im Verlaufe einer bestimmten Zeit sondert ein Strom von 0,7 A 69,3 mg Kupfer ab. Welche Stromstärke ist nötig, wenn in der gleichen Zeit 207,9 g Kupfer abgeschieden werden sollen? 251

Wir wollen das Abzeichen unserer Pionierorganisation mit Hilfe der Elektrolyse vergolden. Dazu schicken wir einen Strom von 0,2 A Stärke 35 min lang durch einen kaliumhaltigen Goldelektrolyten. Wieviel Milligramm Gold lagern sich am Abzeichen an, wenn das elektrochemische Äquivalent 0,681 $\frac{mg}{A \cdot s}$ beträgt? 252

Wenn ein Strom von 0,6 A 35 min durch ein Kupfer-Coulometer fließt, scheidet er auf der Katode 415 mg Kupfer ab. Wie groß ist das elektrochemische Äquivalent von Kupfer? 253

Welche Stromstärke ist erforderlich, wenn innerhalb einer Stunde 1 g Silber von dem im Elektrolyten gebundenen Silber abgeschieden werden soll? (Elektrochemisches Äquivalent von Silber : 1,118 $\frac{mg}{t \cdot s}$.) 254

Wir wollen mit Hilfe der Elektrolyse 1 l Wasserstoff erhalten. Wie lange müssen wir einen Strom mit der Stärke von 0,5 A hindurchschicken? (Bei einer Stromstärke von 1 A werden im Laufe von 1 min 6,96 ml Wasserstoff abgeschieden.) 255

Wir wollen einen Löffel, dessen Oberfläche rund 40 cm^2 beträgt, auf dem Wege der Elektrolyse vernickeln. Wie lange müssen wir einen Strom von 0,2 A Stärke durch das Bad hindurchleiten, damit der Löffel mit einer 0,01 mm dicken Schicht überzogen wird? (Die Masse des Nickels beträgt 8,8 g; das elektrochemische Äquivalent beträgt 0,203 $\frac{mg}{A \cdot s}$.) 256

25. Der elektrische Widerstand

Wir verbinden die Pole eines Akkumulators mit einem Stahldraht von 2 m Länge und messen eine Stromstärke von 1,2 A. Wie groß wird die Stromstärke sein, wenn wir die Pole dieses Akkumulators mit einem 8 m langen Stahldraht von gleichem Durchmesser verbinden? 257

Durch einen 12 m langen Kupferdraht fließt ein Strom von 0,3 A. Wie muß man die Länge dieses Drahtes ändern, damit die Stromstärke 0,9 A beträgt? 258

Ein 150 m langer Kupferdraht von bestimmtem Querschnitt besitzt einen Widerstand von 2,5 Ω. Welchen Widerstand besitzt dieser Draht bei 1,2 km Länge? 259

Ein 100 m langer Stahldraht von bestimmtem Querschnitt besitzt einen Widerstand von 24 Ω. Wieviel Meter des gleichen Drahtes besitzen einen Widerstand von 144 Ω? 260

261 Der Widerstand eines Drahtes mit einem Querschnitt von 1,2 mm^2 beträgt 7 Ω. Welchen Widerstand hat ein Draht gleicher Länge und aus dem gleichen Material, wenn der Querschnitt 0,4 mm^2 beträgt?

262 Ein Draht mit einer bestimmten Länge und dem Querschnitt 0,3 mm^2 besitzt einen Widerstand von 15 Ω. Wie groß muß der Querschnitt des Drahtes sein, damit sein Widerstand 3 Ω beträgt?

263 Ein Draht von 0,8 mm Durchmesser hat einen Widerstand von 6 Ω. Wie groß müßte der Durchmesser solch eines Drahtes sein, damit er einen Widerstand von 24 Ω besitzt?

264 Welchen Widerstand hat ein 1 km langer Kupferdraht mit 1 mm Durchmesser? (Der spezifische Widerstand von Kupfer beträgt $0{,}0172\,\frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$.)

265 Ein 10 m langer Draht mit einem Durchmesser von 2 mm hat einen Widerstand von 0,19 Ω. Wie groß ist der Widerstand von 1 m des gleichen Drahtes mit einem Querschnitt von 1 mm^2?

266 Ein Telefondraht aus Stahl mit dem Durchmesser 2,4 mm hat einen Widerstand von 400 Ω. Wie lang ist der Draht? (Der Draht hat einen spezifischen Widerstand von $0{,}12\,\frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$.)

267 Ein Kopfhörer hat einen Widerstand von 2000 Ω. Der Kupferdraht auf den Elektromagneten der Muscheln hat einen Durchmesser von 0,03 mm. Wie lang ist der Draht? (Der spezifische Widerstand für Kupfer beträgt rund $0{,}017\,\frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$.)

268 Die Drahtwendel in einer 220 V/40 W-Glühlampe besteht aus Wolfram. Die Länge der Wendel beträgt 10 cm. Wie groß ist der Durchmesser dieses Drahtes? (Der spezifische Widerstand von Wolfram wird mit $0{,}053\,\frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$ angenommen.)

26. Die Wärmewirkung des elektrischen Stromes

269 Eine stromdurchflossene Heizwendel liefert in 1,5 min eine Wärmemenge von 30 cal. Wieviel Kalorien Wärme liefert diese Wendel, wenn sie 8 min lang vom Strom durchflossen wird?

270 Ein elektrischer Strom fließt 3 min lang durch eine Wendel und entwickelt in dieser Zeit eine Wärmemenge von 50 cal. Wie lange muß ein Strom fließen, damit die vom Beginn bis zum Ende des Versuches entwickelte Wärmemenge 375 cal beträgt?

271 Ein Strom von 0,4 A Stärke entwickelt in einer bestimmten Zeit eine Wärmemenge von 115 cal. Welche Wärmemenge entwickelt ein Strom von 1 A in der gleichen Zeit in dem gleichen Stromkreis?

Ein elektrischer Strom von 1,2 A Stärke entwickelt in einem Stromkreis eine Wärmemenge von 200 cal. Welche Stromstärke ist erforderlich, wenn im gleichen Stromkreis eine Wärmeenergie von 350 cal entwickelt werden soll? 272

Ein aus einem Akkumulator entnommener Strom liefert in einer bestimmten Zeit eine Wärmemenge von 230 cal. Wieviel Kalorien Wärme erhalten wir, wenn wir noch zwei gleiche Akkumulatoren in Reihe schalten, die die gleiche Spannung besitzen und die gleiche Zeit wirksam sind? 273

Durch die Stromentnahme aus einer Spannungsquelle erhalten wir in einem Stromkreis eine Wärmemenge von 125 cal. Um welches Vielfache müssen wir die Spannung der Stromquelle vergrößern, damit wir in der gleichen Zeit durch diese Spannung eine Stromstärke erhalten, die eine Wärmemenge von 500 cal liefert? 274

Ein Strom von 0,6 A Stärke entwickelt innerhalb von 8 min eine Wärmemenge von 300 cal. Welche Wärmemenge liefert ein Strom von 1,2 A Stärke im gleichen Stromkreis innerhalb von 24 min? 275

Der aus einem Akkumulator entnommene Strom entwickelt bei einer Stärke von 0,8 A in 10 min eine Wärmemenge von 480 cal. Welche Wärmemenge erhalten wir, wenn mit diesem Akkumulator zwei weitere in Reihe geschaltet werden und der auf 1,2 A eingestellte Strom $^1/_2$ Stunde lang fließt? 276

Ein Arbeiter vollbringt eine Arbeit von 1000 kpm. Drücke diese Arbeit in Joule aus! 277

Wieviel Kilopondmeter entsprechen einer elektrischen Arbeit von 1000 J? 278

Ein elektrischer Strom verrichtet eine Arbeit von 250 Ws: Welcher mechanischen Arbeit entspricht das? 279

Ein elektrischer Strom verrichtet eine Arbeit von 24 kWh. Wieviel Joule und wieviel Kilopondmeter sind das? 280

Ein Elektromotor verrichtet 10000 kpm Arbeit. Wieviel Kilowattstunden sind das? 281

Wie groß ist die Leistungsaufnahme eines Elektromotors in Watt, der im Laufe von einer Minute eine Arbeit von 90000 J verrichtet? 282

Wir nehmen an, daß die durchschnittliche Leistung eines Menschen 7 $\frac{\text{kpm}}{\text{s}}$ beträgt. Berechne, wieviel Watt das sind! 283

Ein Kraftwagenmotor hat eine durchschnittliche Leistung von 50 PS. Gib seine Leistung in Kilowatt an! 284

Verschiedene Maschinen haben folgende Leistungen: 1. 120 kW; 2. 50 kW; 3. 24 kW; 4. 10 kW; 5. 6 kW; 6. 1 kW. Welcher Leistung, in Pferdestärke ausgedrückt, entspricht jede dieser Antriebsleistungen? 285

Ein elektrischer Strom durchfließt eine Heizwendel und erzeugt dabei eine Wärmemenge von 185 cal. Welche Arbeit verrichtet der Strom? 286

287 Zum Erwärmen von 1 l Wasser benötigen wir eine Wärmemenge von 85 cal. Wieviel Arbeit muß ein elektrischer Strom verrichten, wenn wir zum Erwärmen einen elektrischen Kocher benutzen?

288 Welche Wärme entwickelt eine Glühlampe von 40 W innerhalb einer Stunde?

289 Ein elektrisches Bügeleisen nimmt eine Leistung von 400 W auf. Welche Wärmemenge liefert es innerhalb einer Minute?

290 Welche Leistung kann einer elektrischen Spannungsquelle entnommen werden, wenn sie bei einer Spannung von 110 V einen Strom von 130 A Stärke liefert?

291 Eine für eine Spannung von 220 V genormte Glühlampe nimmt eine Leistung von 25 W auf. Welcher Strom fließt durch die Glühlampe?

292 Welche Spannung liegt an einer Glühlampe von 40 W, wenn das Amperemeter einen Strom von 0,33 A anzeigt?

293 Welche Arbeit verrichtet ein Elektromotor innerhalb von 15 min, wenn bei einer Spannung von 220 V ein Strom von 0,5 A fließt?

294 Welche Wärmemenge gibt ein elektrischer Kocher für 220 V im Laufe von 5 min ab, wenn ein Strom von 2,4 A fließt?

295 Ein Tauchsieder hat eine Leistungsaufnahme von 300 W. Wie lange dauert das Erwärmen von $^1/_4$ l Wasser von 15 °C bis zum Sieden? (Wärmeverluste werden nicht berücksichtigt.)

296 Ein elektrisches Bügeleisen nimmt eine Leistung von 400 W auf. Was müssen wir bezahlen, wenn wir mit ihm 8 Std. lang bügeln und 1 kWh 0,08 DM kostet?

297 In einem Zimmer sind drei Glühlampen mit den Leistungen 100 W, 60 W und 40 W eingeschaltet. Was kostet die Stromentnahme, wenn die Lampen von 16.00 bis 22.00 Uhr eingeschaltet sind? (Der Preis für 1 kWh beträgt 0,08 DM.)

27. Das Ohmsche Gesetz

298 Ein Akkumulator gibt eine Stromstärke von 0,4 A ab. Wieviele Akkumulatoren müssen noch in Reihe geschaltet werden, um eine Stromstärke von 2 A zu erhalten?

299 In einem bestimmten Abschnitt eines Stromkreises fließt ein Strom von 0,7 A Stärke. Der Abgriff an den Enden des Abschnittes zeigt eine Spannung von 4 V an. Welche Spannung werden wir abgreifen, wenn sich die Stromstärke des fließenden Stromes auf 2,1 A erhöht?

300 Die Spannung an den Enden eines Drahtes, durch den ein Strom von 0,4 A fließt, beträgt 3 V. Wie groß ist der Widerstand des Drahtes?

Ein elektrisches Bügeleisen zum Anschluß an eine Spannungsquelle von 220 V hat einen Widerstand von 120 Ω. Wie groß ist die Stärke des Stromes, der durch das Bügeleisen fließt? 301

Eine Glühlampe zum Anschluß an eine Spannungsquelle von 220 V hat eine Leistungsaufnahme von 25 W. Wie groß ist ihr elektrischer Widerstand? 302

Durch ein elektrisches Bügeleisen, dessen Widerstand 120 Ω beträgt, fließt ein Strom von 1,8 A Stärke. Welche Wärmemenge entwickelt das Bügeleisen in 10 min? 303

Durch einen elektrischen Heizkörper, dessen Widerstand 160 Ω beträgt, fließt ein Strom von 1,4 A Stärke. Wie lange dauert es, um 1 l Wasser mit der Anfangstemperatur von 15 °C zum Sieden zu bringen? 304

Eine elektrische Glühlampe, durch die ein Strom von 0,18 A fließt, liefert innerhalb von 2 Std. eine Wärmemenge von 67 kcal. Welchen Widerstand hat diese Lampe? 305

Ein elektrischer Tauchsieder bringt in einem Gefäß $^1/_4$ l Wasser von 15 °C innerhalb von 5 min zum Sieden, wenn durch ihn ein Strom von 4,4 A fließt. Wie groß ist der Widerstand des Tauchsieders? 306

Zur Beleuchtung eines Weihnachtsbaumes sind auf diesem 16 in Reihe geschaltete Glühlampen angebracht, von denen jede einen Widerstand von 15 Ω hat. Wie groß ist der Gesamtwiderstand aller Glühlampen? 307

In einem elektrischen Stromkreis sind in Reihe geshaltet: ein Amperemeter mit einem Widerstand von 0,5 Ω, ein Widerstand von 6 Ω und eine kleine Glühlampe mit einem Widerstand von 16 Ω. Die anderen Widerstände (Leitungsschnüre), die sehr klein sind, vernachlässigen wir. Wie groß ist der Gesamtwiderstand im Stromkreis? 308

In einem elektrischen Stromkreis sind ein Wärmegerät und eine Glühlampe mit einem Widerstand von 1600 Ω in Reihe geschaltet. Der gesamte Widerstand beträgt 2000 Ω. Wie groß ist der Widerstand des Gerätes? 309

Eine Batterie setzt sich aus vier in Reihe geschalteten Elementen zusammen, von denen jedes einen Widerstand von 1,5 Ω hat. In dem Stromkreis sind ein Gerät mit einem Widerstand von 6,5 Ω und eine elektrische Klingel mit einem Widerstand von 5 Ω in Reihe geschaltet. Der Widerstand der eingeschalteten Leitungen beträgt 4 Ω. Wie groß ist der Widerstand des gesamten Stromkreises? 310

In einem Stromkreis sind fünf Glühlampen, von denen jede einen Widerstand von 1600 Ω besitzt, parallel geschaltet. Wie groß ist der Gesamtwiderstand? 311

In einem elektrischen Stromkreis sind einige Glühlampen parallel geschaltet; jede hat einen Widerstand von 1800 Ω. Der Gesamtwiderstand beträgt 150 Ω. Wieviel Glühlampen sind es? 312

313 An einem Stromkreis mit drei parallel geschalteten Glühlampen von 40 W liegt eine Spannung von 220 V. Welchen Gesamtwiderstand setzen sie dem Strom entgegen?

28. Transformatoren

314 Der Netztrafo eines Rundfunkempfängers wandelt die Spannung von 220 V in eine Spannung von 4 V um. Wieviele Windungen befinden sich auf der Primärspule, wenn in ihr auf 20 Windungen 4 V entfallen?

315 Ein Klingeltransformator hat 1500 Windungen auf der Primärspule, die an das Netz von 220 V angeschlossen ist. Wieviele Windungen hat der Transformator auf der Sekundärspule, wenn die Sekundärspannung 8 V beträgt?

316 In der UdSSR erzeugt jeder der neun Generatoren des Dnepr-Kraftwerkes eine Spannung von 13800 V. Zur Übertragung des Stromes ist es zweckmäßig, die Spannung auf 165000 V umzuwandeln. Wie groß ist die Übersetzung der umformenden Transformatoren?

Lösungen zum Teil 1

1. 310,8 cm^2
2. 58,8 cm^2
4. 8,424 cm^3
5. 115,3 cm^3
8. rund 0,7 cm^3
9. 15 und 20 kp
10. 5 und 6 cm
11. 20 kp
12. 70 kp
13. 5 kp
14. 4,8 cm
15. 140 p
16. 2,8 $\frac{g}{cm^3}$
17. 5 cm
18. 114 g
19. 0,2 $\frac{kp}{cm^2}$
20. 0,385 $\frac{kp}{cm^2}$
21. 0,0175 $\frac{kp}{cm^2}$
22. 5 $\frac{p}{cm^2}$
23. 28 $\frac{p}{cm^3}$
24. 999 $\frac{kp}{cm^2}$
25. 976 m
26. 20 $\frac{p}{cm^2}$
27. 73,5 cm
28. 1,26 $\frac{g}{cm^3}$
29. 10 $\frac{p}{cm^2}$
30. 24 und 80 p
31. 2,5 cm^2; 15 cm^2
32. 5. Stock
33. 3 kp
34. 320 kp
35. 0,3 kp
36. 515000 kp
37. 10 m
38. 9,98 kp
39. 0,16 kp
40. 700 kp
41. 6 cm^2
42. $^1/_4$ m^2
43. 102 p
44. 10 p
45. 4 p
46. 5 cm^3
47. 15 cm^3
48. 15 cm^3
49. 7,8 $\frac{g}{cm^3}$
50. 2,7 $\frac{g}{cm^3}$
51. 0,7 $\frac{g}{cm^3}$
52. 0,24 $\frac{g}{cm^3}$
53. 0,8 $\frac{g}{cm^3}$
55. 0,8 $\frac{g}{cm^3}$
56. 500 m^3; 2500 m^3
57. 18,4 cm
58. 9,4 cm
59. 22 p
60. 10 und 6,4 cm

61. 0,9165 $\frac{g}{cm^3}$
62. 76 kp
63. 10850 kp
64. 36 und 350 kp
65. 1240 kp
66. 1006 $\frac{p}{cm^2}$
67. 68 $\frac{p}{cm^2}$
68. 735,8 mm
69. 10,12 m
70. 14,4mal; 7,2mal
71. 773,51 l
72. 1,293 g
73. 93,1 kp
74. 10,5 m
75. 738 mm
76. 60,073 kp
77. 999,84 und 999,75 p
78. 1496 kp
79. 6500 kp
80. 50 p
81. 300 p auf dem Hebelarm von 10 cm; 200 p auf dem Hebelarm von 15 cm
82. 50 kp
83. $11^1/_4$ kp
84. In der Entfernung von 25 cm von der Last
85. 123,77 p
86. 56,71 cm^3
87. 3,7 kp
88. 8,19 $\frac{g}{cm^3}$
89. 200 kg
90. 150 cm^3
91. 7,1 $\frac{g}{cm^3}$ (Zink)
92. 32 g
93. 2 cm^3
94. 240 kg
95. 975 kg
96. 10,9 kg
97. 3900 kp
98. Ohne Beimischung ($0{,}79\ \frac{g}{cm^3}$)
99. 1,03 kg
100. 25,75 kg
101. 2,5 l
102. 29,4 m^3
103. 400 p
104. 480 kp
105. 2 m
106. 15 kp
107. 800 und 100 p
108. 10 cm
109. 240 p
110. 160 mm
111. 3 kp
112. 40 kp
113. 140 kp
115. 3 Arbeiter; 50 kp
116. 12,5 kp
117. 84 kp
118. 30 kp
119. 10 kp
120. 48 p
121. 140 kp
122. 1,2 m
123. 3,75 m
124. 150000 kpm
125. 57,5 kpm
126. 576 kpm
127. 57 kp
128. 2076 kpm
129. 28 kp
130. 30 cm
131. 125 kp
132. $11^1/_4$ cm
133. 13 m
134. 200 kp
135. 218,75 kpm
136. 247,5 kpm
137. Rund 24200 kpm
138. 1,25 m; 50 kp
139. 7 $\frac{km}{s}$
140. 0,57 $\frac{kpm}{s}$
141. 6 PS
142. 500 PS
143. 5 h
144. 4860000 kpm
145. Rund 987000 PS
146. 66,7 PS
147. 10 PS
148. 22950000 kpm
149. 1 min
150. 1400 kpm
151. 1,2 m
152. 2000 kp
153. 3 kp
155. Der zweite 1,8 mal
156. Der erste $1^1/_4$mal
157. 0,41 mm
158. 1,6 mm
159. 0,000013 cm
160. 54 °C
161. 249,86 m; 250,07 m
162. 375 grd
163. 8,52 mm; 0,06 mm
164. 21,35 g
165. 8,12 $\frac{g}{cm^3}$
166. 243 cm^3
167. 10,5 cm^3
168. 13,6 $\frac{g}{cm^3}$
169. 0,0005 $cm^3\ grd^{-1}$
170. 82 °C
171. $23^1/_3$ min
172. 500 g
173. $18^3/_4$ min
174. 62,5 °C
175. 11 °C
176. $23^1/_3$ °C
177. 735 g
178. 35 kcal
179. 0,214 g $\frac{cal}{grd}$
180. 864 °C
181. 2,6 kg
182. 0,54 g $\frac{cal}{grd}$
183. 920 cal
184. 80 $\frac{cal}{g}$
185. 9,3 g
186. 250 g Eis schmelzen; die Endtemperatur beträgt 0 °C
187. 15,6 kcal
188. 7,19 kcal

189. $539\,\frac{\text{cal}}{\text{g}}$
190. 114 g
191. 286 cal
192. 112 cal
193. 42,7 m
194. 0,34 °C
195. 2818 kpm
196. 21,7 kg Torf; 14,4 kg Holz
197. 31 min
198. rund 0,09 DM
199. 640500 kpm
200. 8,4 kg
201. 2530000 kcal
202. 9,4 l
203. 5 Hz
204. 4 Hz; $^1/_4$ s
205. 0,15 s
206. rund 0,0023 s
207. rund 2,9 s
208. 408 m
209. 2720 m
210. 8 cm
211. 9,6 cm
212. 12 m
213. 6 cm
214. rund 20×29 cm
215. 375000 km
216. 8 min 20 s
217. 48 grd
218. um 30 grd
219. 35 cm
220. 3 m
224. 58 grd
226. mehr als 20 cm
227. 28 cm
228. größer als 30 cm
229. von 18 cm bis 36 cm
230. von 6 cm bis 12 cm
231. kleiner als 3 cm
242. 720 C
243. 0,0004 A
244. 0,25 s
245. $625 \cdot 10^{17}$
246. 100 cm^3
247. 2 h
248. 0,75 A
249. rund 0,1 A
250. 45 cm^3
251. 2,1 A
252. 286 mg
253. $0{,}329\,\frac{\text{mg}}{\text{s}}$
254. 0,25 A
255. 4 h 47 min
256. 2,4 h
257. 0,3 A
258. auf 4 m kürzen
259. 20 Ω
260. 600 m
261. 21 Ω
262. 1,5 mm^2
263. 0,4 mm
264. 22 Ω
265. 0,06 Ω
266. 15 km
267. 83 m
268. ≈ 0,0021 mm
269. 160 cal
270. 19,5 min
271. 287,5 cal
272. 2,1 A
273. 690 cal
274. 4mal
275. 1800 cal
276. 6480 cal
277. 9810 J
278. 102 kpm
279. 25,5 kpm
280. 86400000 J; 8810000 kpm
281. 0,027 kWh
282. 1500 W
283. 68,7 W
284. 36,8 kW
285. 163 PS; 68 PS; 32,6 PS; 13,6 PS; 8,15 PS; 1,36 PS
286. 770 J
287. 350000 J
288. 35 kcal
289. 5700 cal
290. 14,3 kW
291. 0,11 A
292. 120 V
293. 99000 J
294. 38 kcal
295. rund 5 min
296. 0,26 DM
297. 0,10 DM
298. 4 Akkumulatoren
299. 12 V
300. 7,5 Ω
301. 1,8 A
302. rund 2000 Ω
303. 56 kcal
304. 19 min
305. 1200 Ω
306. 15 Ω
307. 240 Ω
308. 22,5 Ω
309. 400 Ω
310. 21,5 Ω
311. 320 Ω
312. 12 Glühlampen
313. 403 Ω
314. 1100 Windungen
315. 55 Windungen
316. 12

TEIL 2

I. Mechanik

1. Gleichförmige Bewegung

Das Rohr *A* (Bild 1) ist mit Glyzerin gefüllt. Darin bewegt sich die Kugel *B*. Bei senkrechter Stellung des Rohres ergeben sich die in der Tab. 1 wiedergegebenen Werte. Neigt man dagegen das Rohr, so erhält man Werte, wie sie in Tab. 2 zusammengestellt sind. 1

Tabelle 1

Fallhöhe cm	Fallzeit s
10	$^1/_2$
20	1
40	2
80	4

Tabelle 2

Fallhöhe cm	Fallzeit s
8	1
12	$1^1/_2$
24	3
36	$4^1/_2$
56	7

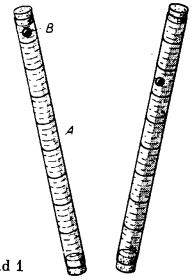


Bild 1

a) Was für eine Bewegung führt die Kugel bei senkrechter Stellung des Rohres, in geneigter Stellung des Rohres aus?
b) Welche Abhängigkeit besteht in beiden Fällen zwischen der Länge des zurückgelegten Weges und der zu diesem Weg gehörenden Zeit?
c) Worin unterscheidet sich die erste Bewegung von der zweiten?

Welche Abhängigkeit besteht zwischen den Wegen, die von der Kugel bei der ersten und bei der zweiten Bewegung in gleichen Zeitintervallen zurückgelegt worden sind, und den Geschwindigkeiten dieser Bewegungen? (Aufgabe 1.) 2

Die mittlere Bahngeschwindigkeit der Erde um die Sonne beträgt 30 km · s^{-1}. Welche Strecke legt die Erde bei dieser Bewegung an einem Tag zurück? 3

Ein Fußgänger macht je Minute 100 Schritte, wobei die Länge eines Schrittes mit 80 cm angenommen wird. Bestimmen Sie die Geschwindigkeit des Fußgängers in km · h^{-1}! 4

Welche Geschwindigkeit in km · h^{-1} muß ein Düsenflugzeug entwickeln, damit es die Geschwindigkeit des Schalles in Luft (340 m · s^{-1}) erreicht? 5

6 Die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Rundfunkwellen beträgt 300000 km · s^{-1}. Wer hört den vor dem Mikrophon in Moskau sprechenden Redner früher:
a) die Zuhörer, die 50 m von ihm entfernt in einem Saal sitzen oder
b) die Rundfunkhörer am Empfänger in Leningrad in einer Entfernung von 650 km?
(Die Schallgeschwindigkeit in Luft wird mit 340 m · s^{-1} angenommen.) Berechnen Sie die Zeitdifferenz!

7 Längs einer Zündschnur breitet sich die Flamme mit einer Geschwindigkeit von 0,8 cm · s^{-1} aus. Wie lang muß man die Zündschnur mindestens wählen, damit derjenige, der sie entzündet, noch in eine 120 m entfernte Deckung gelangt, ehe die Flamme den Sprengstoff erreicht? Die Laufgeschwindigkeit soll 4 m · s^{-1} betragen.

8 Mit welcher Geschwindigkeit muß das Erdöl in einer Rohrleitung von 100 cm^2 Querschnitt fließen, damit im Laufe einer Stunde 18 m^3 davon hindurchfließen?

9 Ein Wasserstrom, der ein Mühlrad antreibt, fließt durch einen Kanal von 1,5 m Breite bei 0,6 m Tiefe. Die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers beträgt 0,5 m · s^{-1}. Welche Wassermenge fließt in einer Sekunde durch den Kanal?

10 Welches Fahrzeug bewegt sich schneller:
a) ein Schiff mit einer Geschwindigkeit von 20 Knoten[1]?,
b) ein Güterzug mit einer Geschwindigkeit von 36 km · h^{-1}?

11 Die Geschwindigkeit eines gleichförmig bewegten Körpers ist 2mal so groß wie die eines anderen. Worin unterscheiden sich die Weg–Zeit-Diagramme und die Geschwindigkeit–Zeit-Diagramme?

12 Was für eine Bewegung ist im Diagramm des Bildes 2 dargestellt worden? Was sagt der horizontale Teil der Kurve aus? Welchen Weg legte der Körper nach 4 s, 5 s, 10 s zurück?

Bild 2

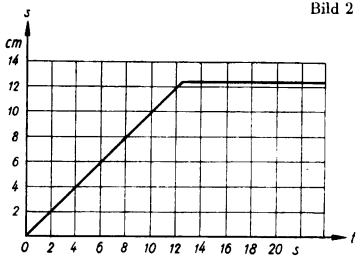
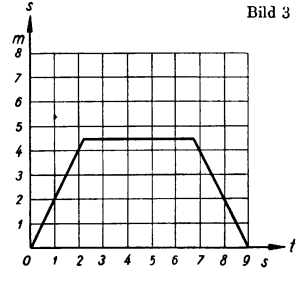


Bild 3



[1] 1 Knoten ist die Geschwindigkeit, bei der das Schiff eine Seemeile je Stunde zurücklegt. Eine Seemeile sind ungefähr 1852 m (die zu einer Winkelminute gehörende Länge des Erdmeridianbogens).

Das Bild 3 ist das Weg–Zeit-Diagramm eines gleichförmig bewegten Körpers. Was charakterisiert den ersten, den zweiten und den dritten Teil der Kurve? Welchen Weg legte der Körper in den ersten zwei Sekunden zurück, welchen in den folgenden zwei Sekunden? Wieviel Sekunden lang befand er sich in Bewegung? 13

In das gleiche Achsenkreuz sind die Weg–Zeit-Diagramme für zwei Körper zu zeichnen, die sich gleichförmig mit 5 cm · s^{-1} und 10 cm · s^{-1} bewegen. Die Bewegung des einen Körpers begann 2 s früher als die des anderen von einem Punkte aus, der sich 20 cm vom Koordinatenursprung entfernt befindet. Bestimmen Sie aus den Diagrammen, in welchem Abstand sich die Körper in dem Augenblick voneinander befanden, als der zweite seine Bewegung begann! Nach welcher Zeit und in welcher Entfernung vom Anfangspunkt holte der zweite Körper den ersten ein? (Auf der senkrechten Achse entspricht ein Teilstrich einer Strecke von 5 cm, auf der horizontalen ein Teilstrich einer Zeit von 1 s.) 14

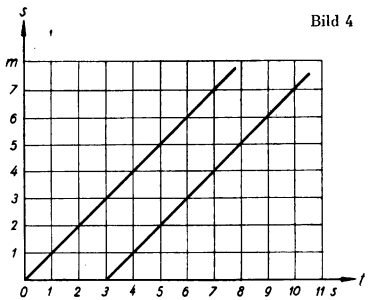


Bild 4

Was für Bewegungen stellen die Kurven im Bild 4 dar? Welche Geschwindigkeiten haben die Körper? In welchem Abstand befanden sie sich voneinander, als die Bewegung des zweiten Körpers begann? Um welche Zeit später verließ der zweite Körper den Nullpunkt? Kann der zweite Körper den ersten einholen? 15

Die Entfernung zwischen den Punkten A und B beträgt 180 km. Von beiden Punkten A und B fahren gleichzeitig zwei Kraftfahrzeuge, einander entgegen, ab. Das erste hat eine Geschwindigkeit von 40 km · h^{-1}, das zweite hat eine Geschwindigkeit von 20 km · h^{-1}. 16

a) Zeichnen Sie das Diagramm dieser Bewegungen und bestimmen Sie daraus die Zeit, nach der sich die Kraftfahrzeuge treffen!

b) In welcher Entfernung vom Punkt A erfolgt das Zusammentreffen?

2. Gleichmäßig beschleunigte Bewegung

Ein Eisenbahnzug erreicht 2 min nach der Anfahrt eine Geschwindigkeit von 43,2 km · h^{-1}. Bestimmen Sie seine Beschleunigung in m · s^{-2}! 17

Welche Geschwindigkeit erreicht ein Körper nach 20 s, wenn er mit 720 m · min^{-2} beschleunigt wird? 18

19 Ein gleichmäßig beschleunigter Körper vergrößert seine Geschwindigkeit im Verlauf von 6 s von 10 cm · s^{-1} auf 40 cm · s^{-1}. Wie groß ist die Beschleunigung des Körpers?

20 Nach wieviel Sekunden erreicht ein Auto aus dem Stand heraus eine Geschwindigkeit von 36 km · h^{-1}, wenn die Beschleunigung 0,2 m · s^{-2} beträgt?

21 Ein Wagen rollt 1 min lang auf abschüssiger Straße mit einer Beschleunigung von 15 cm · s^{-2}. Welchen Weg hat er in dieser Zeit zurückgelegt und wie groß ist seine Endgeschwindigkeit?

22 Ein Körper, der aus dem Zustand der Ruhe heraus gleichmäßig beschleunigt wurde, durchlief 180 m in 15 s. Wie weit war er nach 5 s vom Ausgangspunkt entfernt?

23 An einem Faden, der über einer festen Rolle liegt, sind beiderseits zwei gleichgroße Gewichtsstücke gehängt. Legt man auf das eine ein Übergewichtsstück, so beginnen sich die Gewichtsstücke gleichmäßig beschleunigt zu bewegen. Nach 3 s durchlaufen sie je 45 cm. Berechnen Sie die Beschleunigung dieser Bewegung und die Geschwindigkeit am Ende des Weges!

24 Ein Wagen mit einer Tropfvorrichtung läuft auf einer schiefen Ebene ab (Bild 5). Dabei ergeben sich als Abstände zwischen den Tropfen 4 cm, 12 cm, 20 cm, 28 cm, 36 cm. Der Tropfer gibt 20 Tropfen in 10 s.

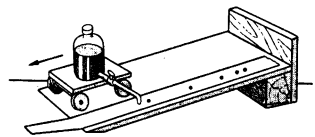


Bild 5

a) Welche Beschleunigung in cm · s^{-2} hatte der Wagen?
b) Stimmen die vom Wagen in $^1/_2$ s, in 1 s usw. zurückgelegten Wege mit dem Weg–Zeit-Gesetz der gleichmäßig beschleunigten Bewegung überein?
c) Mit welcher mittleren Geschwindigkeit durchlief der Wagen den ganzen oben angezeigten Weg?

25 Ein Flugzeug rollt 790 m weit über die Betonpiste und besitzt beim Abheben von der Erde eine Geschwindigkeit von 240 km · h^{-1}. Wie lange dauerte der Anlauf und mit welcher Beschleunigung bewegte sich dabei das Flugzeug? Die Bewegung wird als gleichmäßig beschleunigt angesehen.

26 Ein Körper bewegt sich gleichmäßig beschleunigt. Er hat am Ende der 1. Sekunde nach dem Bewegungsbeginn eine Geschwindigkeit von 1 m · s^{-1}.
a) Welchen Weg durchlief er in 2 s, in 3 s?
b) Welche Geschwindigkeit hat der Körper am Ende der 5. Sekunde und welche Durchschnittsgeschwindigkeit während der 5 s?
c) Zeichnen Sie das Geschwindigkeit–Zeit-Diagramm und das Weg–Zeit-Diagramm!

Eine Kugel rollt zuerst in einer geneigten und anschließend in einer waagerechten Rinne (Bild 6.). Auf der geneigten Fallrinne von 200 cm Länge rollt die Kugel 5 s. 27

a) An welchen Stellen der Fallrinne müssen Sie Papierfähnchen aufstellen, damit die Kugel sie nach 1 s, 2 s, 3 s, 4 s, 5 s passiert?
b) Was für eine Bewegung führt die Kugel in der waagerechten Rinne aus, wenn man die Reibung vernachlässigt?
c) Welche Wege hat die Kugel hierbei nach der 1. Sekunde und nach der 2. Sekunde zurückgelegt, wenn sie 1. die ganze Länge der geneigten Rinne, 2. nur 72 cm, vom unteren Ende gerechnet, abgerollt ist?

Bild 6

Ein Körper, der sich gleichmäßig beschleunigt bewegt, durchläuft in 5 s einen Weg von 45 m. 28

a) Welche Beschleunigung wurde dem Körper erteilt?
b) Welche Geschwindigkeit hat er am Ende der 5. Sekunde?
c) Welchen Weg legte er in der 1. Sekunde zurück?

Das Geschoß verläßt den 67,5 cm langen Lauf eines Gewehres mit einer Geschwindigkeit von 865 $m \cdot s^{-1}$. Die Bewegung des Geschosses innerhalb des Laufs wird als gleichmäßig beschleunigt angenommen. 29

a) Wie groß ist die Beschleunigung des Geschosses?
b) Welche Zeit benötigt das Geschoß, um den Lauf zu durcheilen?

Ein Zug fährt mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 10 $m \cdot s^{-1}$ gleichmäßig verzögert bergan. Welche Anfangsgeschwindigkeit besaß er, wenn seine Endgeschwindigkeit 5 $m \cdot s^{-1}$ beträgt? 30

Ein Kraftfahrzeug bewegt sich mit einer gleichmäßigen Verzögerung von 0,5 $m \cdot s^{-2}$. Es bleibt 20 s nach dem Bremsbeginn stehen. Welche Geschwindigkeit hatte das Fahrzeug, als es zu bremsen begann? Wie lang ist der Bremsweg? 31

Ein Zug mit einer Geschwindigkeit von 43,2 $km \cdot h^{-1}$ bremst. Er kommt nach 180 m zum Stehen. Welche Bremszeit benötigte der Zug und mit welcher mittleren Verzögerung bewegte er sich? 32

Ein Stein wird mit einer Geschwindigkeit von 12 $m \cdot s^{-1}$ über eine glatte Eisfläche gestoßen. 33

a) Wie lange rutscht er bis zum Stillstand, wenn die Verzögerung 0,6 $m \cdot s^{-2}$ beträgt?
b) Welche Strecke legt er bis zum Stillstand zurück?
c) Wie groß ist seine mittlere Geschwindigkeit?

34 Ein Geschoß trifft mit einer Geschwindigkeit von 400 $m \cdot s^{-1}$ auf einen Erdwall und dringt 20 cm tief ein.
a) Wie lange bewegt sich das Geschoß innerhalb des Walles?
b) Wie groß ist die Verzögerung?
c) Welche Geschwindigkeit hat es in 10 cm Tiefe?

35 Ein Auto mit einer Geschwindigkeit von 30 $km \cdot h^{-1}$ bleibt durch Bremsen nach zwei Sekunden stehen. Welche Verzögerung erteilten die Bremsen dem Auto und wie lang war der Bremsweg?

36 Ein Zug, der eine Geschwindigkeit von 54 $km \cdot h^{-1}$ erreicht hat, beginnt eine gleichmäßig verzögerte Bewegung mit einer negativen Beschleunigung von 0,4 $m \cdot s^{-2}$. In welcher Zeit hat er seine Geschwindigkeit auf ein Drittel vermindert und welchen Weg brauchte er hierfür?

37 Ein Körper bewegt sich gleichförmig und legt in 5 s 25 cm zurück. Danach bewegt er sich gleichmäßig beschleunigt und legt in den folgenden 5 s 150 cm zurück. Welche Beschleunigung wurde dem Körper erteilt? Zeichnen Sie das Geschwindigkeit–Zeit-Diagramm der Bewegung dieses Körpers!

38 Ein Körper bewegt sich 5 s lang gleichförmig mit einer Geschwindigkeit von 3 $m \cdot s^{-1}$. Danach erhält er eine Beschleunigung von 20 $cm \cdot s^{-2}$.
a) Welche Geschwindigkeit hat der Körper 15 s nach dem Beginn der Bewegung?
b) Welchen Weg legt er in dieser Zeit zurück?
c) Zeichnen Sie das Geschwindigkeit–Zeit-Diagramm dieser Bewegung und ermitteln Sie daraus den vom Körper zurückgelegten Weg!

39 Ein Körper durchläuft in 6 s einen Weg von 270 cm, wobei er sich die ersten 3 s gleichmäßig beschleunigt, die letzten 3 s gleichförmig mit der Geschwindigkeit bewegt, die er am Ende der 3. Sekunde besaß. Welchen Weg legte der Körper in der 1. Sekunde zurück? Welche Geschwindigkeit besaß er während der gleichförmigen Bewegung?

***40**[1] Zwei Radfahrer fahren einander entgegen. Der eine von ihnen hat eine Geschwindigkeit von 18 $km \cdot h^{-1}$ und fährt mit einer negativen Beschleunigung von 20 $cm \cdot s^{-2}$ bergan. Der andere hat die Geschwindigkeit von 5,4 $km \cdot h^{-1}$ und fährt mit einer Beschleunigung von 0,2 $m \cdot s^{-2}$ bergab. Nach welcher Zeit treffen sie sich und welche Strecke legt jeder bis zum Treffpunkt zurück, wenn der Abstand zwischen ihnen am Anfang 130 m beträgt?

41 Zwei Stationen liegen 18 km voneinander entfernt. Diese Strecke wird von einem Zuge mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 54 $km \cdot h^{-1}$ durchfahren. Dabei benötigte er zum Anfahren 2 min und zum Bremsen 1 min. Welche Höchstgeschwindigkeit erreichte der Zug? Zeichnen Sie das Geschwindigkeit–Zeit-Diagramm der Bewegung des Zuges!

[1] Die mit einem Stern versehenen Aufgaben haben einen höheren Schwierigkeitsgrad.

Der Korb eines Fahrstuhls hebt sich im Verlauf der ersten 3 s gleichmäßig beschleunigt und erreicht eine Geschwindigkeit von 3 m · s^{-1}. Mit dieser Geschwindigkeit steigt er 6 s lang. Die letzten 3 s bewegt er sich gleichmäßig verzögert mit der anfänglichen Beschleunigung. Zeichnen Sie das Geschwindigkeit–Zeit-Diagramm des Fahrstuhls und ermitteln Sie die Steighöhe! 42

Ein Düsenflugzeug steigerte seine Geschwindigkeit in 20 s von 240 km · h^{-1} auf 800 km · h^{-1}. Mit welcher Beschleunigung flog das Flugzeug und welchen Weg legte es in dieser Zeit zurück? 43

Ein Auto fährt gleichmäßig beschleunigt mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 3 m · s^{-1} und der Beschleunigung von 0,25 m · s^{-2}. Ein anderes Auto fährt gleichzeitig gleichmäßig verzögert mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 15 m · s^{-1} und der negativen Beschleunigung von 1,25 m · s^{-2}. 44

a) Zeichnen Sie ihre Bewegungskurven und ermitteln Sie die Zeit, nach der sie die gleiche Geschwindigkeit haben!
b) Wie groß ist diese Geschwindigkeit?
c) Welchen Weg legt jedes Auto in dieser Zeit zurück?

Zwei Körper begannen sich gleichzeitig gleichmäßig beschleunigt zu bewegen, der eine mit der Anfangsgeschwindigkeit 5 m · s^{-1} und der Beschleunigung von 1,5 m · s^{-2}, der andere mit der Anfangsgeschwindigkeit 0 m · s^{-1} und mit der Beschleunigung 1,5 m · s^{-2}. Zeichnen Sie die Kurven dieser Bewegungen und stellen Sie daraus fest, nach welcher Zeit beide Körper die gleiche Geschwindigkeit haben und welchen Weg jeder Körper in dieser Zeit zurückgelegt hat! 45

Wie kann man die Bewegungen der Körper charakterisieren, deren Geschwindigkeit–Zeit-Diagramme im Bild 7. dargestellt sind? 46

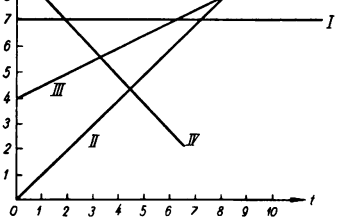


Bild 7

Zeichnen Sie das Geschwindigkeit–Zeit-Diagramm eines Körpers, der sich 10 s lang mit der konstanten Geschwindigkeit von 20 cm · s^{-1} und anschließend mit der konstanten Beschleunigung von 10 cm · s^{-2} bewegt! 47

Beweisen Sie, daß die Geschwindigkeit bei einer gleichmäßig beschleunigten – bzw. verzögerten – Bewegung in der Mitte eines beliebigen Zeitintervalls gleich dem arithmetischen Mittel der Geschwindigkeiten am Anfang und am Ende des Intervalls ist! 48

49 Die Geschwindigkeit eines Körpers, der sich mit der negativen konstanten Beschleunigung a bewegt, sinkt auf die Hälfte der Anfangsgeschwindigkeit ab. Welche Zeit ist dazu erforderlich und welchen Weg legt der Körper in dieser Zeit zurück?

3. Die Newtonschen Grundgesetze

50 Warum kann man mit Anlauf weiter springen als ohne Anlauf?

51 Warum fällt ein Fallschirmspringer, der aus einem horizontal fliegenden Flugzeug springt, nicht senkrecht nach unten?

52 Warum fällt der Staub von staubiger Kleidung durch Schütteln ab?

53 Wie ist es zu erklären, daß ein laufender Mensch, der stolpert, stets in der Richtung seiner Bewegung fällt, während ein auf dem Eis rutschender Mensch gerade entgegengesetzt zu seiner Bewegungsrichtung fällt?

54 Warum schiebt sich ein locker sitzendes Beil oder ein Hammer wieder fester auf den Stiel, wenn man das freie Ende dieses Stieles auf irgendeinen festen Gegenstand aufstößt?

55 Die Zugkraft einer Lokomotive beträgt nach Abzug aller Widerstände 8000 kp und erteilt dem Zug eine Beschleunigung von 0,1 $m \cdot s^{-2}$. Welche Beschleunigung würde der Zug haben, wenn sich die Zugkraft der Lokomotive auf 6000 kp verringern würde?

56 Auf einen Körper mit der Masse 1 g wirkt eine Kraft von 1 dyn. Welchen Weg legt der Körper in 1 s zurück? Welche Geschwindigkeit besitzt er nach 5 s?

57 Welche Kraft ist notwendig, damit ein Körper mit einer Masse von 250 g eine Beschleunigung von 0,2 $m \cdot s^{-2}$ erhält?

58 Wie groß ist die Masse eines Körpers, der durch eine Kraft von 1000 dyn eine Beschleunigung von 0,5 $m \cdot s^{-2}$ erhält?

59 Unter der Wirkung einer konstanten Kraft legt ein zuerst in Ruhe befindlicher Körper mit der Masse 300 g in 5 s einen Weg von 25 m zurück. Wie groß ist die Kraft?

60 Eine Kugel mit einer Masse von 10 g durchläuft unter der Wirkung einer konstanten Kraft in der 1. Sekunde 15 cm. Berechnen Sie die Kraft, die auf die Kugel wirkt!

61 Aus welchem Grunde müssen weittragende Geschütze lange Rohre haben?

62 Warum erschüttern die Schläge eines Dampfhammers bei schweren Ambossen den Boden weitaus weniger als bei leichteren?

Ein Fußballer schießt einen Ball mit einer Masse von 700 g ab und erteilt ihm eine Geschwindigkeit von 15 $m \cdot s^{-1}$. Berechnen Sie die Schußkraft, wenn man für die Dauer des Schusses 0,02 s annimmt! 63

Ein Geschoß mit der Masse 10 kg verläßt das Geschützrohr mit einer Geschwindigkeit von 600 $m \cdot s^{-1}$. Berechnen Sie die mittlere Druckkraft der Pulvergase, wenn das Geschoß für die Bewegung im Innern des Geschoßrohres 0,005 s braucht! 64

Auf einen Körper mit der Masse 200 g wirkt eine konstante Kraft, die ihm im Laufe von 5 s die Geschwindigkeit 1 $m \cdot s^{-1}$ erteilt. Wie groß ist die Kraft? 65

Warum ist es schwierig, von einem nahe des Ufers schwimmenden leichten Boot an Land zu springen, jedoch leicht von einem Dampfer, der sich in gleichem Abstand vom Ufer befindet? 66

Zwei Schüler ziehen an einer Federwaage in entgegengesetzter Richtung. Wie groß ist die Anzeige des Meßgeräts, wenn der erste Schüler eine Kraft von 25 kp und der zweite eine Kraft von 10 kp aufbringen kann? 67

Welche Geschwindigkeit erreicht eine Rakete ($m = 600$ g), wenn die Verbrennungsgase ($m = 15$ g) mit einer Geschwindigkeit von 800 $m \cdot s^{-1}$ ausströmen? 68

Eine Kugel verläßt den Gewehrlauf mit einer Geschwindigkeit von 865 $m \cdot s^{-1}$. Welche Geschwindigkeit besitzt das Gewehr beim Rückstoß, wenn seine Masse 470mal so groß ist wie die Masse der Kugel? Warum merkt man beim Abschuß, daß das Gewehr kräftiger gegen die Schulter drückt? 69

Ein Geschoß mit einer Masse von 20 kg trifft horizontal mit einer Geschwindigkeit von 500 $m \cdot s^{-1}$ auf einen offenen mit Sand beladenen Güterwagen. Seine Masse beträgt 10 t. Das Geschoß bleibt im Sand stecken. Mit welcher Geschwindigkeit rollt der Waggon infolge des Aufpralls, wenn man die Reibung vernachlässigt? 70

Berechnen Sie die Größe der Kraft, unter deren Wirkung ein Körper ($m = 150$ g), der sich mit einer Geschwindigkeit von 6 $m \cdot s^{-1}$ bewegt, nach 20 s zum Stehen kommt! 71

Ein Körper fällt 5 s lang. Bestimmen Sie die Fallhöhe! Welche Geschwindigkeit hat er beim Auftreffen auf die Erde? (Der Luftwiderstand wird nicht berücksichtigt.) 72

In welcher Zeit fällt ein Körper von der Zimmerdecke bis auf den Fußboden, wenn die Zimmerhöhe 4,9 m beträgt? Welche Geschwindigkeit hat der Körper beim Auftreffen auf den Fußboden? Wie groß ist die Durchschnittsgeschwindigkeit des Körpers? 73

Ein frei fallender Körper erreicht beim Aufprall auf die Erde eine Geschwindigkeit von 39,2 $m \cdot s^{-1}$. Aus welcher Höhe fiel der Körper? Wie lange fiel er? 74

75 Berechnen Sie, um wieviel der Weg, den ein frei fallender Körper in der n-ten Sekunde zurücklegt, länger ist als der in der $(n-1)$ten Sekunde zurückgelegte!

76 Ein Körper fällt aus 20 m Höhe, ein anderer aus 80 m Höhe. Um welchen Wert ist die Endgeschwindigkeit des zweiten Körpers größer als die des ersten? Um welchen Betrag ist die Fallzeit des zweiten Körpers länger als die des ersten?

77 Ein frei fallender Körper braucht für den ersten Meter seines Fallweges 0,45 s. Welche Zeit benötigt er für den ersten Zentimeter seines Fallweges?

78 Ein Körper fällt frei aus 270 m Höhe. Zerlegen Sie diese Strecke so in drei Teile, daß zum Durchfallen dieser Teilstrecken jeweils die gleiche Zeit benötigt wird!

*79 Ein Körper fällt aus einer bestimmten Höhe h und braucht für die letzten 196 m des Weges 4 s. Wie lange fiel der Körper insgesamt? Wie groß ist die Höhe h? (Der Luftwiderstand wird nicht berücksichtigt.)

80 Ein frei fallender Körper besitzt an einem gewissen Punkt eine Geschwindigkeit von 19,6 $m \cdot s^{-1}$, an einem zweiten Punkt eine Geschwindigkeit von 39,2 $m \cdot s^{-1}$. Berechnen Sie den Abstand zwischen diesen beiden Punkten und die Fallzeit für diese Strecke!

81 Zwei Körper fallen aus verschiedenen Höhen, erreichen aber im gleichen Augenblick den Erdboden. Der erste Körper fiel 1 s, der zweite 2 s. Welchen Abstand vom Erdboden hatte der zweite Körper in dem Augenblick, als der erste zu fallen begann?

*82 Zwei Körper fallen gleichzeitig von zwei Stellen aus, die in einer Vertikalen liegen. Beweisen Sie, daß sich der Abstand zwischen den beiden Körpern beim Fallen nicht ändert!

83 Der Fallschirmspringer Endokimow fiel im Jahre 1934 bei einem Sprung mit verzögerter Fallschirmöffnung mit geschlossenem Schirm 7680 m in 142 s. Berechnen Sie, um wieviel Sekunden der Luftwiderstand die Fallzeit des Fallschirmspringers vergrößert hat!

*84 Ein frei fallender Körper legt in der letzten Sekunde die Hälfte seines Weges zurück. Bestimmen Sie die Fallzeit und die Fallhöhe!

*85 Ein Stein fällt in einen Schacht. Nach 6 s ist der Aufprall des Steines auf den Boden des Schachtes zu hören. Berechnen Sie die Tiefe des Schachtes! (Die Schallgeschwindigkeit wird mit 330 $m \cdot s^{-1}$ und die Fallbeschleunigung mit 10 $m \cdot s^{-2}$ angenommen.)

86 Vom Dache fällt nach jeweils 0,1 s ein Wassertropfen. Welchen Abstand voneinander haben nach 1 s vom Beginn des Fallens des ersten Tropfens an die folgenden drei Wassertropfen?

Zwei Körper fallen aus der gleichen Höhe, aber im Abstand von t s. Nach wieviel Sekunden wird die Entfernung zwischen ihnen gleich d sein? 87*

Aus einer gewissen Höhe fällt frei ein Körper. Nach 2 s fällt aus der gleichen Höhe ein zweiter Körper. Nach wieviel Sekunden verdoppelt sich der Abstand, den die Körper hatten, als der zweite Körper zu fallen begann? 88*

Von einem Luftballon aus, der sich in 1 km Höhe befindet, wird aus einem Revolver senkrecht nach unten ein Schuß abgegeben. Die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses beträgt 200 m · s^{-1}. Nach welcher Zeit und mit welcher Geschwindigkeit erreicht das Geschoß die Erde? (Der Luftwiderstand wird nicht berücksichtigt. Die Erdbeschleunigung wird mit 10 m · s^{-2} angenommen.) 89*

Zwei Körper beginnen gleichzeitig aus verschiedenen Höhen zu fallen, erreichen aber die Erde zum gleichen Zeitpunkt. Welche Anfangsgeschwindigkeit mußte dem Körper erteilt werden, der aus der größeren Höhe fiel? 90*

Ein Körper mit einem Gewicht von 2,45 kp fällt mit einer Beschleunigung von 11 m · s^{-2} senkrecht nach unten. Wie groß ist die Kraft, die außer der Schwerkraft noch auf den Körper wirkt? 91

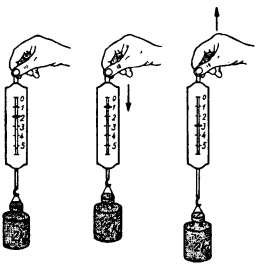


Bild 8

Mit welcher Beschleunigung muß ein an einem Faden hängendes Wägestück nach unten bewegt werden, damit auf den Faden keine Zugkraft mehr ausgeübt wird? 92

An einer Federwaage hängt ein Wägestück mit einer Masse von 2 kg (Bild 8a). Warum zeigt diese weniger als 2 kp an, wenn sie nach unten bewegt wird (Bild 8b), warum steigt aber das Gewicht im Augenblick des Anhaltens (Bild 8c)? 93

Unter der Wirkung einer konstanten Kraft von 12 kp legte ein Körper in 10 s einen Weg von 30 m zurück. Bestimmen Sie die Masse des Körpers! 94

Ein Straßenbahnwagen mit einer Masse von 16 t rollt mit einer Geschwindigkeit von 6 m · s^{-1} auf horizontaler Strecke. Wie groß muß die Bremskraft sein, damit der Wagen nach 10 m zum Stehen kommt? 95

Ein Geschoß mit einer Masse von 6,2 kg verläßt das Rohr des Geschützes mit der Geschwindigkeit 680 m · s^{-1}. Wie groß ist die mittlere Druckkraft der Pulvergase, wenn die Zeit der Bewegung des Geschosses innerhalb des Rohres mit 0,008 s angenommen wird? 96

Warum nimmt die Geschwindigkeit eines Zuges bei der Fahrt auf waagerechter Strecke nicht ständig zu, obwohl die Zugkraft der Lokomotive dauernd wirkt? 97

*98 Der Körper mit einem Gewicht von $F_1 = 2$ kp gleitet längs der waagerechten Ebene (Bild 9). Als bewegende Kraft wirkt die Last $F_2 = 0{,}5$ kp. Wie groß ist die Zugkraft an der Schnur und mit welcher Beschleunigung bewegt sich der Körper? (Die Reibung wird nicht berücksichtigt.)

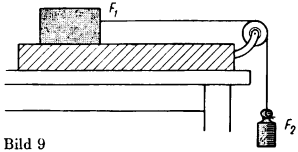


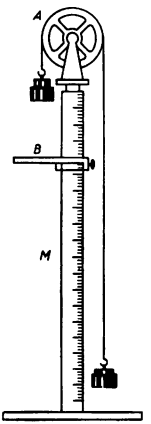
Bild 9

99 Über die Rolle A einer Atwoodschen Fallmaschine ist ein Faden gelegt, an dessen Enden Massestücke von je 95 g hängen. Darauf sind Zusatzmassestücke gelegt worden, links 7,5 g und rechts 2,5 g. In welcher Höhe der Meßplatte M muß der Stelltisch B befestigt werden, damit das linke Massestück ihn nach 2 s erreicht?

100 Das Zusatzmassestück von 2,5 g (siehe Aufgabe 99) wird von der rechten auf die linke Masse gelegt. Hat sich dadurch die zu bewegende Masse geändert? Welche Änderung erfährt die wirkende Kraft? Welchen Weg legt jetzt die linke Last in 2 s zurück?

101 An die Enden des Fadens (Bild 10) werden nun zwei Massen von je 195 g gehängt. Darauf legt man die Zusatzmassestücke wie bei Aufgabe 99 (links 7,5 g und rechts 2,5 g).
a) Wie verändert sich die zu bewegende Masse im Vergleich zur Aufgabe 99?
b) Wie groß ist in diesem Fall die wirkende Kraft?
c) Welchen Weg legt das linke Massestück in 2 s zurück?

Bild 10



102 Eine Last von 50 kp wird mit Hilfe eines Seiles in 2 s 10 m senkrecht nach oben gezogen. Bestimmen Sie die Zugkraft am Seil, wenn die Bewegung der Last gleichmäßig beschleunigt erfolgt!

103 Mit welcher Kraft wird eine Last von 100 kp auf den Boden des Förderkorbes gedrückt, wenn der Korb mit einer Beschleunigung von 24,5 m · s^{-2} senkrecht nach oben bewegt wird?

104 Bestimmen Sie die Zugkraft an den Seilen eines Fahrstuhls mit einem Gewicht von 600 kp beim Heben
a) in gleichmäßig beschleunigter,
b) in gleichförmiger und
c) in gleichmäßig verzögerter
Bewegung (siehe Aufgabe 42), wenn der Bewegungswiderstand konstant mit 40 kp angenommen wird.

*105 Auf einer waagerechten Ebene liegen vier untereinander durch einen Faden verbundene gleiche Körper. Jeder dieser Körper hat das Gewicht F (Bild 11). An

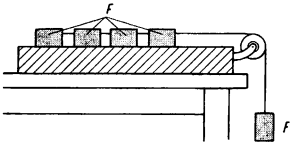


Bild 11

einem Faden, der über eine feste Rolle gelegt ist, hängt ein gleicher Körper. Mit welcher Beschleunigung bewegt sich dieses System und welche Zugkraft herrscht am Faden zwischen dem dritten und vierten Körper? (Die Reibung wird nicht berücksichtigt.)

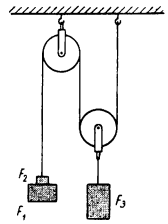


Bild 12

106 Die Lasten F_1 und F_3 (Bild 12) befinden sich im Gleichgewicht. Erhalten diese Körper beide die gleiche Beschleunigung, wenn man auf einen der beiden ein zusätzliches Gewichtsstück F_2 legt? (Die Reibung bleibt unberücksichtigt.)

107 Ein Zug mit einem Gewicht von 1000 Mp verläßt den Bahnhof. Welche Geschwindigkeit erreicht dieser Zug nach 1 km, wenn die Lokomotive eine Zugkraft von 22 000 kp entwickelt, die Bewegungswiderstände konstant sind und das 0,005fache des Zuggewichts ausmachen? In welcher Zeit wird die berechnete Geschwindigkeit erreicht?

108* Ein Bus ($G = 12{,}5$ Mp) fährt an und erreicht nach 3 s eine Geschwindigkeit von 15 km · h^{-1}. Welche Zugkraft wird dabei vom Motor des Busses entwickelt? (Die Bewegung wird als gleichmäßig beschleunigt angesehen. Der Bewegungswiderstand beträgt das 0,02fache des Fahrzeuggewichtes.)

109 Zur Bestimmung des Reibungskoeffizienten zwischen Holz und Holz benutzt man den im Bild 14 wiedergegebenen Versuchsaufbau. Auf dem Brettchen B mit einem Gewicht von 180 p steht noch ein Gewichtsstück ($G = 2$ kp). Das Brettchen B mit der Last gleitet gleichmäßig über das Brett A, wenn auf die Schale C, die selbst ein Gewicht von 120 p hat, 500 p gelegt worden sind. Wie groß ist der Reibungskoeffizient zwischen Holz und Holz?

110 Ein Pferd zieht einen Schlitten ($G = 1200$ kp) mit eisernen Kufen mit konstanter Geschwindigkeit über eine waagerechte vereiste Straße. Welche Kraft bringt das Pferd auf, wenn der Reibungskoeffizient gleich 0,02 ist?

111 Wie schwer darf höchstens die Fuhre sein, die ein Pferd über Kopfsteinpflaster ziehen soll, wenn es eine Zugkraft von 50 kp entwickelt und der Reibungskoeffizient 0,05 beträgt?

112 Eine Last mit einem Gewicht von 50 kp wird mit einer Kraft von 10 kp gegen eine senkrechte Wand gedrückt. Wie groß muß die Kraft sein, damit die Last gleichförmig senkrecht nach oben gezogen werden kann? Durch welche Kraft wird die Last in Ruhe gehalten? Der Reibungskoeffizient beträgt 0,3.

113 Der Klotz P ($G = 5$ kp) klemmt zwischen zwei Leisten (Bild 13). Die Druckkräfte betragen 15 kp, der Reibungskoeffizient ist 0,2. Welche Kraft müßte an dem Klotz angreifen, damit er nach unten herausgezogen wird, und welche Kraft müßte aufgewendet werden, um ihn nach oben hinauszustoßen?

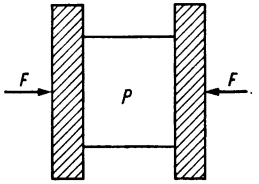


Bild 13

114 Ein Schlittschuhläufer gleitet auf Grund der Trägheit 80 m weit über eine glatte, waagerechte Eisfläche. Berechnen Sie den Mittelwert der Reibung und die Anfangsgeschwindigkeit, wenn das Gewicht des Eisläufers mit 60 kp und der Reibungskoeffizient mit 0,015 angenommen werden!

115 Ein Auto fährt mit einer Geschwindigkeit von 10 m · s^{-1} auf glatter, waagerechter Straße. Nachdem es mit abgestelltem Motor noch 150 m weit gerollt ist, bleibt es stehen. Wie lange rollte das Auto und wie groß ist der Reibungskoeffizient bei dieser Bewegung?

116 Welche Kraft ist nötig, um einem Wagen von 2 Mp Gewicht eine Beschleunigung von 20 m · s^{-2} bei einem Reibungskoeffizient von 0,02 zu erteilen?

117 Auf einer waagerechten Tischplatte liegt ein hölzerner Klotz ($F_1 = 500$ p). Er wird von einer Last ($F_2 = 300$ p) in Bewegung versetzt (Bild 14). Der Reibungskoeffizient beträgt 0,2. Mit welcher Beschleunigung bewegt sich der Klotz? Wie groß ist die Zugkraft am Faden? (Die Reibung an der Rolle bleibt unberücksichtigt.)

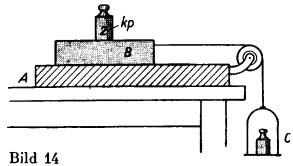


Bild 14

***118** Eine Lokomotive entwickelt auf waagerechter Strecke eine konstante Zugkraft von 15000 kp. Auf einem Streckenabschnitt von 600 m wächst die Geschwindigkeit des Zuges von 32,4 km · h^{-1} auf 54 km · h^{-1}. Bestimmen Sie die Größe des Bewegungswiderstandes, wenn der Zug eine Masse von 1000 t hat!

119 Ein Fallschirmspringer ($G = 85$ kp) fällt bei geöffnetem Schirm mit konstanter Geschwindigkeit. Wie groß ist bei dieser Bewegung der Luftwiderstand?

120 Im August 1945 führte ein sowjetischer Fallschirmspringer einen Rekordsprung aus 10400 m Höhe durch. Ohne den Schirm zu öffnen, ließ er sich erst 9800 m fallen und brauchte dazu 150 s. Berechnen Sie den durchschnittlichen Luftwiderstand beim Fall! Das Gewicht des Fallschirmspringers wird mit 80 kp angenommen.

121 Ein Körper mit einem Gewicht von 200 kp fällt mit einer Beschleunigung von 920 cm · s^{-2} senkrecht nach unten. Wie groß ist der durchschnittliche Luftwiderstand?

Ein Stein ($m = 1$ kg) hat beim freien Fall aus 30 m Höhe im Moment des Aufprallens eine Geschwindigkeit von 23 m · s^{-1}. Wie groß ist der mittlere Luftwiderstand beim Fall? 122

Ein Geschoß ($m = 9{,}6$ g) verläßt den Gewehrlauf mit einer Geschwindigkeit von 865 m · s^{-1}. Nach 2 s ist seine Geschwindigkeit auf 300 m · s^{-1} gesunken. Bestimmen Sie die durchschnittliche Größe der Kraft, die den Flug des Geschosses hemmt! 123

Ein Körper ($G = 1$ kp) fällt mit der Beschleunigung 5 m · s^{-2} senkrecht nach unten. Wie groß ist der mittlere Luftwiderstand, der auf den Körper wirkt? 124

Warum fallen große Regentropfen mit größerer Geschwindigkeit als kleine? 125

4. Zusammengesetzte Bewegungen

Die Strömungsgeschwindigkeit eines Flusses beträgt 5 km · h^{-1}. Ein Dampfer fährt stromauf mit einer Geschwindigkeit von 10 km · h^{-1}. Mit welcher Geschwindigkeit kann der Dampfer stromab fahren? 126

Ein Fahrgast in einem Zug mit einer Eigengeschwindigkeit von 40 km · h^{-1} sieht einen entgegengesetzt fahrenden Zug von 75 m Länge 3 s lang. Mit welcher Geschwindigkeit fährt der Gegenzug? 127

Mit einem Boot müssen gleiche Strecken hin und zurück, einmal auf einem Fluß, ein andermal auf einem stehenden Gewässer zurückgelegt werden. Ist in beiden Fällen die gleiche Zeit notwendig? 128

Das Linienschiff fährt von Gorki bis Astrachan 5 Tage, zurück 7 Tage. Welche Zeit brauchen mit dem Strom schwimmende Flöße von Gorki bis Astrachan? 129*

Ein Fallschirmspringer sinkt bei Windstille mit einer Geschwindigkeit von 4 m · s^{-1} zur Erde. Mit welcher Geschwindigkeit bewegt er sich, wenn in horizontaler Richtung ein Wind von $v = 3$ m · s^{-1} weht? 130

Welchen Einfluß hat der Wind auf den Flug eines Geschosses, wenn er 131
a) in Richtung der Flugbewegung,
b) in entgegengesetzter Richtung,
c) senkrecht zur Flugbahn
weht?

Ein Flugzeug hat relativ zur Luft eine Geschwindigkeit von 50 m · s^{-1}. Die Windgeschwindigkeit beträgt 15 m · s^{-1}. Mit welcher Geschwindigkeit kommt das Flugzeug vorwärts, wenn es 132
a) mit dem Wind,
b) gegen den Wind,
c) senkrecht zur Windrichtung
fliegt?

133 Welche Geschwindigkeit muß der Motor einem Kutter erteilen, damit dieser sich bei einer Strömungsgeschwindigkeit des Flusses von 1,2 $m \cdot s^{-1}$ senkrecht zum Ufer mit einer Geschwindigkeit von 3,2 $m \cdot s^{-1}$ vorwärts bewegt?

134 Ein Fischer überquert mit einem Boot einen Fluß von 300 m Breite. Die Strömungsgeschwindigkeit des Flusses beträgt 1,2 $m \cdot s^{-1}$. Der Fischer erteilt dem Boot eine Geschwindigkeit von 1,6 $m \cdot s^{-1}$. Wie weit wird das Boot flußabwärts getrieben? Welchen Weg legt es dabei zurück?

135 Ein Schlitten hat in voller Fahrt bergab eine Momentangeschwindigkeit von 10 $m \cdot s^{-1}$. Wie groß sind die Horizontal- und Vertikalkomponenten der Geschwindigkeit in jenem Augenblick, in dem die Steigung des Berges 30° zur Waagerechten beträgt?

136 Senkrecht fallende Regentropfen treffen an das Fenster eines Eisenbahnwagens, der sich mit einer Geschwindigkeit von 45 $km \cdot h^{-1}$ bewegt, und hinterlassen auf ihm eine Spur unter dem Winkel von 60° zur Senkrechten. Wie groß war die Fallgeschwindigkeit der Tropfen?

137 Die zueinander senkrecht stehenden Geschwindigkeitskomponenten beim Heben einer Last mit dem Brückenkran (Bild 15) betragen 0,3 $m \cdot s^{-1}$, 0,4 $m \cdot s^{-1}$ und 0,5 $m \cdot s^{-1}$. Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich die Last im Raum?

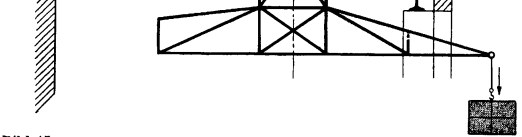


Bild 15

138 Bestimmen Sie die Anfangsgeschwindigkeit des „Geschosses" der Federpistole, wenn es beim Abschuß senkrecht nach oben eine Höhe von 110 cm erreicht!

139 Ein Körper wird mit einer Geschwindigkeit von 49 $m \cdot s^{-1}$ senkrecht nach oben geworfen.

a) Welche Höhe erreicht er nach 3 s?
b) Wie groß ist die maximale Steighöhe?
c) Wie groß ist die Steigzeit?
d) Nach welcher Zeit kehrt er zur Erde zurück?

Ein Ball, der senkrecht nach oben geworfen wurde, fällt nach 6 s auf die Erde zurück. Welche Steighöhe hatte er erreicht und wie groß war die Anfangsgeschwindigkeit? (Der Luftwiderstand bleibt unberücksichtigt.) 140

Eine elastische Kugel fällt aus einer Höhe von 78,4 m herab. Nach dem Aufschlag auf die Erde springt sie wieder senkrecht nach oben. Ihre Geschwindigkeit beträgt $^3/_4$ der Geschwindigkeit beim Fallen. Welche Höhe erreicht diesmal die Kugel? Welche Zeit vergeht vom Beginn der Bewegung der Kugel bis zum zweiten Aufschlag auf die Erde? 141

Wie groß ist der Luftwiderstand, wenn ein Körper mit einer Masse von 40 g, der mit einer Geschwindigkeit von 30 $m \cdot s^{-1}$ senkrecht nach oben geworfen worden ist, seinen höchsten Punkt nach 2,5 s erreicht? Bis zu welcher Höhe steigt der Körper? 142

Der Abschußknall und das Geschoß erreichen gleichzeitig eine Höhe von 680 m. Welche Anfangsgeschwindigkeit besaß das Geschoß, wenn die Schallgeschwindigkeit 340 $m \cdot s^{-1}$ beträgt? (Der Luftwiderstand wird nicht berücksichtigt.) 143

In welcher Höhe vermindert sich die Geschwindigkeit eines senkrecht nach oben geworfenen Körpers auf die Hälfte? 144*

Von einem beliebigen Punkt aus werden gleichzeitig zwei Körper mit einer Geschwindigkeit von 25 $m \cdot s^{-1}$ abgeworfen: einer senkrecht nach oben, der andere senkrecht nach unten. Welchen Abstand haben diese Körper voneinander nach 2 s, 3 s, t s? 145*

Ein Körper wird mit der Anfangsgeschwindigkeit v_0 senkrecht nach oben geworfen. In dem Augenblick, in dem er seinen höchsten Punkt der Flugbahn erreicht, wird von dem gleichen Ausgangspunkt ein zweiter Körper mit der gleichen Anfangsgeschwindigkeit v_0 abgeworfen. In welchem Abstand vom Startpunkt treffen sich beide? 146*

Ein Luftballon steigt mit einer Beschleunigung von 2 $m \cdot s^{-2}$ senkrecht nach oben. 5 s nach dem Start fällt ein Gegenstand aus ihm heraus. Nach welcher Zeit trifft dieser Gegenstand auf der Erde auf? Die Erdbeschleunigung wird mit 10 $m \cdot s^{-2}$ angenommen. 147*

Der Treibstoff einer Rakete brennt in 2 s ab und verleiht ihr eine Beschleunigung, die doppelt so groß ist wie die Erdbeschleunigung. 148
a) Bis zu welcher Höhe steigt die Rakete?
b) Wie groß ist die Steigzeit?
c) Wie lange braucht sie zum Absturz?

Eine Federpistole ist in 40 cm Höhe waagerecht eingestellt worden (Bild 16). Das „Geschoß" fliegt mit einer Geschwindigkeit von 4,5 $m \cdot s^{-1}$. Berechnen Sie die horizontale Flugweite des „Geschosses"! 149

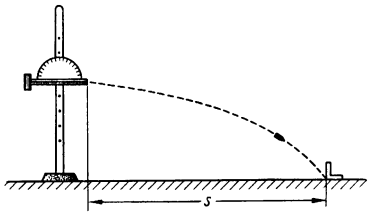


Bild 16

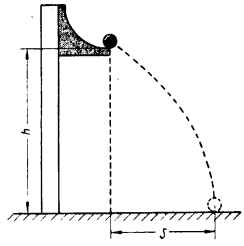


Bild 17

150 Die gebogene Fallrinne (Bild 17) ist in 1,75 m Höhe aufgebaut. Welche Geschwindigkeit hat die in horizontaler Richtung von der Rinne abrollende Kugel, wenn ihre Wurfweite s 1,12 m beträgt? In welchem Maße verändert sich die Wurfweite, wenn die Rinne auf eine Höhe von 2,83 m eingestellt wird?

151 Zeichnen Sie die Bahnkurven zweier Körper, die in horizontaler Richtung von ein und demselben Punkt abgeworfen werden. Die Geschwindigkeit des einen beträgt 15 m · s^{-1}, die des anderen 30 m · s^{-1}. Welche der Bahnkurven ist stärker gebogen? Welcher Körper fliegt weiter? Wovon hängen die Steilheit der Flugbahn, die Flugzeit und Flugweite ab?

152 Eine Gewehrkugel fliegt in waagerechter Richtung mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 750 m · s^{-1}. Um welche Strecke senkt sich die Kugel während der Flugzeit, wenn sich das Ziel in 500 m Entfernung befindet?

153 Ein Geschoß verläßt das in 1,2 m Höhe über den Erdboden waagerecht gehaltene Gewehr mit einer Geschwindigkeit von 300 m · s^{-1}. In welcher Entfernung vom Abschußort fällt es zu Boden?

154 Von einem in 1 km Höhe mit einer Geschwindigkeit von 360 km · h^{-1} fliegenden Flugzeug wird eine Bombe abgeworfen. In welcher horizontalen Entfernung vom Ziel war die Bombe ausgeklinkt worden, wenn sie genau das Ziel erreichte?

***155** Ein Flugzeugführer geht im Sturzflug unter einem Winkel von 60° zur Waagerechten mit einer Geschwindigkeit von 540 km · h^{-1} auf das Ziel nieder und wirft eine Bombe in 600 m Höhe ab. In welcher horizontalen Entfernung vom Ziel muß die Bombe ausgeklinkt werden, damit sie das Ziel trifft?

156 Welche Horizontalgeschwindigkeit besaß ein Flugzeug beim Bombenabwurf in 800 m Höhe, wenn die Bombe 500 m von der Ausklinkstelle entfernt auftraf? Unter welchem Winkel fiel die Bombe zur Erde? Konstruieren Sie die Fallbahn der Bombe! (Der Luftwiderstand wird nicht berücksichtigt.)

In welchem Fall erreicht ein aus dem Fenster eines Eisenbahnwagens fallender Gegenstand eher den Erdboden: 157
a) wenn der Wagen stillsteht oder
b) wenn er fährt?

Von einem in der Höhe h fliegenden Flugzeug wird eine Bombe abgeworfen. Sie fällt im waagerechten Abstand s von der Abwurfstelle zu Boden. Mit welcher Horizontalgeschwindigkeit fliegt das Flugzeug im Augenblick des Bombenabwurfs? 158*

Zeichnen Sie die Bahnkurven für den schiefen Wurf mit $100\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$ Anfangsgeschwindigkeit bei einem Anstellwinkel von 159
a) 30°,
b) 45°,
c) 60°!

Ein Ball wird mit einer Geschwindigkeit von $10\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$ unter einem Winkel von 30° zur Waagerechten abgeworfen. Bestimmen Sie: 160
a) die Horizontal- und die Vertikalkomponenten der Geschwindigkeit im Anfangspunkt,
b) die größte Flughöhe,
c) die Flugdauer,
d) die Flugweite ($g = 10\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$)!

Wie werden sich die Horizontal- und die Vertikalkomponenten der Geschwindigkeit während des Fluges eines Körpers ändern, der einen schiefen Wurf ausführt? (Der Luftwiderstand wird nicht berücksichtigt.) Wie groß ist die Vertikalkomponente der Geschwindigkeit im höchsten Punkt der Flugbahn? Wie groß ist die Geschwindigkeit des Körpers überhaupt an dieser Stelle? 161*

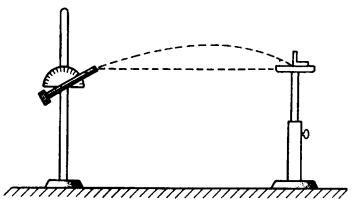


Bild 18

Bestimmen Sie die Flugweiten des „Geschosses" einer Federpistole für die Anstellwinkel von 30°, 45° und 60° bei Fluggeschwindigkeiten von $4{,}5\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$ (Bild 18). Zeichnen Sie dazu die Bahnkurven! 162

Zwei Mann spielen Ball und werfen ihn sich gegenseitig zu. Welche größte Höhe erreicht der Ball beim Spiel, wenn er von einem zum anderen Spieler 2 s fliegt? 163

Ein Ball wird unter einem Winkel von 45° mit einer Geschwindigkeit von $20\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$ abgeschossen. In welcher Entfernung fällt er zu Boden und welche größte Höhe erreicht er während des Fluges? 164

*165 Ein Geschoß verläßt das Geschützrohr bei 30° Anstellwinkel mit einer Geschwindigkeit von 600 m · s^{-1}. Nach welcher Zeit und in welcher waagerechten Entfernung von der Abschußstelle wird sich das Geschoß in einer Höhe von 400 m befinden? Welche Geschwindigkeit hat das Geschoß im höchsten Punkt der Flugbahn? (Der Luftwiderstand wird nicht berücksichtigt.)

5. Arbeit, Leistung, Energie

166 Welche Arbeit wird vom Dampf in einer Ramme verrichtet, wenn der Hammer von 5 Mp Gewicht 80 cm gehoben wird?

167 Berechnen Sie den Widerstand, der vom Hobeleisen einer Hobelmaschine beim Abheben eines Spans überwunden werden muß, wenn der Motor der Maschine eine Arbeit von 120 kpm verrichtet und sich das Hobeleisen dabei 120 mm vorwärts bewegt!

168 Welche Arbeit verrichtet ein Pferd, wenn es in gleichförmiger Bewegung einen Wagen von 1,5 Mp Gewicht auf Schienen 600 m weit zieht! Der Reibungskoeffizient ist 0,008.

169 Welche Arbeit gegen den Luftwiderstand verrichtet ein Fußgänger auf einer Strecke von 100 m bei einer Druckkraft von 0,5 kp auf einen Quadratmeter? Die vom Wind getroffene Oberfläche des Menschen wird mit 0,5 m^2 angenommen.

170 Ein Fahrstuhl von 1 Mp Gewicht beginnt seine Aufwärtsfahrt mit einer Beschleunigung von 2 m · s^{-2}. Berechnen Sie die in den ersten 5 s des Fahrens verrichtete Arbeit!

*171 Welche Arbeit ist verrichtet worden, wenn die Pufferfeder eines Eisenbahnwaggons 5 cm weit zusammengedrückt worden ist? Für 1 cm Druckweg der Feder ist eine Kraft von 3000 kp notwendig.

*172 Welche Arbeit muß beim Aufwärtstransport der Baustoffe für eine Säule von 20 m Höhe und 1,5 m^2 Querschnitt, von der Erdoberfläche aus, insgesamt verrichtet werden? Die Dichte des Materials beträgt 2,6 g · cm^{-3}.

173 Aus einem 200 m tiefen Schacht wird an einem Seil, das je Meter ein Eigengewicht von 1,5 kp hat, eine Last von 0,5 Mp gehoben. Welche Arbeit wird beim Heben der Last verrichtet? Wie groß ist der Wirkungsgrad dieser Anlage?

174 Der gleiche Körper wird einmal gleichförmig senkrecht nach oben auf eine Höhe h gehoben und ein anderes Mal gleichförmig längs der Waagerechten eine Strecke der Länge h transportiert. Ist in beiden Fällen die gleiche Arbeit notwendig?

175 Bringt ein Mensch die gleiche Leistung auf, wenn er die gleiche Treppe einmal in 30 s, das andere Mal in 1 min emporsteigt? Sind die Arbeiten gleich, die der Mensch in beiden Fällen verrichtet?

Ein Hebekran muß im Laufe eines achtstündigen Arbeitstages 3000 t Baumaterialien auf eine Höhe von 9 m bringen. Welche Leistung hat der Motor dieses Krans, wenn der Wirkungsgrad dieser Anlage 60 % beträgt? 176

Der Motor eines Kranes mit einer Leistung von 2 PS hebt eine Last mit der Geschwindigkeit von $3\ m \cdot min^{-1}$. Welche Höchstlast kann er bei dieser Geschwindigkeit heben, wenn der Wirkungsgrad 80 % beträgt? 177

Eine Lokomotive arbeitet mit konstanter Leistung. Sie kann einen Zug von 1000 Mp Gewicht bei einer Steigung von 0,005 mit einer Geschwindigkeit von $30\ km \cdot h^{-1}$ und bei einer Steigung von 0,0025 mit einer Geschwindigkeit von $40\ km \cdot h^{-1}$ ziehen. Die Reibung sei in beiden Fällen gleich groß. Bestimmen Sie diese! 178*

Ein Bagger, der von einem Motor mit einer Leistung von 5 PS getrieben wird, hebt in einer Stunde 180 t Sand auf eine Höhe von 6 m. Wie groß ist der mechanische Wirkungsgrad dieser Maschine? 179

Welche Zugkraft kann eine Lokomotive der Serie FD (Felix Dsershinski) mit einer Leistung von 2500 PS bei einer Geschwindigkeit von $60\ km \cdot h^{-1}$ aufbringen? 180

Bei gleichförmiger Bewegung mit einer Geschwindigkeit von $30\ km \cdot h^{-1}$ entwickelt ein Kraftfahrzeug eine Zugkraft von 270 kp. Wie groß ist dabei die Leistung des Motors? 181

Der Motor eines Autos mit einer Nutzleistung von 20 PS kann diesem auf guter Straße eine Geschwindigkeit von $90\ km \cdot h^{-1}$ verschaffen. Der gleiche Motor, in ein Motorboot eingebaut, bringt dieses höchstens auf eine Geschwindigkeit von $15\ km \cdot h^{-1}$. Berechnen Sie hieraus die Bewegungswiderstände für das Auto und für das Motorboot bei den betreffenden Geschwindigkeiten! 182

Der Widerstand, der von einer Güterzuglokomotive bei gleichförmiger Bewegung mit $30\ km \cdot h^{-1}$ Geschwindigkeit überwunden werden muß, beträgt 6 kp je Mp des Zuggewichts. Welche Leistung muß die Lokomotive bei dieser Bewegung aufbringen, wenn das Zuggewicht 1800 Mp beträgt? Was geschieht, wenn die Lokomotive nur eine kleinere Leistung entwickelt? 183

Die Lokomotive „Pobjeda" entwickelt eine Leistung von 2500 PS. Mit welcher Durchschnittsgeschwindigkeit kann diese Lokomotive auf waagerechter Strecke einen Güterzug von 2800 Mp Gewicht ziehen, wenn der allgemeine Widerstandskoeffizient mit 0,005 angesetzt wird? 184

Wieviel Wasser kann man im Laufe einer Stunde aus einem Schacht von 150 m Tiefe absaugen, wenn die Nutzleistung der Pumpe 10 PS beträgt? 185

Die Drehmaschine, an welcher der durch die Einführung der Schnelldrehmethode bekannte Dreher Bortkewitsch arbeitet, fordert eine Leistung von 5,8 PS bei mittlerer Schnittgeschwindigkeit von $450\ m \cdot min^{-1}$. Welchen Widerstand überwinden 186

die Schneideisen bei dieser Geschwindigkeit? Wie verändert sich die von der Drehmaschine geforderte Leistung, wenn die Schnittgeschwindigkeit weiter erhöht wird?

187 Die Masse einer Granate ist 900mal so groß wie die Masse einer Gewehrkugel. Die Kugel und die Granate besitzen beim Auftreffen ins Ziel die gleiche Geschwindigkeit. Das Wievielfache der Zerstörungsarbeit der Kugel beträgt dann die Zerstörungsarbeit der Granate? Wie groß muß die Fluggeschwindigkeit der Kugel im Vergleich zu der Geschwindigkeit der Granate sein, damit beide die gleiche kinetische Energie besitzen? Ist das überhaupt praktisch möglich?

188 Warum wird beim Beschleunigen eines Autos mehr Benzin verbraucht als bei der Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit?

189 Warum braucht ein schweres Kraftfahrzeug stärkere Bremsen als ein leichteres?

190 Welche Arbeit kann ein Körper mit einer Masse von 20 g bei einer Geschwindigkeit von 10 cm · s^{-1} auf Grund seines Vorrates an kinetischer Energie verrichten?

191 Wie groß ist die Masse des Körpers, der bei einer Geschwindigkeit von 10 m · s^{-1} eine kinetische Energie von 250 kpm besitzt?

192 Welche kinetische Energie besitzt ein frei fallender Körper von 1 kg Masse nach Ablauf von 5 s vom Fallbeginn an?

193 Eine Federpistole ist waagerecht in einer Höhe von 54,5 cm aufgebaut und mit einem Geschoß „geladen", dessen Masse 25 g beträgt (Bild 16). Nach dem Abdrücken des Hahnes flog die Kugel bis 1,5 m. Wie groß war die kinetische Energie des herausfliegenden Geschosses?

194 Ein Lastauto von 3 Mp Gewicht fährt mit einer Geschwindigkeit von 36 km · h^{-1}. Welche Bremskraft kann es nach 50 m zum Stehen bringen?

195 In welchem Falle muß der Motor eines Autos mehr Arbeit verrichten:
a) um es aus dem Stillstand auf eine Geschwindigkeit von 5 m · s^{-1} zu bringen oder
b) um seine Geschwindigkeit von 5 m · s^{-1} auf 10 m · s^{-1} zu erhöhen?
(Die Verlustarbeit gegen Widerstände wird in beiden Fällen als gleich groß angenommen.)

196 Auf einem waagerechten Streckenabschnitt von 2 km Länge erhöhte ein Zug seine Geschwindigkeit von 54 km · h^{-1} auf 72 km · h^{-1}. Das Gewicht des Zuges beträgt 800 Mp, der Reibungsfaktor 0,005. Bestimmen Sie die Arbeit und die durchschnittliche Leistung, die von der Lokomotive auf dieser Strecke entwickelt worden ist!

197 Auf einen Körper von 10 kg Masse wirkt eine konstante Kraft von 0,5 kp. Berechnen Sie die kinetische Energie, die der Körper nach 2 s vom Beginn der Kraftwirkung an besitzt!

Zum Durchschlagen einer Panzerplatte von 10 mm Stärke ist eine Arbeit von 800 kpm notwendig. Kann ein Geschoß mit einem Gewicht von 0,15 kp, welches mit einer Geschwindigkeit von 300 m · s^{-1} auftrifft, eine solche Panzerplatte durchschlagen? 198

Für ein Wasserkraftwerk mit einer Druckhöhe des Wassers von 10,5 m wurde eine Leistung von 80000 PS errechnet. Für welchen Wasserdurchlauf ist diese Leistung berechnet, wenn der Wirkungsgrad des Kraftwerkes mit 75 % angenommen wird? 199

Welche Leistung steckt in einem Luftstrom von 2 m^2 Querschnitt bei einer Strömungsgeschwindigkeit von 9 m · s^{-1}, wenn die Dichte der Luft mit 1,3 kg · m^{-3} angenommen wird? 200

Ein Straßenbahntriebwagen ($G = 20$ Mp) kommt auf ebener Strecke nach 2 s aus dem Stand auf eine Geschwindigkeit von 10,8 km · h^{-1}. Berechnen Sie die durchschnittliche Nutzleistung der beiden Straßenbahnmotoren bei dieser Bewegung! 201

Mit einem Hammer von 5 kg Masse werden die Hakennägel in die Eisenbahnschwellen eingeschlagen. Die Geschwindigkeit des Hammers beim Schlag beträgt 4 m · s^{-1}. Dabei dringt der Nagel 20 mm ein. Berechnen Sie die mittlere Kraft eines Hammerschlages auf den Hakennagel und die Dauer eines Schlages! 202

Die Kugel einer Panzerabwehrbüchse des Typs Degtjarjow wiegt 63 g, sie verläßt das Rohr mit einer Geschwindigkeit von 1012 m · s^{-1}. Der gezogene Teil des Rohres ist 1227 mm lang. Berechnen Sie: 203
a) die kinetische Energie der Granate beim Abschuß,
b) die Druckkraft der Pulvergase, die als konstant angenommen wird, und
c) die Leistung des Abschusses!

Beim Abfeuern eines Karabiners wird eine Arbeit von 1360 kpm verrichtet. Dabei fliegt die Kugel ($m = 9{,}6$ g) mit einer Geschwindigkeit von 860 m · s^{-1} davon. Berechnen Sie den Wirkungsgrad und die Nutzleistung des Abschusses! (Der Bewegungsvorgang innerhalb des Laufs dauert 0,0015 s.) 204

Ein Maschinengewehr feuert 600 Schuß je Minute ab. Die Masse eines Geschosses beträgt 10 g, die Abschußgeschwindigkeit 800 m · s^{-1}. Ermitteln Sie die Nutzleistung des Maschinengewehres! 205

Ein Auto von 1,5 Mp Gewicht kann sich mit den Bremsen auf einer Bergstraße bei einem Steigungsverhältnis von 0,2 halten. Wie lang wäre der Bremsweg dieses Autos auf waagerechter Strecke bei einer Geschwindigkeit von 43,2 km · h^{-1}? 206

Ein Kraftfahrzeug fährt bergab mit abgeschaltetem Motor. Mit welcher kinetischen Energie bewegt sich aber das Auto? 207

Eine Feuerlöschpumpe fördert Wasser. Worauf verteilt sich die von der Pumpe aufgenommene Energie? 208

209 Wie verändert sich die Bewegung einer Kugel, wenn sie auf ihrem Weg ein Brett durchschlägt? Bleibt dabei die kinetische Energie der Kugel unverändert erhalten? Widerspricht die Änderung der kinetischen Energie beim Durchschlagen des Brettes nicht dem Energieerhaltungssatz?

210 Auf gleicher Höhe befinden sich ein Stück Aluminium und ein Stück Blei gleichen Volumens. Welcher Körper besitzt mehr potentielle Energie?

211 Ein Körper ($G = 200$ p), der senkrecht nach oben geworfen worden war, fiel nach 4 s wieder zurück auf den Boden. Berechnen Sie die kinetische Energie im höchsten Punkt!

212 Ein Ball von 50 p Gewicht sprang nach einem Fall aus 3 m Höhe wieder bis auf 2 m Höhe empor. Wieviel mechanische Energie ist verlorengegangen? Wie vereinbart sich das mit dem Energieerhaltungsgesetz? In welche Energieart ist in diesem Fall die mechanische Energie umgewandelt worden?

213 Eine 250 kp schwere Bombe fällt aus 800 m Höhe. Wie groß sind ihre potentielle und kinetische Energie in 100 m Höhe über dem Erdboden und beim Auftreffen auf die Erde? (Der Luftwiderstand wird nicht berücksichtigt.)

214 Berechnen Sie die kinetische und die potentielle Energie eines Körpers von 200 g Masse, der mit einer Geschwindigkeit von 30 m · s^{-1} senkrecht nach oben geworfen ist! (Es ist der Augenblick 2 s nach dem Abwurf zu wählen!)

*215 Ein Stein ($m = 500$ g), der schräg nach oben geworfen worden war, fiel nach 4 s in 16 m Entfernung zurück auf die Erde. Berechnen Sie die Wurfarbeit!

216 Die kinetische Energie eines Körpers beträgt im Augenblick des Abwurfs aus 10 m Höhe gleich 20 kpm. Bis zu welcher Höhe vom Erdboden aus kann der Körper steigen, wenn sein Gewicht 800 p beträgt?

217 Ein Auto mit einem Gewicht von 2 Mp fährt eine Bergstraße mit einer Steigung von 0,02 empor. Nachdem es 100 m weit gefahren ist, hat es eine Geschwindigkeit von 32,4 km · h^{-1} erreicht. Der Reibungskoeffizient ist 0,05. Bestimmen Sie die Durchschnittsleistung, die der Motor bei dieser Fahrt aufbringen muß!

218 Ein 60 kp schwerer Schlitten fährt eine Bahn von 50 m Länge bei einem Höhenunterschied von 10 m herab. Berechnen Sie, wie groß der mittlere Bewegungswiderstand auf der Rodelbahn war, wenn der Schlitten am Fuße des Berges eine Geschwindigkeit von 8 m · s^{-1} hatte. (Die Anfangsgeschwindigkeit war 0 m · s^{-1}.)

219 Ein 500 p schwerer Stein, der aus einer Höhe von 10 m auf die Erdoberfläche herabfiel, hatte im Augenblick des Aufschlags eine Geschwindigkeit von 12 m · s^{-1}. Welche Arbeit verrichtete der Stein bei der Bewegung in der Luft? ($g = 10 \cdot s^{-2}$.)

220 Ein Stein ($m = 100$ g), er aus 20 m Höhe mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 10 m · s^{-1} senkrecht nach unten geworfen wird, trifft auf der Erde mit einer Ge-

schwindigkeit von 20 $m \cdot s^{-1}$ auf. Welche Arbeit ist zur Überwindung des Luftwiderstandes erforderlich?

Bestimmen Sie die Größe der kinetischen Energie eines Körpers ($m = 1$ kg), der waagerecht mit einer Geschwindigkeit von 20 $m \cdot s^{-1}$ abgeworfen worden ist, am Ende der 4. Sekunde seines Wurfes! 221*

Ein Körper mit der Masse 500 g ist mit einer Geschwindigkeit von 20 $m \cdot s^{-1}$ senkrecht nach oben geworfen worden. Er fiel mit einer Geschwindigkeit von 16 $m \cdot s^{-1}$ zurück auf die Erde. Ermitteln Sie die zur Überwindung des Luftwiderstandes notwendige Arbeit! 222

Berechnen Sie die Nutzleistung einer Wasserturbine, deren Wirkungsgrad 0,8 beträgt! Es ist bekannt, daß das Wasser mit einer Geschwindigkeit von 3 $m \cdot s^{-1}$ in sie eintritt und sie mit einer solchen von 1 $m \cdot s^{-1}$ auf einem 1,5 m tiefer liegenden Niveau verläßt. Der Wasserdurchlauf je Sekunde beträgt 0,3 m^3. 223*

Der Widerstand der Luft und des Wassers wächst proportional dem Quadrat der Bewegungsgeschwindigkeit des Körpers. Um wieviel sinkt die vom Schiff geforderte Leistung bei einer Verringerung der Geschwindigkeit auf ein Drittel? 224

Der Motor eines Flugzeuges vom Gewicht G wird abgestellt, während es sich waagerecht mit der Geschwindigkeit v_1 in der Höhe h bewegt. Das Flugzeug erreicht mit einer Geschwindigkeit v_2 ($v_2 < v_1$) im Gleitflug die Erde. Berechnen Sie den durchschnittlichen Luftwiderstand des Flugzeuges beim Landen, wenn die Länge des Abwärtsfluges mit l angesetzt wird! 225*

An einem Faden mit der Länge l hängt eine Kugel. Welche Horizontalgeschwindigkeit v muß der Kugel verliehen werden, damit sie bis zur Höhe ihres Aufhängepunktes ausschlägt? (Der Luftwiderstand bleibt unberücksichtigt.) 226*

Einem Körper wird im schiefen Wurf die Geschwindigkeit v_0 erteilt. Bestimmen Sie ohne Berücksichtigung des Luftwiderstandes die Geschwindigkeit des Körpers in der Höhe h über dem Horizont nach dem Energieerhaltungssatz! 227

Ein Elektrozug fährt mit einer konstanten Geschwindigkeit von 60 $km \cdot h^{-1}$, wobei seine Motoren eine Leistung von 900 kW aufbringen. Welchen Widerstand erfährt der elektrische Zug bei der Bewegung, wenn der allgemeine Wirkungsgrad der Motore und der Übertragungsmechanismen gleich 80 % ist? 228

Ein Zug der Moskauer Untergrundbahn besteht aus 6 Wagen von je 36 Mp Gewicht und wird von 24 Elektromotoren in Bewegung gesetzt. Die normale Belastung eines Wagens beträgt 6 Mp. Unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Steigung der Strecke ist ein Widerstand von 7 Mp je zu bewegender Tonne zu überwinden. Welche Leistung muß jeder Motor aufbringen, wenn sich der Zug von einer Station zur anderen mit einer mittleren Geschwindigkeit von 60 $km \cdot h^{-1}$ bewegt? 229

230 Welchen Wirkungsgrad hat ein Wasserkraftwerk, wenn der Wasserdurchlauf $6\ m^3 \cdot s^{-1}$, die Druckhöhe des Wassers 20 m und die Leistung der Generatoren 1200 PS betragen?

*231 Auf welche Weise kann man mit einem Stückchen Eisscholle weiter treffen:
a) indem man es unter einem Winkel von 45° durch die Luft wirft,
b) indem man es auf der Eisfläche gleiten läßt?
(Der Reibungsfaktor zwischen Eis und Eis wird mit 0,02 angesetzt, der Luftwiderstand wird vernachlässigt.)

6. Zusammensetzung und Zerlegung von Kräften

232 Unter welcher Bedingung wird ein gegen den Strom fahrender Dampfer eine konstante Geschwindigkeit haben?

233 An zwei miteinander befestigten Federwaagen (Bild 19) hängt eine Last von 1 kp. Was zeigt jede Federwaage an? (Das Gewicht der unteren Federwaage wird nicht berücksichtigt.)

234 Drei Wägestücke von 2 kp, 3 kp und 5 kp sind an drei Fäden untereinander aufgehängt (Bild 20). Bestimmen Sie die Zugkraft an jedem Faden!

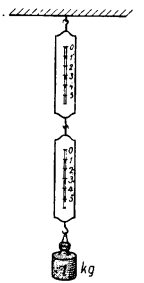


Bild 19

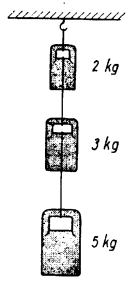


Bild 20

235 Auf der glatten Tischfläche liegen zwei durch einen Faden verbundene Körper (Bild 21). Die Masse des linken Körpers beträgt 200 g, die des rechten 300 g. Rechts greift eine Kraft von 100000 dyn an, links in entgegengesetzter Richtung eine Kraft von 60000 dyn. Mit welcher Beschleunigung bewegen sich die Lastkörper und welcher Zugkraft ist der Verbindungsfaden ausgesetzt? (Die Reibung wird nicht berücksichtigt.)

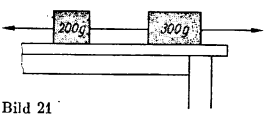


Bild 21

236 Einem Kinderball ($G = 80$ p) mit großem Durchmesser wirkt beim Fallen aus 10 m Höhe ein Luftwiderstand von 60 p entgegen. Mit welcher Beschleunigung fällt der Ball? Wie groß ist seine Geschwindigkeit beim Aufprall auf die Erde?

237 An den Enden einer über zwei festen Rollen liegenden Schnur (Bild 22) hängen Lasten von 150 p und 200 p. Was für eine Kraft muß man am Faden zwischen

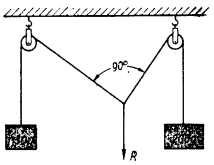


Bild 22

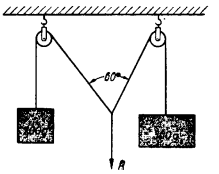


Bild 23

den Rollen angreifen lassen, damit das Gleichgewicht bei einem Winkel von 90° hergestellt wird?

Ermitteln Sie auf zeichnerischem Wege die Resultierende der beiden Kräfte von 30 kp und 40 kp, die an einem Körper unter folgenden Winkeln angreifen: 238
a) 30°,
b) 60°,
c) 90°,
d) 120°.
Wie hängt die Größe der Resultierenden von der Größe des Winkels zwischen den Kraftkomponenten ab?

An den Enden einer über zwei festen Rollen liegenden Schnur (Bild 23) hängen zwei Lasten von 200 p und 300 p. Was für eine Last muß an den Faden in der Mitte zwischen den Rollen gehängt werden, damit im Gleichgewicht der Winkel $\alpha = 60°$ auftritt? (Die Lösung ist zeichnerisch durchzuführen!) 239

An einem Punkt eines Körpers greifen drei gleiche Kräfte an. Sie liegen alle in einer Ebene und schließen zwischen sich je einen rechten Winkel ein. Wie groß ist ihre Resultierende? 240

Ein Draht, an dem eine Last von 16 kp hängt, wird durch eine waagerecht wirkende Kraft von 12 kp in eine neue Lage gebracht. Welche Zugkraft wirkt nun auf den Draht? 241

An einem Seil hängt eine Last von 15 kp. Es wird durch eine in waagerechter Richtung wirkende Kraft bis zu einem Winkel von 45° gespannt. Berechnen Sie diese Kraft und die Zugkraft im Seil! 242

Auf ein Boot, das mit einem 10 m langen Seil am Ufer befestigt ist (Bild 24), wirkt die Kraft des Wasserstromes mit 40 kp und die Druckkraft des Windes, der direkt vom Ufer her weht, mit 30 kp. Mit welcher Kraft wird das Seil belastet, wenn sich das Boot im Gleichgewicht befindet? In welchem Abstand vom Ufer befindet es sich? 243

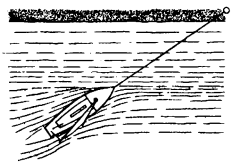


Bild 24

244 Ein Schiff ist am Ufer mit zwei Seilen befestigt (Bild 25). Auf Grund eines kräftigen Windes, der vom Ufer aus weht, haben sich beide Seile so gespannt, daß sie mit der Ufergeraden einen Winkel von 60° bilden. Mit welcher Kraft weht der Wind, wenn die Zugkraft in jedem Seil 2000 kp beträgt?

245 Wie groß ist die Resultierende zweier gleicher Kräfte, die an einem Punkt eines Körpers unter einem Winkel von 120° angreifen?

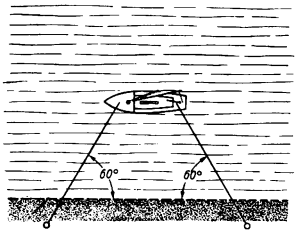


Bild 25

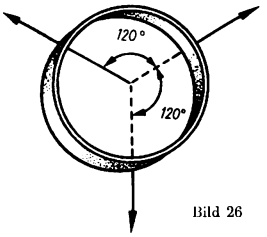


Bild 26

246 An einem Ring (Bild 26) greifen radial unter einem Winkel von 120° zueinander drei gleiche Kräfte an. Wird sich der Ring unter der Wirkung dieser Kräfte bewegen?

247 An demselben Punkt eines festen Körpers greifen drei gleiche Kräfte von je 6 kp unter einem Winkel von 60° zueinander an. Bestimmen Sie die Größe und die Richtung der resultierenden Kraft!

248 Am Umfang einer kreisrunden Scheibe greifen radial sechs Kräfte unter einem Winkel von 60° zueinander an. Bestimmen Sie die Größe und die Richtung der Resultierenden dieser Kräfte, wenn sie in ihrer Reihenfolge 100 p, 200 p, 300 p, 400 p, 500 p und 600 p betragen!

249 Durch einen Kanal wird ein beladener Lastkahn von zwei Zugmaschinen mit konstanter Geschwindigkeit gezogen. Diese fahren an beiden Ufern des Kanals (Bild 27). Wie groß ist die Widerstandskraft des Wassers

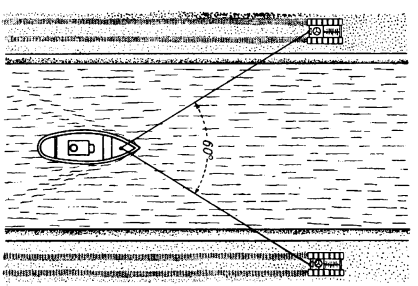


Bild 27

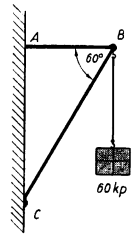


Bild 28

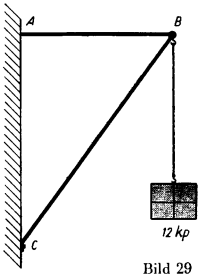


Bild 29

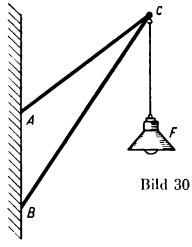
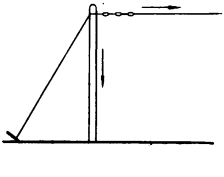


Bild 30

Bild 31



und die Arbeit gegen diese Kräfte auf einer Strecke von 1 km, wenn die Zugkräfte in den Schleppseilen je 200 kp betragen und die Seile einen Winkel von 60° einschließen?

Zerlegen Sie eine senkrechte Kraft von 18 kp in zwei Komponenten, deren eine horizontal liegen und 24 kp betragen soll. Wie groß muß die andere Kraftkomponente sein? 250

Ein Junge zieht einen Schlitten und muß dabei am Seil eine Kraft von 10 kp aufwenden. Der Strick bildet mit der Waagerechten einen Winkel von 30°. Welche Arbeit verrichtet er auf 20 m Strecke? 251

Auf einen in die Wand geschlagenen Nagel wirkt unter einem Winkel von 45° zur senkrechten Wand eine Kraft von 3 kp. Wie groß sind die Komponenten dieser Kraft in horizontaler und in vertikaler Richtung? Was bewirken diese Komponenten? 252

Eine Last von 60 kp hängt an dem Tragebalken ABC (Bild 28). Der Winkel zwischen den waagerechten Balken AB und der Stütze BC beträgt 60°. Bestimmen Sie die auf die Stütze BC drückende und die an dem Balken AB ziehende Kraft! 253

An einem Tragebalken (Bild 29), dessen waagerechtes Stück 48 cm und dessen Stütze 80 cm lang ist, hängt eine Last von 12 kp. Berechnen Sie die Kraftkomponenten, die auf die einzelnen Balken entfallen! 254

Eine Straßenlaterne von 20 kp Gewicht hängt an zwei Stangen, die im Abstand von 60 cm in die Wand eingemauert sind (Bild 30). Die Länge der Stange AC beträgt 90 cm, die Länge der Stange BC 120 cm. Berechnen Sie die Kräfte, die an AC ziehen und die auf BC drücken. 255

Eine waagerecht an einem Mast festgespannte Antenne (Bild 31) greift mit einer Kraft von 15 kp an diesem an. Welche Kraft muß die Haltevorrichtung an der anderen Seite des Mastes aufnehmen, damit der Mast nicht kippt und die Druckkraft auf seinem Grund 25 kp beträgt? 256

257 Eine Lampe von 17 kp Gewicht ist in der Mitte eines 20 m langen Seiles aufgehängt. Das Seil hängt 0,5 m durch. Bestimmen Sie die Zugkräfte im Seil! Wie würde sich diese Kraft verändern, wenn der Durchhang nur halb so groß wäre?

258 Eine an einem Faden hängende Kugel von 50 p Gewicht hat eine Auslenkung von 30° aus der Gleichgewichtslage erfahren. Bestimmen Sie die Kraft, mit welcher die Kugel in die Gleichgewichtslage zurückkehren will, und die Zugkraft im Seil!

259 Eine Last hängt an einem Gummifaden, dessen Enden in den Händen gehalten werden. Ist der Gummi gleicherweise gespannt, wenn man die Hände einander nähert oder wenn man sie weiter auseinanderhält?

260 Werden die Seile, an denen eine Hängematte befestigt ist, durch das Gewicht eines darin sitzenden Menschen mehr bei größerem oder bei kleinerem Winkel zwischen ihnen belastet?

261 Ein Faden reißt bei einer Last von 5 kp. Nun kann man aber in die Mitte eines solchen Fadens eine wesentlich kleinere Last, beispielsweise 2 kp, hängen. Danach nimmt man beide Enden des Fadens in die Hände und zieht diese so auseinander, daß der vom Faden eingeschlossene Winkel immer größer wird. Bei einem bestimmten Winkel wird der Faden reißen. Warum? Erläutern Sie diesen Vorgang zeichnerisch!

262 Ein Regentropfen ($G = 0{,}05$ p) fällt wegen des seitlich wehenden Windes unter einem Winkel von 60° zur Waagerechten. Berechnen Sie, mit welcher Kraft der Wind auf den Tropfen wirkt!

263 Eine Last von 300 kp hängt im Punkte B (Bild 32). Der Winkel ACB beträgt 30°. Bestimmen Sie die Zugkraft in der Stange AC und die Druckkraft in der Stange CB!

264 Eine Last von 60 kp hängt an zwei Seilen (Bild 33), die den Winkel $ACB = 120°$ bilden. Wie groß sind die Zugkräfte in AC und CB?

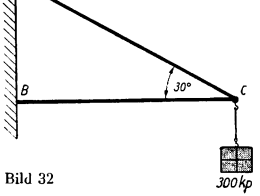


Bild 32

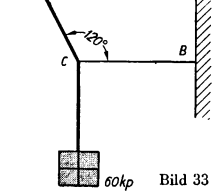


Bild 33

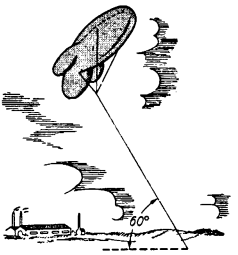


Bild 34

Das Halteseil eines Fesselballons bildet mit der Erdoberfläche einen Winkel von 60° (Bild 34). Bestimmen Sie die Zugkraft im Seil und die Horizontalkomponente des auf den Ballon treffenden Windes, wenn der Auftrieb 870 kp beträgt! 265

Ein Junge zieht mit einer Kraft von 2 kp einen Schlitten mit konstanter Geschwindigkeit vorwärts. Dabei bildet das Zugseil einen Winkel von 60° zur Erdoberfläche. Wie groß ist die Reibung? 266

Eine Last von 100 kp wird von einer unter dem Winkel von 30° zur Waagerechten angreifenden Kraft gleichförmig über eine waagerechte Ebene gezogen. Wie groß ist diese Kraft, wenn der Reibungskoeffizient 0,3 beträgt? 267*

Auf einer geneigten Ebene von 2,5 m Länge und 1,5 m Höhe befindet sich eine Last von 75 kp. Bestimmen Sie die zum Halten dieser Last notwendige Kraft und die Normalkraft! (Die Reibung wird nicht berücksichtigt.) 268

Die Höhe einer geneigten Ebene beträgt $^3/_5$ ihrer Länge. Bestimmen Sie, welche Teile des Gewichts des auf der geneigten Ebene liegenden Körpers parallel und welche senkrecht zum Brett wirken! (Die Reibung bleibt unberücksichtigt.) 269

Eine Last von 100 kp liegt auf einer geneigten Ebene, deren Neigungswinkel 30° beträgt. Ermitteln Sie die Hangabtriebskraft und die Normalkraft! 270

Je nach der Größe des Neigungswinkels kann ein auf der geneigten Ebene befindlicher Körper in Ruhe liegen bleiben, sich längs der Ebene gleichförmig oder sogar gleichmäßig beschleunigt bewegen. Welche Beziehungen bestehen in diesen drei Fällen zwischen allen auf den Körper wirkenden Kräften? 271

Der Grenzwinkel α der geneigten Ebene, bei welchem ein Körper gleichförmig auf der geneigten Ebene nach unten zu gleiten beginnt, wird Reibungswinkel genannt. Beweisen Sie, daß der Reibungskoeffizient gleich tan α ist! (tan α: Quotient aus der Höhe h der geneigten Ebene und seiner Basis b bei dem Steigungswinkel α.) 272

Ein Körper gleitet eine geneigte Ebene mit 30° Neigungswinkel gleichförmig herab. Wie groß ist der Reibungskoeffizient? 273

Auf einer abschüssigen Strecke fährt eine Straßenbahn bei abgeschalteten Motoren mit konstanter Geschwindigkeit. Bestimmen Sie das Gefälle der Straße, wenn der Reibungskoeffizient gleich 0,01 ist! (Als Druckkraft wird das Gewicht des Körpers angenommen.) 274

Ein Kraftfahrzeug von 1 Mp Gewicht rollt mit konstanter Geschwindigkeit bei angezogenen Bremsen einen Hügelabhang herunter. Das Gefälle beträgt 1 m auf 10 m Weg. Bestimmen Sie die Reibung beim Bremsen! 275

276 Vom obersten Punkt einer 10 m langen und 5 m hohen geneigten Ebene beginnt sich ein Körper zu bewegen. Wie lange wird die Bewegung des Körpers bis zum unteren Ende der geneigten Ebene dauern, wenn der Reibungskoeffizient gleich 0,2 ist? Welche Geschwindigkeit hat der Körper dann erreicht?

277 Zwei Arbeiter tragen an einer Stange von 3 m Länge eine Last, wobei auf den einen der doppelte Anteil der Last entfällt. Wo hängt die Last?

278 Zwei parallele Kräfte von 2 kp und 3 kp greifen an den Enden einer 1,5 m langen festen Stange an. Bestimmen Sie die Größe und den Angriffspunkt der Resultierenden!

279 Auf einem Balken von 1 m Länge liegt 25 cm von dessen einem Ende entfernt eine Last von 400 kp. Mit welcher Kraft drückt dieser Körper auf beide Stützen des Balkens?

280 An einen Träger, der über den Säulen A und B liegt, muß eine Last von 1400 kp angehängt werden. Die Länge des Trägers beträgt 7 m. Wo muß diese Last angehängt werden, damit sie auf die Säule A nur mit 500 kp drückt?

281 Bei welcher Art des Aufhängens einer Schaukel werden die Seile weniger beansprucht? (Bild 35)

282 An einer Stange von 120 cm Länge greifen drei parallele gleichgerichtete Kräfte an: am linken Ende der Stange 3 kp, in der Mitte 8 kp und an dem rechten Ende 9 kp. Wie groß ist die Resultierende dieser Kräfte? Wo liegt ihr Angriffspunkt?

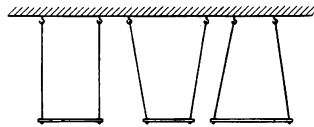


Bild 35

283 Suchen Sie die Größe und den Angriffspunkt der Resultierenden zweier paralleler entgegengesetzt gerichteter Kräfte von 20 kp und 50 kp, wenn der Abstand zwischen ihren Angriffspunkten 45 cm beträgt!

284 Von zwei parallelen Kräften, die nach verschiedenen Seiten gerichtet sind, ist die größere gleich 3 kp. Suchen Sie die kleinere Kraft und die Größe der Resultierenden, wenn das Verhältnis der Abstände der Angriffspunkte beider Komponenten vom Angriffspunkt der Resultierenden gleich 0,4 ist!

7. Schwerpunkt, Gleichgewicht der Körper

285 Wieviel muß von der Länge einer homogenen Stange abgeschnitten werden, damit sich ihr Schwerpunkt um 10 cm verschiebt?

286 Verändert sich das Gewicht eines Körpers und die Lage seines Schwerpunktes, wenn man ihn biegt, hebt oder neigt?

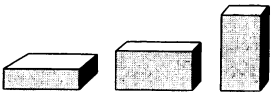


Bild 36

Ein Ziegelstein mit den Maßen $28 \times 14 \times 7$ cm kann drei verschiedene Lagen einnehmen (Bild 36). Bestimmen Sie den Abstand des Schwerpunktes von der Unterstützungsfläche in allen drei Lagen! In welcher Lage hat der Ziegelstein die größte Standfestigkeit? Warum? 287

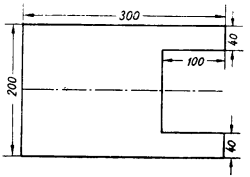


Bild 37

Suchen Sie den Schwerpunkt einer homogenen Platte mit einem Ausschnitt! Entnehmen Sie die Maße dem Bild 37! 288

Suchen Sie den Schwerpunkt einer homogenen Platte mit einem Ausschnitt! Entnehmen Sie die Maße dem Bild 38! 289

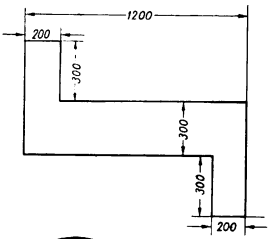


Bild 38

Aus einer homogenen runden Platte von 9 cm Radius ist ein Kreis mit dem halben Radius so herausgeschnitten worden, daß er den ersten Kreis berührt (Bild 39). Suchen Sie den Schwerpunkt der erhaltenen Platte! 290

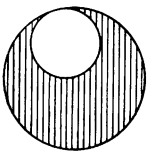


Bild 39

Zwei homogene Zylinder sind so miteinander verbunden, daß ihre Achsen eine gerade Linie bilden. Der erste Zylinder hat eine Höhe von 20 cm und einen Querschnitt von 9 cm^2, der zweite eine Höhe von 12 cm und einen Querschnitt von 5 cm^2. Ermitteln Sie den Schwerpunkt dieses Systems! 291

Eine 40 cm lange Stange zylindrischer Form besteht zur Hälfte ihrer Länge aus Blei und zur anderen Hälfte aus Eisen. Wo liegt der Schwerpunkt dieser Stange? 292

Zwei Kugeln gleichen Volumens, eine aus Aluminium und eine aus Zink, sind im Berührungspunkt miteinander verbunden. Wo liegt der Schwerpunkt dieses Systems? 293

Am Ende einer 30 cm langen Stange ist eine Kugel mit einem Radius von 60 cm befestigt. Ihr Mittelpunkt liegt in der Verlängerung der Stangenachse. Wo befindet sich der Schwerpunkt dieses Systems, wenn die Gewichte der Stange und Kugel gleich sind? 294

295 An den Enden einer 60 cm langen homogenen Stange von 1 kp Gewicht sind Lasten von 1 kp und 2 kp aufgehängt. Wo muß man diese Stange stützen, damit sie sich im Gleichgewicht befindet?

296 Ein Gerät besteht aus einer 50 cm langen zylindrischen Stange von 2 kp Gewicht und zwei daran befestigten Kugeln mit den Radien 3 cm und 6 cm und den entsprechenden Gewichten 1,5 kp und 12 kp (Bild 40). Suchen Sie den Schwerpunkt des Gerätes!

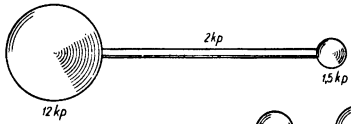


Bild 40

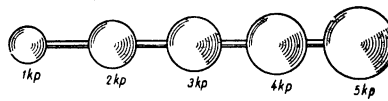


Bild 41

*297 Fünf Kugeln, deren Gewichte der Reihe nach 1 kp, 2 kp, 3 kp, 4 kp und 5 kp betragen, sind so auf einer Stange befestigt, daß sich ihre Mittelpunkte in gleichen Abständen voneinander befinden (Bild 41). Ermitteln Sie unter Vernachlässigung des Gewichts der Stange den Schwerpunkt des Systems!

298 Warum gelingt es nicht, mit dem Stuhl stehenzubleiben, wenn man den Körper nach vorn bewegt?

299 In welcher Lage der Pedalen eines Fahrrades ist das Drehmoment der senkrecht auf sie wirkenden Kraft
a) am größten,
b) gleich Null?

300 Auf den Reifen eines Wagenrades wirkt eine Bremskraft von 50 kp. Wie groß ist das Drehmoment, wenn der Radius des Rades 0,45 m beträgt?

301 Auf einen um eine Achse drehbaren Körper wirken im Uhrzeigersinn Kräfte von 5 kp und 3 kp, gegen den Uhrzeigersinn Kräfte von 2 kp und 6 kp. Die Arme dieser Kräfte sind in entsprechender Reihenfolge 50 cm, 25 cm, 75 cm und 20 cm lang. In welcher Richtung wird sich der Körper drehen? Welches Drehmoment müßte eine Zusatzkraft haben, damit der Körper im Gleichgewicht bleibt?

302 An der Welle einer Werkbank greift eine Kraft mit einem Moment von 6,25 kpm an. Wie groß ist diese Kraft, wenn der Durchmesser der Welle 25 cm beträgt?

303 Warum ist eine lange Stange dann leichter in waagerechter Lage zu halten, wenn man in der Mitte anfaßt, als dann, wenn man sie an einem Ende halten will?

304 Ein an einem Faden genau in der Mitte aufgehängtes Drahtstück befindet sich in waagerechter Lage im Gleichgewicht. Bleibt es auch im Gleichgewicht, wenn man das eine Ende zur Hälfte umbiegt?

Bild 42

In einer Seilschlinge hängt ein Holzmast im Gleichgewicht. Sein eines Ende ist dünner als das andere (Bild 42). Der Mast wird im Unterstützungspunkt durchgeschnitten. Wird das dicke oder das dünne Ende ein größeres Gewicht haben? 305

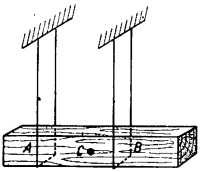


Bild 43

Auf einem Brett von 4 m Länge und 30 kp Gewicht schaukeln sich zwei Jungen, die 30 kp und 40 kp wiegen. Wo muß sich der Drehpunkt des Brettes befinden, wenn die Jungen an den Enden des Brettes sitzen? 306

Eine Eisenstange von 10 kp Gewicht liegt an der Erde. Welche Kraft muß aufgewendet werden, um das eine Ende der Stange anzuheben? 307

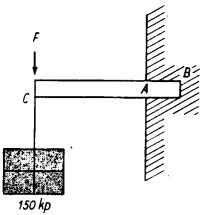


Bild 44

Eine Eisenstange von 1 m Länge und 12 kp Gewicht ist 20 cm von einem Ende entfernt unterstützt. Welche Kraft ist erforderlich, um das andere Ende der Stange in horizontaler Lage zu halten? 308

Ein 140 kp schwerer Balken hängt in zwei Seilschlaufen (Bild 43). Welche Zugkraft herrscht in den Seilen, wenn der Abstand $AC = 3\,\text{m}$ und $CB = 1\,\text{m}$ beträgt? 309

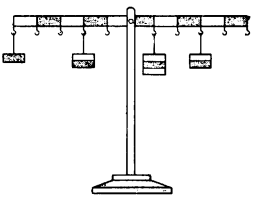


Bild 45

Ein 150 kp schwerer Balken ist mit einem Ende in die Wand eingemauert und wird in den Punkten A und B gestützt (Bild 44). An seinem anderen Ende C hängt eine Last von 150 kp. Es wird angenommen, daß die ganze Last von den Stützen A und B aufgenommen wird. Berechnen Sie die Druckkräfte in diesen Stützen, wenn $CA = 1{,}5\,\text{m}$ und $AB = 0{,}5\,\text{m}$ betragen! 310

Befindet sich der im Bild 45 dargestellte Hebel im Gleichgewicht? 311

Ein 1,5 Mp schwerer Wagen hat einen Achsabstand von 1,8 m und eine Länge von 3 m. Mit welcher Kraft kann man den Wagen an einem Ende anheben? Um wieviel hebt sich der Schwerpunkt des Wagens, wenn er an einem Ende um 30 cm gehoben wird? 312

313 Ein Hebel, an dessen einem Ende eine Last von 120 p hängt, befindet sich in horizontaler Lage im Gleichgewicht, wenn er im Abstand von einem Fünftel seiner Länge von der Last aus gestützt wird. Wieviel wiegt der Hebel?

314 Ein Tafellineal ragt mit einem Viertel seiner Länge über den Tischrand hinaus und drückt nur noch auf die Tischkante, wenn das überhängende Ende mit 250 p belastet wird. Wie groß ist das Gewicht des Lineals? Welchen Teil der Länge des Lineals muß man über den Tischrand hinausschieben, damit das Lineal bei 125 p Belastung an der Tischkante im Gleichgewicht bleibt?

315 Auf einem 60 cm langen Brett steht ein Zylinder, dessen Höhe dreimal so groß wie der Durchmesser seiner Grundfläche ist. Bis zu welcher maximalen Höhe darf man ein Ende des Brettes anheben, ehe der Zylinder umfällt?

8. Einfache kraftumformende Einrichtungen

316 Ein zweiseitiger Hebel mit Armen von 45 cm und 60 cm Länge befindet sich im Gleichgewicht, wenn am kurzen Ende eine Kraft von 8 kp angreift. Berechnen Sie die Druckkraft, die der Hebel auf die Auflagekante ausübt!

317 Ein Mensch trägt eine Last von 15 kp an einen Stock gehängt, der in der Mitte auf der Schulter aufliegt. Welche Kraft drückt auf die Schulter? Ändert sich diese Kraft, wenn der Stock so verschoben wird, daß ungleiche Hebelarme vorliegen?

318 Eine Eisenstange von 10 kp Gewicht und 1,5 m Länge liegt so auf einer Kiste, daß sie über den Kistenrand links 0,4 m und rechts 0,6 m hinausragt. Welche Kraft ist nötig, um:
a) das linke Ende,
b) das rechte Ende
anzuheben?

319 Fährt sich eine Schubkarre leichter, wenn die Last nahe am Rad oder wenn sie weiter davon entfernt liegt?

320 Beim Prüfen des Hebelgesetzes wurde experimentell festgestellt, daß zur Gleichgewichtsbedingung bei einer Last $F_1 = 2$ kp am langen Arm ein Gewichtsstück $F_2 = 100$ p angehängt werden mußte. Das ist der 20. Teil der Last, obwohl der kurze Arm nur ein Fünftel des langen ausmacht. Wodurch ist die Abweichung des Versuchsergebnisses von der Rechnung zu erklären? (Bild 46)

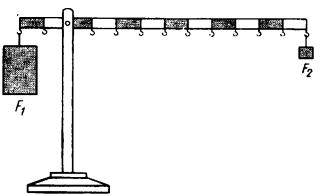


Bild 46

Warum ist es beim Zerschneiden von Metalldraht mit einer Schere zweckmäßig, diesen möglichst nahe dem Drehpunkt der Schere zu halten? 321

Der Kopf eines Nagels, der mit einem Nageleisen herausgezogen werden soll (Bild 47), befindet sich 8 cm von der Auflagekante des Hammers entfernt. Die Kraft der Hand greift am Hammerstiel im Abstand von 30 cm vom Drehpunkt an. Um den Nagel herauszuziehen, mußte am Griff eine Kraft von 6 kp wirksam werden. Bestimmen Sie die Widerstandskraft des Nagels! 322

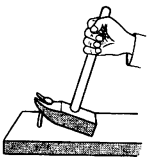


Bild 47

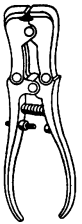


Bild 48

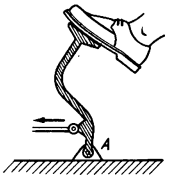


Bild 49

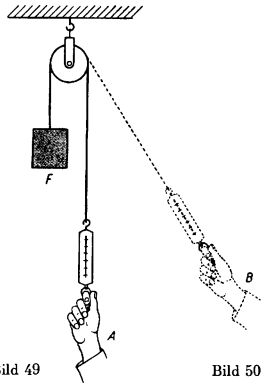


Bild 50

Am kurzen Hebelarm (Länge: 8 cm) hängt eine Last von 100 kp. Zum Anheben der Last greifen am langen Hebelarm (Länge: 40 cm) 25 kp an. Wie groß ist der Wirkungsgrad des Hebels? 323

Warum erzielt man mit der im Bild 48 dargestellten komplizierten Zange einen großen Kraftgewinn? 324

Im Bild 49 ist der Fußbremshebel eines Autos dargestellt. Es ist ein gebogener Hebel mit dem Drehpunkt *A*. Ermitteln Sie aus der Zeichnung die Längen der Hebelarme! 325

Zeigen bei dem im Bild 50 dargestellten Versuch die beiden Federwaagen gleiche Kräfte an? Sind in beiden Fällen die Kräfte gleich, die auf die Rollenachse drücken? 326

Mit einer festen Rolle wird eine Last von 100 kp auf 1,5 m Höhe gezogen. Bestimmen Sie die verrichtete Arbeit und die Druckkraft auf die Achse der Rolle! Der Wirkungsgrad beträgt 90 %. 327

328 Ein Maler zieht sich mit Hilfe einer Rolle, die am Dachrand befestigt ist, am Hause empor. Mit welcher Kraft muß er am Seilende ziehen, wenn er selbst 64 kp wiegt? (Die Reibung wird nicht berücksichtigt.)

329 Mit einer losen Rolle wird eine Last von 75 kp 10 m hoch gehoben. Der Wirkungsgrad ist 60 %. Bestimmen Sie:
a) die zum Heben notwendige Kraft,
b) die Nutzarbeit,
c) die gesamte aufgewendete Arbeit!

330 Das eine Ende einer festen Stange ist mit einem Scharnier im Punkte C befestigt. Am anderen Ende A greift eine Schnur an, die über eine feste und eine lose Rolle führt und mit dem anderen Ende an einem Gestell befestigt ist (Bild 51). 0,6 m von A entfernt greift an der Stange eine Kraft von 7,5 kp senkrecht nach unten an, zu deren Ausgleich an der losen Rolle 10 kp angehängt worden sind. Bestimmen Sie die Länge des Hebels und die Druckkraft am Scharnier C. (Die Reibung wird vernachlässigt.)

331 Eine Kombination von fester und loser Rolle befindet sich im Gleichgewicht (Bild 52). Was geschieht, wenn der Aufhängepunkt des Fadens (A) nach rechts verschoben wird?

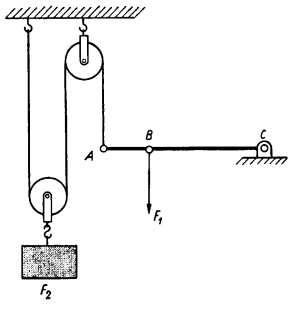


Bild 51

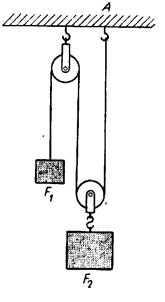


Bild 52

332 Zum Anheben einer Last von 5 kp mit Hilfe eines Flaschenzuges (Bild 53) ist eine Kraft von 1 kp nötig. Auf welche Höhe hebt man die Last, wenn der Angriffspunkt der angreifenden Kraft 1 m heruntergezogen wird? Welchen Wirkungsgrad hat der Flaschenzug?

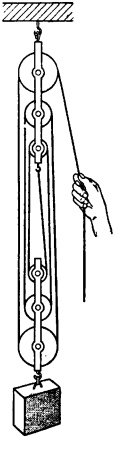


Bild 53

Mit einem System von Rollen wird eine 240 kp schwere Last 0,5 m gehoben. Das Seilende, an welchem eine Kraft von 50 kp angreift, legt dabei einen Weg von 3 m zurück. Berechnen Sie den Wirkungsgrad dieses Systems! **333**

Eine Rolle, über die eine Schnur mit den Lasten 1 kp und 2 kp an den Enden gelegt ist, hängt an einer Federwaage. Welches Gewicht zeigt die Federwaage an, wenn sich die Lasten bewegen? (Die Reibung bleibt unberücksichtigt.) **334***

Die Welle einer Seilwinde ($d = 20$ cm) wird mit einer 60 cm langen Kurbel gedreht. Beim Anheben einer Last von 120 kp muß an der Kurbel eine Kraft von 25 kp angreifen. Wie groß ist der Wirkungsgrad dieser Winde? **335**

Ein Differentialflaschenzug (Bild 54) hat in seinem Oberteil zwei Rollen mit den Radien 10 cm und 9 cm, die beide fest auf einer gemeinsamen Achse sitzen. Welche Kraft ist zum Heben einer Last von 50 kp erforderlich? (Das Gewicht der Rolle und die Reibung bleiben unberücksichtigt.) **336°**

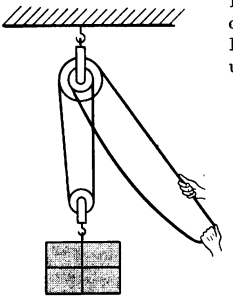


Bild 54

Ein Faß wird über geneigte Bohlen zweimal auf die gleiche Höhe gerollt. Wird es einen größeren Druck auf sie ausüben, wenn diese einmal länger und einmal kürzer gewählt werden? **337**

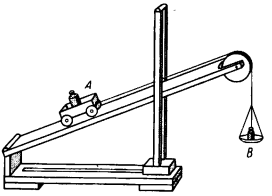


Bild 55

Bei Schülerübungen an der geneigten Ebene erhielt man folgende Werte (Bild 55): Höhe der geneigten Ebene: 15 cm, Länge: 50 cm, Gewicht des Wagens A mit Last: 220 p, Gewicht der Waagschale B mit Wägestücken bei langsamer gleichförmiger Aufwärtsbewegung des Wagens A: 75 p und bei gleichförmigem Hinunterrollen des Wagens längs der geneigten Ebene: 57 p. Ist hierbei die Bedingung erfüllt, die zum Gleichgewicht des Körpers auf der geneigten Ebene erforderlich ist? Wie groß ist bei diesem Versuch der Wirkungsgrad der geneigten Ebene? **338**

Eine Last von 180 kp muß eine geneigte Ebene von 5 m Länge und 1,5 m Höhe hinaufbefördert werden. Bestimmen Sie die Kräfte, die notwendig sind, um die **339***

[1] Aufgaben mit dem Zeichen ° gehören nicht zu den Pflichtaufgaben.

Last auf der geneigten Ebene anzuheben und festzuhalten. Wie groß sind die Nutzarbeit und der Wirkungsgrad? Der Reibungskoeffizient wird mit 0,3 angenommen.

340 Ein Pferd zieht einen Wagen von 500 kp Gewicht bergan. Auf 1,5 km entfallen 100 m Höhenunterschied. Berechnen Sie die Arbeit, die das Pferd gegen die Zugkraft und die Reibung verrichtet hat! Wie groß ist der Wirkungsgrad, wenn der Reibungskoeffizient 0,06 ist?

341 Eine Straße steigt je Kilometer Wegstrecke um 60 m. Bei der Fahrt auf waagerechter Strecke entwickelt der Motor eines Autos ($G = 1{,}5$ Mp) bei der konstanten Geschwindigkeit von 45 km · h^{-1} eine Leistung von 10 PS.

a) Welche Leistung muß er bei der Fahrt bergan für dieselbe Geschwindigkeit aufbringen?

b) Was geschieht, wenn der Motor eine geringere Leistung abgibt?

(Der Widerstand wird in beiden Fällen als gleich angenommen.)

342 Am oberen Ende einer geneigten Ebene ist eine Winde mit einem Wellradius von 15 cm und einer Kurbel von 75 cm Länge angebracht. Welche Kraft muß an der Kurbel aufgewendet werden, damit eine Last von 2 Mp die schiefe Ebene hinaufbefördert wird? Der Steigungswinkel ist 30° und der Reibungskoeffizient 0,2.

***343** Auf einen 50 kp schweren Körper, der auf einer geneigten Ebene mit 30° Neigungswinkel liegt, wirkt eine Kraft von 30 kp parallel zu ihrer Basis ein. Berechnen Sie die Hangabtriebskraft und die Normalkraft! (Die Reibung wird vernachlässigt.)

344 Eine Lokomotive mit einer Leistung von 2000 PS zieht einen Zug von 2500 Mp Gewicht mit einer Geschwindigkeit von 36 km · h^{-1} bergauf. Welche maximale Steigung kann er bei dieser Geschwindigkeit überwinden, wenn der Reibungskoeffizient mit 0,005 angenommen wird?

°**345** Der Keil eines Beiles hat eine Breite von 4 cm und eine Wangenlänge von 24 cm. Auf den Keil, der in dem Spalt eines Holzscheites steckt, wird mit einer Kraft von 20 kp geschlagen. Mit welcher Kraft spaltet er das Holz? (Die Reibung wird nicht berücksichtigt.)

°**346** Welcher Widerstand wird beim Eindrehen einer Schraube mit 3 mm Ganghöhe überwunden, wenn am Schraubenzieher eine Kraft von 0,2 kp 3 cm von der Drehachse entfernt angreift?

***347** Die Schraube am Schraubstock hat eine Ganghöhe von 5 mm. Wenn er festgedreht wird, greift an der Schraubenmutter ein Widerstand von 10 kp an. Welche Arbeit wird bei zwei Umdrehungen der Schraube verrichtet? Welche Kraft muß am Kopf der Spannschraube wirken, wenn der Radius des Griffes 10 cm beträgt?

348 Die Ganghöhe einer Wagenwinde beträgt 0,5 cm, die Länge der Kurbel 0,4 m. An der Kurbel greifen 12 kp an, der Wirkungsgrad der Wagenwinde ist 45 %. Welche Druckkraft entwickelt das Gerät?

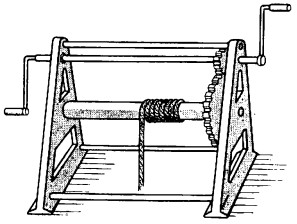


Bild 56

An der 40 cm langen Kurbel einer Bockwinde (Bild 56) greift eine Kraft von 20 kp an. Der Durchmesser des Triebrades beträgt 10 cm, der des großen Zahnrades 60 cm, der der Welle 10 cm. Berechnen Sie die Größe des zu überwindenden Widerstandes! (Die Reibung wird nicht berücksichtigt.) 349

Das kleine Zahnrad einer Winde hat eine Zähnezahl von 7, das große von 28. Der Radius der Welle beträgt 6 cm, die Länge der Kurbel 30 cm. Welche Kraft muß an der Kurbel angreifen, damit eine Last von 300 kp gehoben wird? (Die Reibung wird nicht berücksichtigt.) 350

Eine Last von 2 Mp wird mit einem Hebekran gehoben. Dieser besteht aus Kurbel, Wellen, Zahnrädern und Rollen. Welche Kraft wirkt am Ende der 50 cm langen Kurbel, wenn sich die Last bei 10 Umdrehungen der Kurbel um 15 cm hebt? (Die Reibung wird nicht berücksichtigt.) 351

9. Druck, Druck in Flüssigkeiten und Gasen

Welches Höchstgewicht darf ein zweiachsiger Güterwagen haben, wenn der zulässige Druck auf die Eisenbahnschienen 100 kp · cm^{-2} beträgt und die Berührungsfläche eines Rades mit der Schiene 5 cm^2 groß ist? 352

Welchen Druck übt eine Ziegelsteinmauer von 20 m Höhe auf das Fundament aus? 353

Das Eis auf dem Fluß hält keinen größeren Druck als 0,7 kp · cm^{-2} aus. Darf man deshalb mit einem kleinen Panzerkampfwagen darüberfahren? Der Wagen wiegt 1,5 Mp. Die Raupenkette von 140 mm Breite hat auf 0,9 m Bodenberührung. 354

Mit welcher Kraft wird ein Geschoß aus einem 76-mm-Geschütz herausgedrängt, wenn der durchschnittliche Druck der Pulvergase 1300 kp · cm^{-2} beträgt? Welche Geschwindigkeit erhält das Geschoß von 6,2 kp Gewicht, wenn es das 2587 mm lange Geschützrohr verläßt? 355

Drücken Sie einen Druck von 60 at in dyn · cm^{-2} aus! 356

Mit welcher Kraft drückt der Dampf auf ein Sicherheitsventil von 80 mm Durchmesser, wenn das Manometer einen Druck von 10 at anzeigt? 357

Eine Druckpumpe fördert das Wasser auf eine Höhe von 30 cm. Mit welcher Kraft drückt das Wasser auf das Pumpenventil von 6 cm^2 Querschnitt? 358

359 Fließt das Wasser in den hohen oder in den niederen Stockwerken eines Gebäudes mit größerem Druck aus den Wasserhähnen?

360 Um wieviel verringert sich das Volumen von 10 l Wasser, wenn es unter einem Druck von 8 at steht? Die Kompressibilität des Wassers beträgt $0{,}000\,05\ \mathrm{l} \cdot \mathrm{at}^{-1}$.

361 Welche Druckkraft kann an einer hydraulischen Presse erzielt werden, wenn am langen Arm des Hebels, der den Druck auf den kleinen Kolben überträgt, eine Kraft von 10 kp angreift? Das Verhältnis der Hebelarme ist 9:1, die Flächen der Kolben betragen entsprechend 5 cm^2 und 500 cm^2. Der Wirkungsgrad ist 0,8.

362 Der kleine Kolben einer hydraulischen Presse senkt sich bei einem Hub um 25 cm, der große hebt sich um 5 mm. Welche Druckkraft wird auf den großen Kolben übertragen, wenn auf den kleinen Kolben eine Kraft von 20 kp wirkt?

363 Welchen Druck üben die Gase auf den Zusatzkolben eines Maschinengewehrs aus, wenn die übertragende Kraft zum Bewegen der Scheibe und zum Wechsel der Patronen 0,5 kp beträgt? Der Kolbendurchmesser beträgt 15 mm.

364 In ein mit Wasser gefülltes waagerechtes Rohr von 20 cm^2 Querschnitt dringt von einem Ende ein Kolben ein. Mit welcher Kraft wird der Wasserstrahl aus dem Loch am anderen Ende des Rohres herausgestoßen, wenn der Öffnungsquerschnitt 5 mm^2 beträgt und auf den Kolben eine Kraft von 4 kp wirkt?

365 Nachdem in zwei verbundene Rohre von unterschiedlichem Querschnitt zuerst Quecksilber gefüllt worden ist, werden in das breite Rohr von 8 cm^2 Querschnitt zusätzlich 272 p Wasser gefüllt. Wieviel Zentimeter höher wird die Quecksilbersäule im engen Rohr stehen?

366 In verbundenen Gefäßen befindet sich Quecksilber. Darauf ist in das eine Gefäß eine Ölsäule der Höhe $h_1 = 48$ cm gegossen worden, in das andere eine Petroleumsäule von der Höhe $h_2 = 20$ cm. Berechnen Sie den Niveauunterschied des Quecksilbers in beiden Gefäßen!

367 Im Keller eines Gebäudes herrscht in der Wasserleitung ein Druck von $5\,\mathrm{kp} \cdot \mathrm{cm}^{-2}$. Unter welchem Druck fließt das Wasser im 4. Stock des Hauses in 15 m Höhe über dem Keller aus dem Hahn? Mit welcher Kraft drückt das Wasser auf die Hahnöffnung von 0,5 cm^2 Fläche?

368 Ein Aquarium ist bis oben hin mit Wasser gefüllt. Mit welcher Kraft drückt das Wasser auf die Wände des Aquariums, wenn es 50 cm lang und 30 cm hoch ist?

369 Ein Wasservorratsbehälter hat eine Länge von 2 m, eine Breite von 1,2 m und eine Höhe von 50 cm. Aus einer Öffnung im Deckel des Behälters steigt ein Rohr von 3 m Länge senkrecht nach oben. Welcher Druck wird auf den Boden des Behälters ausgeübt, wenn Behälter und Rohr voll mit Wasser sind? Welche Druckkraft wirkt von unten nach oben auf den Deckel des Behälters?

Der Hydrostat[1] einer Wasserbombe ist auf einen Druck von 5 kp · cm^{-2} eingestellt worden. In welcher Tiefe explodiert diese Bombe? 370

In welcher Tiefe herrscht im Süßwasser der dreifache Druck des atmosphärischen Luftdruckes, der gleich 765 Torr sein soll? 371

In welchen Fällen ist die Druckkraft einer Flüssigkeit auf den Gefäßboden größer als das Gewicht der ins Gefäß gegossenen Flüssigkeit, wann kleiner, wann gleich dem Gewicht? 372

In ein Gefäß mit Wasser ist ein Stück Holz geworfen worden. Hat sich dadurch der Druck auf den Boden des Gefäßes verändert, wenn kein Wasser ausgelaufen ist? 373

Ein Kanal von 10 m Breite und 5 m Tiefe ist voll Wasser und durch einen Staudamm abgeriegelt worden. Mit welcher Kraft drückt das Wasser auf den Damm? Ist der Wasserdruck am oberen und am unteren Teil des Staudammes gleich groß? 374

In einem bis oben mit Petroleum gefüllten Tank befinden sich seitliche Öffnungen von 10 cm^2 Querschnitt, deren Mittelpunkte 2 m unterhalb des Flüssigkeitsspiegels liegen. Berechnen Sie die Druckkraft auf die Pfropfen, mit denen die Löcher verschlossen sind! 375

Bis zu welcher Höhe muß man Wasser in ein zylindrisches Gefäß füllen, damit die Druckkräfte des Wassers auf den Boden und auf die Wandung des Gefäßes gleich sind? 376*

Ein kubisches Gefäß mit der Kantenlänge a cm ist bis zum Rand mit Wasser gefüllt. Berechnen Sie die Druckkraft des Wassers auf den Boden und auf eine Seitenfläche des Gefäßes! 377

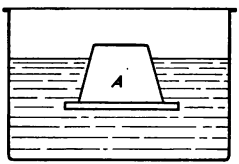


Bild 57

Ein Gefäß von der Form eines Kegelstumpfes mit angesetztem Bodenstück ist ins Wasser gesetzt worden (Bild 57). Wenn man 200 p Wasser in das Gefäß innen einfüllt, reißt der Boden ab. Fällt der Boden auch ab, wenn man ein Gewichtsstück von 200 p auf ihn setzt oder wenn 200 p Quecksilber eingegossen werden? 378

Ein Barometerrohr ist bis zu einem Winkel von 30° zur Waagerechten geneigt worden. Welche Länge hat die Quecksilbersäule bei normalem Luftdruck? 379

Wenn sich die Dichte der atmosphärischen Luft mit der Höhe nicht ändern würde, wie hoch wäre dann die Atmosphäre bei normalem Druck? 380

[1] Der Hydrostat ist ein Gerät, welcher den Zünder einer Wasserbombe in einer bestimmten Tiefe auslöst, da er auf einen bestimmten hydrostatischen Druck eingestellt werden kann.

381 Um welche Höhendifferenz muß man nach oben steigen, damit der Luftdruck um 1 Torr abnimmt? Die Dichte der Luft wird konstant gleich 0,0013 g · cm^{-3} gerechnet.

382 In einem Zickzackrohr (siehe Bild 58) befindet sich in den linken Schenkeln Quecksilber und in den Zwischenräumen zwischen dem Quecksilber Luft. Bestimmen Sie den Luftdruck in den Rohrschenkeln *A*, *B* und *C* bei normalem äußerem Luftdruck und einer Niveaudifferenz des Quecksilbers in den zwei benachbarten Schenkeln von 76 cm!

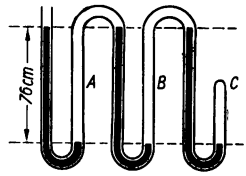


Bild 58

383 Wie kann man mit Hilfe des im Bild 59 sichtbaren Gerätes die Wichte einer Kupfervitriollösung bestimmen?

384 Die Kolbenfläche einer Saugpumpe beträgt 20 cm^2. Welche Kraft muß zum Heben des Kolbens aufgewandt werden, wenn das Barometer 750 Torr anzeigt und der Druck im Innern des auszupumpenden Gefäßes auf ein Zehntel des äußeren gebracht worden ist? (Die Reibung wird nicht berücksichtigt.)

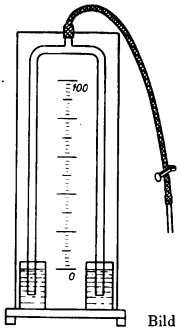


Bild 59

385 Ein Glaszylinder ohne Boden, der oben mit einem Häutchen von 1 dm^2 Fläche verschlossen ist, wird mit dem offenen Ende auf den Teller einer Luftpumpe gestellt. Beim Auspumpen der Luft aus dem Zylinder platzte das Häutchen, als das Manometer im Innern des Zylinders einen Druck von 540 Torr anzeigte. Bei welcher Druckkraft würde das Häutchen zerstört werden, wenn unter normalem Luftdruck gearbeitet würde?

10. Das Gesetz des Archimedes

386 Wirkt auf einen Körper der gleiche Auftrieb, wenn er in verschiedene Tiefen der Flüssigkeit eingetaucht wird?

387 Auf der Waagschale einer sich im Gleichgewicht befindenden Hebelwaage steht ein Glas mit Wasser. Wird das Gleichgewicht zerstört, wenn man in das Wasser des Glases ein Wägestück eintaucht, das mit einem Faden an einem Stativ hängt (Bild 60)? Wird das Gleichgewicht der Waage gestört, wenn das Wägestück schon vor dem Aus-

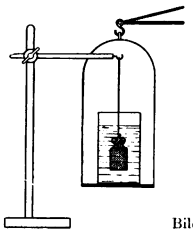


Bild 60

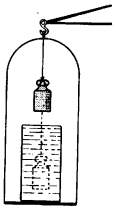


Bild 61

tarieren in das Wassergefäß eingetaucht worden war und nun am Faden aus dem Wasser herausgezogen wird? (Bild 61)

Welche Kraft muß man aufwenden, um einen Ziegelstein im Wasser festzuhalten? Der Stein wiegt in der Luft 10 kp, die Wichte des Ziegelmaterials beträgt 2,6 p · cm^{-3}. 388

Bestimmen Sie das Volumen von einem Stück Kupfer, das beim Eintauchen in Benzin einen Auftrieb von 140 p erfährt. 389

Ein Stück Glas wiegt in Luft 140 p, in Wasser 84 p. Berechnen Sie die Wichte des Glases! 390

An einem Waagebalken sind einmal zwei Körper aus dem gleichen Stoff, aber mit unterschiedlichem Gewicht, und ein andermal zwei Körper gleichen Gewichts aus verschiedenen Stoffen, das dritte Mal zwei Körper gleichen Volumens aus verschiedenen Stoffen ins Gleichgewicht gebracht worden. Wird jedesmal das Gleichgewicht gestört, wenn die Körper in Wasser eingetaucht werden? 391

Auf einen im Wasser untergetauchten Körper wirkt ein Auftrieb von der Größe eines Sechstels seines Gewichts. Wie groß ist die Wichte dieses Körpers? 392

Das Gewicht eines Körpers im Wasser beträgt nur ein Fünftel von dem in Luft. Welche Wichte hat der Körper? 393

Ein Stück Marmor wiegt in Petroleum 380 p. Bestimmen Sie das Gewicht des Marmors in der Luft! 394

Eine Aluminiumkugel wiegt in Luft 52 p, in Wasser 32 p, in Benzin 38 p und in Kupfervitriollösung 29 p. Bestimmen Sie die Wichte des Benzins und der Kupfervitriollösung! 395

Eine kupferne Kugel wiegt in der Luft 178 p und im Wasser 142 p. Ist diese Kugel massiv oder hat sie im Innern einen Hohlraum? 396

Ein Stück Holz schwimmt im Wasser und taucht zu drei Viertel seines Volumens ein. Wie groß ist die Wichte des Holzes? 397

Ein eiserner Körper schwimmt in Quecksilber. Welcher Teil seines Volumens taucht unter? 398

Ein Körper schwimmt in Petroleum und taucht zu 75 % seines Volumens ein. Welche Wichte hat der Körper? Wie weit würde der Körper in Wasser eintauchen? 399

Ein Ballen Baumwolle wiegt in der Luft 168 kp. Die Wichte im Ballen beträgt 0,84 p · cm^{-3}. Ermitteln Sie das wirkliche Gewicht des Ballens! 400

Ein Erlenmeyerkolben von 0,5 l Fassungsvermögen ist mit Petroleum gefüllt und in Wasser getaucht worden. Wird er schwimmen oder untergehen? Das Gewicht des Glases allein beträgt 200 p. Die Wichte des Glases wird mit 2,5 p · cm^{-3} angenommen. (Das Gewicht des Pfropfens wird nicht berücksichtigt.) 401

402 Zur Bestimmung der Wichte von Kohlendioxyd ist ein verlöteter Metallzylinder (Höhe: 10 cm, Durchmesser: 7 cm) in der Luft und in Kohlendioxyd gewogen worden. Die Gewichtsdifferenz betrug 0,24 p. Welche Wichte findet man auf Grund der angegebenen Werte für Kohlendioxyd?

403 Die Wasserverdrängung eines Unterseebootes beträgt über Wasser 3000 t und unter Wasser 3800 t. Welches Volumen haben die Oberwasser- und die Unterwasserteile des Bootes beim Schwimmen an der Oberfläche und wieviel Tonnen Ballast muß das Boot aufnehmen, um untertauchen zu können?

404 Der Querschnitt eines Schiffes hat in Höhe der Wasserlinie eine Fläche von 3000 m^2. Die Eintauchtiefe des Schiffes nimmt bis zum Abschluß der Beladung um 2 m zu. Berechnen Sie das Gewicht der vom Schiff aufgenommenen Ladung! (Wichte des Meereswassers: 1,03 $p \cdot cm^{-3}$.)

405 Meerwasser ist um 3 % schwerer als Flußwasser. Damit ein Schiff bei der Fahrt aus dem Meer in den Fluß seine Eintauchtiefe nicht verändere, hat es 90 t Lasten ausgeladen. Berechnen Sie das Gewicht des Schiffes zusammen mit der auf ihm verbleibenden Last!

406 Ein Schiff wurde im Hafen um einen Teil seiner Fracht entladen. Dabei verringerte sich seine Eintauchtiefe um 60 cm. Wieviel Last ließ das Schiff im Hafen zurück, wenn sein Querschnitt in Höhe der Wasserlinie gleich 5400 m^2 ist?

407 Ein rechteckiger Ponton von 800 kp Gewicht hat folgende Ausmaße: Länge: 4 m, Breite: 2 m und Höhe: 0,7 m. Errechnen Sie die Eintauchtiefe des Pontons ohne Belastung und die höchstzulässige Belastung bei einer Bordhöhe von 20 cm über der Wasserlinie!

***408** An der Oberfläche von Wasser mit der Wichte γ schwimmt ein Gefäß mit senkrechten Seitenwänden und einer waagerechten Bodenfläche vom Flächeninhalt A (Bild 62). In das Innere des Gefäßes ist Wasser bis zur Höhe h_0 gegossen worden. Die zugehörige Eintauchtiefe des Gefäßes ist H_0. Wie verändern sich die Höhen h_0 und H_0, wenn in das Gefäß hinein zusätzlich ein Holzklotz mit dem Gewicht G gesetzt wird?

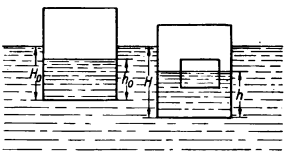


Bild 62

409 Wieviel Holzstämme von 10 m Länge und 300 cm^2 mittlerem Querschnitt muß man mindestens zu einem Floß zusammenbinden, auf dem man einen Lastwagen von 5 Mp Gewicht über den Fluß setzen kann? Die Wichte des Holzes ist 0,6 $p \cdot cm^{-3}$.

410 Geht ein unbelastetes Schlauchboot unter, wenn es im aufgeblasenen Zustand bis zum Rand mit Wasser gefüllt wird? Was geschieht unter denselben Bedingungen mit einem Metallboot?

Eine Hohlkugel aus Zink, deren äußeres Volumen 200 cm^3 beträgt, schwimmt so im Wasser, daß sie zur Hälfte ins Wasser eintaucht. Ermitteln Sie das Volumen der Kugelhöhlung! 411

Eine Hohlkugel aus Eisen schwebt im Wasser. Wie groß ist das Gewicht der Kugel, wenn der Hohlraum ein Volumen von 20 cm^3 hat? 412

Ein Rettungsring aus Kork wiegt 3,6 kp. Berechnen Sie die Tragkraft dieses Ringes im Süßwasser! 413

Ein Eisberg schwimmt im Meer und ragt mit 150 m^3 seines Volumens über die Wasseroberfläche hinaus. Wie groß ist das Volumen des ganzen Eisberges? 414

Welchen Flächeninhalt muß eine Eisscholle von 40 cm Stärke mindestens haben, damit sie einen Menschen mit einem Gewicht von 75 kp trägt? 415

Ein Luftballon mit einem Volumen von 2000 m^3 ist mit Wasserstoff gefüllt. Das Gewicht der Hülle, des Netzes, des Korbes, des Ballastes und der übrigen Ausstattung beträgt insgesamt 1600 kp. Bestimmen Sie die Steigkraft des Ballons! 416

Das Gewicht von Hülle, Gondel, Ballast und Kommandant des Stratosphärenballons „UdSSR", der im Jahre 1933 bis zu einer Höhe von 19 km in die Stratosphäre aufgestiegen ist, betrug 2480 kp. Die Hülle mit 2500 m^3 Rauminhalt enthielt beim Start ungefähr 2150 m^3 Wasserstoff. Mit welcher Beschleunigung begann der Ballon aufzusteigen? 417

Ein Ballon mit einer Masse von 500 kp und einem Volumen von 600 m^3 steigt senkrecht nach oben. Seine Bewegung während der ersten 10 s wird als gleichmäßig beschleunigt angenommen. Welche Höhe erreicht der Ballon in diesen ersten 10 s? Welche Arbeit verrichtet die auf ihn wirkende Kraft dabei? Die Wichte der Luft wird mit 1,3 kp $\cdot$ m^{-3} angenommen. 418*

11. Strömung in Flüssigkeiten und Gasen

Wieviel Wasser läuft in 1 s durch ein Rohr von 40 cm Durchmesser, wenn die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers 15 cm $\cdot$ s^{-1} beträgt? 419

Die Strömungsgeschwindigkeit im breiten Abschnitt eines horizontalen Wasserleitungsrohres beträgt 10 cm $\cdot$ s^{-1}. Welche Strömungsgeschwindigkeit hat das Wasser im engen Abschnitt desselben Rohres, wenn dessen Durchmesser nur halb so groß ist? 420

Im breiten Abschnitt eines waagerecht liegenden Rohres fließt das Wasser mit einer Geschwindigkeit von 8 cm $\cdot$ s^{-1} bei einem Druck von 1,5 at. Im engen Abschnitt des Rohres beträgt der Druck 1,4 at. Welche Strömungsgeschwindigkeit herrscht im engen Teil des Rohres? (Die Reibung bleibt unberücksichtigt.) 421°

°422 In einem waagerecht liegenden Rohr von 5 cm Durchmesser fließt das Wasser mit einer Geschwindigkeit von 20 cm · s^{-1} bei einem Druck von 2 at. Welcher Druck herrscht im engen Teil des Rohres mit 2 cm Durchmesser?

°423 Mit welcher Geschwindigkeit sinkt der Wasserspiegel in einem Behälter mit einem Querschnitt von 1 m^2, wenn die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers im Ausflußrohr mit 20 m^2 Querschnitt 2 m · s^{-1} beträgt? Wieviel Liter Wasser fließen je Sekunde aus dem Behälter aus?

°424 Auf welche Höhe steigt das Wasser im seitlichen Ansaugstutzen des Rohres, das an die enge Stelle einer waagerechten Wasserleitung von 2 cm Durchmesser angelötet worden ist? Der weite Abschnitt des Rohres hat einen Durchmesser von 6 cm (Bild 63). In ihm fließt das Wasser bei einem Druck von 1 at mit einer Geschwindigkeit von 30 cm · s^{-1}.

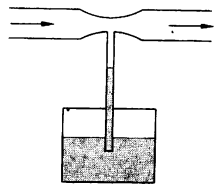


Bild 63

*425 Auf den Kolben einer Spritze von 4 cm Durchmesser wirkt eine Druckkraft von 3 kp. Mit welcher Geschwindigkeit muß der Strahl aus einer Öffnung in horizontaler Richtung herausfließen?

426 Was geschieht, wenn man in den Raum zwischen zwei nebeneinander stehenden brennenden Kerzen zu blasen beginnt?

427 Wie ist es zu erklären, daß sich zwei Postkarten, die in geringem Abstand voneinander aufgehängt sind, nähern, wenn man zwischen ihnen einen Luftstrahl hindurchbläst (Bild 64)?

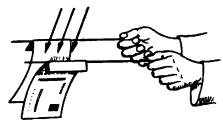


Bild 64

428 Warum wird ein Schiff, das in der tiefen Fahrrinne schwimmt, von einer benachbarten flachen Stelle angezogen?

429 Warum fällt eine Kugel in einem mit einer zähen Flüssigkeit gefüllten Zylinderrohr zuerst mit sich ständig verkleinernder Beschleunigung, dann aber bei hinreichender Länge des Rohres gleichförmig?

430 Wo ist die Strömung des Flusses größer:
a) in einer gewissen Tiefe oder an der Oberfläche des Wassers,
b) in der Mitte des Flusses oder nahe am Ufer?

431 Drei Körper verschiedener Form, die aber gleiches Gewicht, gleiches Volumen und gleiche Frontalfläche (Querschnitt) besitzen, werden mit einer Federwaage aus einem Gefäß mit Flüssigkeit herausgehoben (Bild 65). Werden die Federwaagen stets gleiche Meßwerte zeigen?

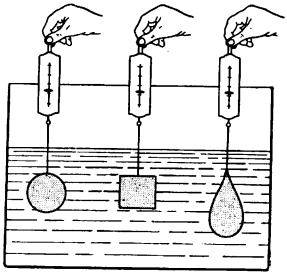


Bild 65

Ein Stein von 10,4 kp Gewicht sinkt im Wasser mit konstanter Geschwindigkeit. Wie groß ist die Widerstandskraft des Wassers bei dieser Bewegung? Die Wichte des Steines beträgt 2,6 p · cm^{-3}. 432

Der Luftwiderstand für den Fall einer Kugel in Luft ergibt sich aus der Formel 433*

$$F = 0{,}024 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot v^2.$$

Dabei bedeuten: d: Durchmesser der Kugel (in m)
v: Geschwindigkeit des Körpers (in m · s^{-1})
F: Widerstandskraft (in kp)

Berechnen Sie, mit welcher Grenzgeschwindigkeit eine Blei- und eine Korkkugel mit gleichem Durchmesser von 10 cm fallen werden!

Zwei Kugeln gleichen Volumens bestehen aus demselben Stoff. Eine von ihnen ist massiv, die andere ist hohl. Sie fallen aus großer Höhe durch die Luft. Werden beide Kugeln beim Auftreffen auf der Erde gleiche Geschwindigkeiten haben? Werden sie mit der gleichen mittleren Beschleunigung bis zum Erreichen der Grenzgeschwindigkeit fallen? 434

Warum bewegt sich ein Papierzylinder, nachdem er von einer geneigten Ebene abgerollt ist (Bild 66), nicht längs der Parabel AB, sondern weicht zur Basis der geneigten Ebene hin ab? 435

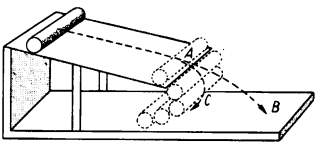


Bild 66

Warum ändert sich bei gleichbleibender Fluggeschwindigkeit durch das Ändern des Anstellwinkels der Flugzeugflügel der Quotient aus Frontalwiderstand und Steigkraft? 436

Welche Beziehung besteht zwischen der Zugkraft und dem Frontwiderstand, ebenso zwischen dem Gewicht und der Steigkraft bei gleichförmigem waagerechtem Flug des Flugzeugs? 437

Zwei Schiffe fahren auf parallelem Kurs in geringem Abstand voneinander vorüber. Warum nähern sich die Schiffe? 438

439 Der Minutenzeiger einer Uhr ist dreimal so lang wie der Sekundenzeiger. In welchem Verhältnis stehen die linearen Geschwindigkeiten der Enden dieser Zeiger?

440 Das Wievielfache von der Winkelgeschwindigkeit der Rotation der Erde beträgt die Winkelgeschwindigkeit des Stundenzeigers?

441 Das Rad eines Fahrrades hat einen Radius von 40 cm. Mit welcher Geschwindigkeit fährt der Radfahrer, wenn das Rad 100 $U \cdot min^{-1}$ macht? Welche Winkelgeschwindigkeit hat das Rad bei dieser Bewegung?

442 Eine Scheibe mit 30 cm Durchmesser macht 600 Umdrehungen in 0,5 min. Bestimmen Sie:
a) die Frequenz,
b) die Winkelgeschwindigkeit,
c) die Bahngeschwindigkeit eines Punktes am Scheibenumfang!

443 Wieviel Umdrehungen je Sekunde macht das Treibrad einer Lokomotive mit 1,5 m Durchmesser bei einer Geschwindigkeit von 72 $km \cdot h^{-1}$?

444 Ein Junge läßt in senkrechter Ebene einen Stein rotieren, der an einem 0,5 m langen Bindfaden befestigt ist. Er verschafft dem Stein 3 $U \cdot s^{-1}$. Bis zu welcher Höhe würde der Stein fliegen, wenn der Bindfaden gerade in dem Augenblick reißen würde, in dem die Geschwindigkeit senkrecht nach oben gerichtet ist?

445 Mit einer Bohrmaschine wird ein Loch von 15 mm Durchmesser mit einer Schnittgeschwindigkeit von 628 $mm \cdot s^{-1}$ und einem Vorschub von 3 $mm \cdot U^{-1}$ gebohrt. Wie tief ist das Loch geworden, wenn das Bohren 1 min gedauert hat?

°**446** Eine Welle läuft aus dem Stillstand an und vollbringt in den ersten 10 s 50 U. Der Lauf der Welle wird als gleichmäßig beschleunigt angenommen. Berechnen Sie die Winkelbeschleunigung und die Endwinkelgeschwindigkeit!

447 Die Drehzahl eines Rades ist halb so groß wie die Drehzahl eines anderen, aber der Radius des ersten ist dreimal so groß wie der Radius des zweiten Rades. Vergleichen Sie die Zentrifugalbeschleunigungen für Punkte an der Peripherie beider Räder!

448 Zum Prüfen der Formel für die Zentrifugalkraft $F = \frac{m \cdot v^2}{r} = 4\,\pi^2\, m\, n^2\, r$ ist ein Praktikumsversuch durchgeführt worden. Ein Massestück von 100 g wurde an einen Faden geknüpft, und der Schüler brachte es so in Drehbewegung, wie es im Bild 67 angegeben ist. Das Massestück beschrieb einen Kreis mit 15 cm Radius und vollbrachte in 25 s 20 U. Die Kraft F wurde mit der Federwaage gemessen (Bild 68) und ergab sich zu 40 p. In welchem Maße bewahrheitete sich die Formel

Bild 67

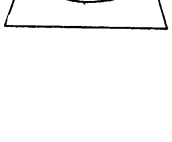
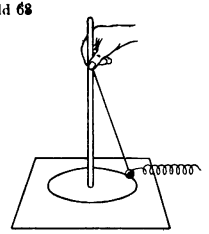


Bild 68



für die Zentrifugalkraft? Wie kann man die Kraft F ausrechnen, wenn man die Länge des Fadens kennt (40 cm in diesem Falle)?

449 Zwei Kugeln ($G_1 = 50$ p, $G_2 = 100$ p) stecken verschiebbar auf einer Stange (Bild 69) und sind miteinander durch einen Faden so verbunden, daß der Abstand ihrer Mittelpunkte 20 cm beträgt. Die Stange steckt auf einer Schwungmaschine. In welchem Abstand von der Drehachse muß die große Kugel eingestellt werden, damit beide bei der Drehbewegung im Gleichgewicht bleiben?

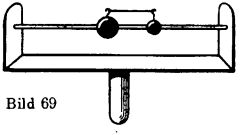


Bild 69

450 Die Drehzahl eines sich gleichförmig drehenden Körpers vergrößerte sich auf das Dreifache, weil seine Zentrifugalkraft um 4 kp größer als vorher geworden war. Wie groß war die Zentrifugalkraft bei der vorhergehenden Winkelgeschwindigkeit?

451 Die Radien zweier Räder betragen 20 cm und 40 cm, die Umfangsgeschwindigkeiten der Punkte am Radreifen entsprechend 5 m · s^{-1} und 10 m · s^{-1}. Das Wievielfache beträgt die Zentrifugalbeschleunigung am Reifen des einen Rades von der am Reifen des anderen Rades?

452 Ein Wägestück von 200 p dreht sich an einem Faden in senkrechter Ebene. Um wieviel wird die Zugkraft am Faden beim Durchgang des Wägestückes durch den tiefsten Punkt größer sein als beim Durchgang durch den höchsten Punkt?

453 Ein Reiter bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von 12 m · s^{-1} auf einer Kreisbahn von 50 m Radius. Unter welchem Winkel zur Waagerechten muß er sich neigen, damit er das Gleichgewicht behält?

454 An einem Faden, der bei einer Zugkraft von 2,5 kp reißen würde, hängt eine Last von 1 kp. In gespanntem Zustand wird der Faden mit dem Wägestück aus der senkrechten in die waagerechte Lage überführt und danach losgelassen. Bleibt der Faden bei der Bewegung durch die Gleichgewichtslage ganz?

455 An dem einen Ende eines Fadens der Länge l hängt eine Last von 1 kp, das andere Ende ist starr befestigt. Auf welche Höhe gegenüber der Gleichgewichtslage muß die Last angehoben werden, damit der Faden beim Durchgang durch diese Lage einer Zugkraft von 1,5 kp ausgesetzt ist?

456 Ein Eimerchen mit Wasser wird in senkrechter Ebene an einem Faden von 0,5 m Länge gedreht. Mit welcher Mindestgeschwindigkeit muß er gedreht werden, damit das Wasser beim Durchgang durch den höchsten Bahnpunkt nicht ausläuft?

457 Ein Wägestück von 0,5 kp beschreibt in horizontaler Ebene eine Kreisbahn. Dabei beschreibt die 50 cm lange Schnur, an der das Stück hängt, die Mantelfläche eines Kegels und bildet mit dem Lot einen Winkel von 60° (Bild 67). Bestimmen Sie:
a) die Drehgeschwindigkeit des Körpers,
b) die Zentrifugalkraft und
c) die Zugkraft in der Schnur.
(Die Dehnung der Schnur wird nicht berücksichtigt.)

458 Um welchen Teil verringert sich das Gewicht eines Körpers am Äquator im Vergleich zu seinem Gewicht am Pol auf Grund der Rotation der Erde?

459 Welche Zugkraft herrscht in den Seilen eines Rundlaufs, wenn das Gewicht des Menschen 70 kp und der Winkel zwischen Seil und Mast 45° beträgt? Das Seil ist 5 m lang. Mit welcher Geschwindigkeit dreht sich dann der Rundlauf?

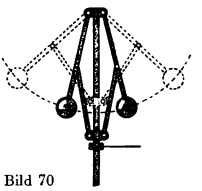


Bild 70

460 Um welchen Winkel schlagen die Lastkörper eines Zentrifugalreglers (Bild 70) aus, wenn die Länge der Stangen, an denen sich die Kugeln befinden, 20 cm beträgt und die Schwungmaschine 90 $U \cdot min^{-1}$ macht?

461 Ein Flugzeug, das eine Geschwindigkeit von 360 $km \cdot h^{-1}$ besitzt, beschreibt einen Looping mit 200 m Radius in senkrechter Ebene. Wie groß ist die Kraft, mit welcher der Pilot am höchsten und am tiefsten Punkt der Schleife in den Sitz gedrückt wird, wenn das Eigengewicht des Piloten 70 kp beträgt?

462 Ein Flugzeug beschreibt einen Looping in senkrechter Ebene. Ermitteln Sie die Mindestgeschwindigkeit des Flugzeugs, bei welcher der Pilot im oberen Punkt der Schleife nicht aus dem Flugzeug herausfallen würde! Der Kurvenradius sei 180 m.

463 Eine waagerecht liegende Scheibe dreht sich um eine senkrechte Achse und macht 25 $U \cdot min^{-1}$. In welchem Abstand von der Drehachse könnte ein Körper auf der Scheibe ruhig liegen bleiben, wenn der Reibungskoeffizient 0,2 ist?

464 Es ist die Druckkraft des Benzins auf den Boden des Tanks im Augenblick des Abfangens des Flugzeugs aus dem Sturzflug zu bestimmen. Der Tank hat eine Grundfläche von 1 m^2 und ist bis zur Höhe von 0,8 m mit Benzin gefüllt. Der Radius der Bahnkurve beträgt 400 m, die Geschwindigkeit des Flugzeugs 720 $km \cdot h^{-1}$.

***465** Ein kleiner Körper rutscht vom obersten Punkt der Außenfläche eines Reifens nach unten. In welcher Höhe h vom Anfangsniveau der Bewegung hebt sich der Körper vom Reifen ab und fliegt nach unten? (Die Reibung wird vernachlässigt.)

466 Warum geht in einer Zentrifuge die Trennung von Sahne und Milch viel schneller vor sich als in einem gewöhnlichen Krug? Wievielmal so schnell geht dieser Vor-

gang an der Wandung der Zentrifugentrommel vonstatten, die sich mit 300 U · min^{-1} bewegt und einen Trommelradius von 10 cm hat?

Ein 60 t schwerer Panzerwagen fährt mit einer Geschwindigkeit von 45 km · h^{-1} über eine Brücke. Berechnen Sie die Druckkraft des Panzers auf die Brücke, wenn festgestellt worden war, daß sich die Brücke wegen der Belastung durchgebogen hatte und einen Kreisbogen mit 600 m Radius bildete! 467

Ein Kraftfahrzeug, das mit Last 5 Mp wiegt, fährt mit einer Geschwindigkeit von 21,6 km · h^{-1} über eine gewölbte Brücke. Der Radius der Brückenkrümmung beträgt 50 m. Mit welcher Kraft drückt das Auto in der Mitte auf die Brücke? 468

Ein Mensch von 60 kp Gewicht sitzt in der Mitte eines Schaukelsitzes. Der Sitz hängt 3,2 m unter dem Gerüstbalken, an dem er mit Seilen befestigt ist. Beim Schaukeln geht die Mitte des Sitzes mit einer Geschwindigkeit von 4 m · s^{-1} durch die Gleichgewichtslage. Wie groß ist die Druckkraft, die das Brett beim Durchgang durch die Gleichgewichtslage aushalten muß? 469

13. Das Gravitationsgesetz

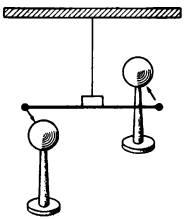


Bild 71

Bei einem Versuch zur Überprüfung des Gravitationsgesetzes (Bild 71) war zwischen den zwei Bleikugeln mit den Massen $m_1 = 5$ kg und $m_2 = 10$ g im Abstand von 7 cm eine Anziehungskraft von $6{,}13 \cdot 10^{-5}$ dyn gemessen worden. Welchen Wert ermitteln Sie auf Grund dieser Werte für die Gravitationskonstante? 470

Warum nähern sich die im Zimmer befindlichen Gegenstände trotz der gegenseitigen Anziehungskraft einander nicht? 471

Mit welcher Kraft ziehen sich zwei Güterwaggons mit je 20 t Masse an, wenn der Abstand ihrer Massenmittelpunkte 5 m beträgt? 472

Der Abstand zwischen den Mittelpunkten der Erde und des Mondes beträgt 60 Erdradien. Die Masse des Mondes beträgt aber nur den 81. Teil der Erdmasse. An welcher Stelle auf der Verbindungsgeraden ihrer Mittelpunkte wird ein Körper von beiden gleich stark angezogen? 473

Stellen Sie fest, mit welcher Beschleunigung Körper zur Oberfläche des Mondes fallen! Der Mondradius besitzt den 3,8. Teil des Erdradius, seine Masse beträgt den 81. Teil der Erdmasse. 474

Errechnen Sie die Anziehungskraft zwischen Erde und Mond! Die Masse der Erde beträgt $6 \cdot 10^{27}$ g, die Masse des Mondes $7{,}3 \cdot 10^{25}$ g und der Abstand zwischen ihren Mittelpunkten $3{,}84 \cdot 10^{10}$ cm. 475

476 Mit welcher Kraft wird ein Körper mit der Masse 1 kg vom Mond angezogen, wenn sich der Körper auf der Oberfläche des Mondes befindet, die Masse des Mondes gleich $7{,}3 \cdot 10^{25}$ g und sein Radius gleich $1{,}7 \cdot 10^{8}$ cm ist?

477 In welcher Höhe über der Erdoberfläche ist das Gewicht eines Körpers nur noch halb so groß wie an der Erdoberfläche selbst?

478 Beweisen Sie, daß die Erdbeschleunigung an einem bestimmten Breitengrad für alle Körper unterschiedlicher Masse gleich ist, d. h. nicht von der Masse des fallenden Körpers abhängt!

479 Wie groß ist die Erdbeschleunigung in einer Höhe gleich dem Radius der Erde? Welche Strecke durchfällt ein Körper in der 1. Sekunde, wenn er von dieser Höhe frei fällt?

480 Der sowjetische Stratosphärenballon stieg im Jahre 1933 auf 22 km Höhe. Das Gewicht der Gondel betrug an der Erdoberfläche 1 Mp. Um wieviel hat es sich in der Höhe von 22 km verringert?

*481 Bestimmen Sie aus dem Erdradius ($R = 6400$ km) und der Erdbeschleunigung ($g = 9{,}80\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$) die Masse der Erdkugel! Wie groß ist die mittlere Dichte der Erde?

*482 Bestimmen Sie aus der Bahngeschwindigkeit der Erde um die Sonne ($v = 30\ \mathrm{km \cdot s^{-1}}$) und dem Radius des Erdkreises ($r = 150000000$ km) die Masse der Sonne!

14. Schwingungen und Wellen, Akustik

°483 Schreiben Sie die Gleichung für eine harmonische Schwingung mit der Amplitude 5 cm und der Schwingungsdauer 0,5 s nieder!

484 Welcher Teil der Schwingungsdauer T eines harmonisch schwingenden Körpers entfällt:

a) auf den ganzen Weg von der Mittellage bis zu einem Maximum,
b) auf die erste Hälfte dieses Weges,
c) auf die zweite Hälfte dieses Weges?

°485 Wie verändert sich die Energie eines harmonisch schwingenden Körpers, wenn unter Beibehaltung aller übrigen Bedingungen seine Schwingungsamplitude verdoppelt wird? Auf welchen Teil verringert sich die Frequenz?

486 Es ist bekannt, daß die halbe Schwingungsdauer eines Pendels von 1 m Länge 1 s beträgt. Berechnen Sie, wie groß die halbe Schwingungsdauer von Pendeln mit $^1/_2$ m bzw. 64 cm Länge sind. Wie lang muß man ein Pendel machen, damit die Dauer einer halben Schwingung 0,5 s bzw. 1,5 s beträgt?

Als ein Schüler experimentell die Erdbeschleunigung feststellen wollte, hat er bei einem Pendel mit 25 cm Fadenlänge innerhalb von 2 min 240 halbe Schwingungen gezählt. Welchen Wert erhält er aus diesen Meßergebnissen für g? 487

Zur Bestimmung der Länge des Sekundenpendels und der Erdbeschleunigung war ein Pendel benutzt worden, das aus einem Faden von 90,7 cm Länge und einer Metallkugel von 4 cm Durchmesser bestand. Für 100 volle Schwingungen des Pendels wurde die Zeit von 3 min 13,2 s gemessen. Berechnen Sie die Länge des Sekundenpendels und die Erdbeschleunigung! 488

Berechnen Sie die Längen von Sekundenpendeln, die am Pol ($g = 9{,}832\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$), am Äquator ($g = 9{,}78\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$), in Moskau ($g = 9{,}8156\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$) und in Leningrad ($g = 9{,}8193\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$) aufgestellt werden sollen! 489

Die Länge des Pendels, das sich in der ehemaligen Isaakiewski-Kathedrale in Leningrad befindet, beträgt 98 m. Berechnen Sie dafür die Dauer einer halben Schwingung! 490

Warum ist die Pendelmasse des Pendels einer Standuhr nicht starr an der Pendelstange befestigt, sondern nur so aufgeschoben, daß sie längs dieser nach oben und unten verschoben und an einer beliebigen Stelle festgestellt werden kann? 491

Eine Schaukel, die aus einem an zwei Seiten aufgehängten Brett besteht, hat eine bestimmte Schwingungsdauer T. Bleibt diese unverändert, wenn ein Mensch auf der Schaukel sitzt? Wird T jeweils gleich sein, wenn stehend oder sitzend geschaukelt wird? (Der Einfluß des Luftwiderstands wird nicht mit in die Rechnung aufgenommen.) 492

Welchen Einfluß haben Temperaturveränderungen auf den Gang von Pendeluhren, die keine speziellen Vorrichtungen zur Selbstregulierung besitzen? 493

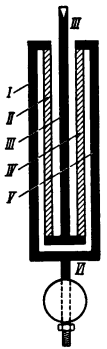


Bild 72

Die Länge einer Messingstange verändert sich bei einer Temperaturerhöhung von 1 grd ungefähr um das 0,00002fache ihres Anfangswertes. Wieviel wird eine Uhr mit einem Messingpendel bei einer Temperaturerhöhung von 10 grd innerhalb von 24 h nachgehen? 494

Aus welchem Grunde haben Uhren guter Qualität eine Pendelstange aus mehreren parallel angebrachten Einzelteilen, die aus zwei verschiedenen Metallen bestehen und miteinander so verbunden sind, wie es Bild 72 zeigt? 495°

Welche Vorrichtung befindet sich zur Regulierung des Laufs in Taschenuhren an Stelle des Pendels? 496*

*497 Ein Pendel besteht aus einer schweren Kugel mit der Masse m (g) und dem Faden l (cm). Wie groß ist der Energieinhalt dieses Pendels, wenn der größte Winkel seines Ausschlages aus der senkrechten Lage gleich α ist? (Die Masse des Fadens wird nicht mit in die Rechnung aufgenommen.)

*498 Bestimmen Sie für die Bedingungen der Aufgabe 497 die Maximalgeschwindigkeit der Pendelbewegung!

*499 Bestimmen Sie unter den Bedingungen der Aufgabe 497 die Maximalgeschwindigkeit der Pendelbewegung, wenn anstelle des Ausschlagwinkels α die Schwingungsamplitude A des Pendels gegeben ist, wobei diese sehr klein gegenüber der Pendellänge ist!

*500 Bestimmen Sie für die Bedingungen der Aufgabe 499 die Gesamtenergie des Pendels und die Abhängigkeit der Energie des schwingenden Pendels von der Elongation!

501 Der Abschußknall einer Kanone erreichte $^1/_2$ min später den Beobachter als der Abschuß bereits zu sehen gewesen war. Der Abstand zwischen Kanone und Beobachter beträgt 10 km. Ermitteln Sie aus diesen Werten die Schallgeschwindigkeit in der Luft!

502 Der erste Donner erreichte den Beobachter 12 s später als der Blitz zu sehen war. In welcher Entfernung vom Beobachter trat der Blitz auf?

503 Das Echo eines Gewehrschusses wird 6 s nach dem Abschuß vom Schützen gehört. In welcher Entfernung vom Beobachter befindet sich das Hindernis, an dem der Schall reflektiert wurde?

504 Die Schallgeschwindigkeit im Wasser ist auf folgende Weise bestimmt worden: Auf der Wasserfläche eines großen Sees befanden sich zwei Schiffe im Abstand von 14 km voneinander. Auf dem einen befand sich eine Vorrichtung, die gleichzeitig ein Schallsignal im Wasser und ein Lichtsignal in der Luft geben konnte. Auf dem anderen war der Beobachter, der mit einer Uhr die Ankunftszeit beider Signale festzustellen hatte. Es erwies sich, daß das Schallsignal 10 s nach dem Lichtsignal bemerkt wurde. Wie groß ist danach die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schalles im Wasser?

505 In einem Zimmer gewöhnlicher Größe wird ein Echo nie bemerkt, obwohl es in ihm sechs reflektierende Flächen gibt. Wie ist dieses scheinbare Fehlen der Reflexion des Schalles zu erklären?

*506 Die Lautstärke des aufgenommenen Schalles ist dem Quadrat des Abstandes von der Schallwelle umgekehrt proportional. Ein Schüler, der in der fünften Reihe sitzt, befindet sich ungefähr doppelt so weit vom Lehrer entfernt wie ein in der ersten Reihe sitzender. Jedoch unterscheiden sich die Hörbarkeitsbedingungen in beiden Fällen nur wenig voneinander. Warum?

Die Schallgeschwindigkeit im Glas ist wesentlich größer als die in Luft. Wenn man jedoch das Fenster schließt, so schwächt man wesentlich das Eindringen des Straßenlärms. Sind sogar Doppelfenster vorhanden, so wird fast der ganze Straßenlärm am Eindringen ins Zimmer gehindert. Wie ist diese Erscheinung zu erklären? 507*

Der tiefste, mit einem normalen Ohr gerade noch wahrnehmbare Ton hat eine Frequenz von 16 Hz. Welcher Wellenlänge (in Luft) entspricht diese Frequenz? 508

Die Scheibe einer Sirene hat 12 Löcher und eine Drehzahl von $420\,\mathrm{U}\cdot\mathrm{min}^{-1}$. Wie groß ist die unter diesen Bedingungen entstehende Wellenlänge des Schalles bei 0 °C Lufttemperatur? 509

Die Wellen breiten sich längs einer Gummischnur mit einer Geschwindigkeit von $3\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-1}$ bei einer Frequenz von 2 Hz aus. In welchen Phasen befinden sich Punkte, die einen Abstand von 75 cm haben? 510

Bestimmen Sie den Abstand in gleicher Phase schwingender benachbarter Punkte, wenn die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen $330\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-1}$ und die Frequenz der Schwingung 256 Hz beträgt! 511

Bestimmen Sie die Phasendifferenz zweier Punkte von 20 cm Abstand, wenn sich Wellen mit einer Geschwindigkeit von $2{,}4\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-1}$ bei einer Frequenz von 3 Hz ausbreiten! 512

Wie groß ist die Frequenz einer Stimmgabel, wenn sich die von ihr erzeugten Wellen mit einer Geschwindigkeit von $330\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-1}$ ausbreiten und der Abstand zweier Knoten der sich bildenden stehenden Wellen 25 cm beträgt? 513

Im Bild 73 ist ein Gerät dargestellt, das zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in festen Körpern und Gasen dient (Kundtsches Rohr). Eine gläserne Stange ist in der Mitte eingespannt. Wird sie mit einem feuchten Lappen gerieben, werden in ihr Längsschwingungen erzeugt. In dem Rohr A ist eine gleichmäßige Schicht Korkpulver verteilt. Wird die Stange gerieben und gleichzeitig der Kolben N verschoben, so erreicht man eine starke Bewegung des Korkpulvers im Rohr. Im Endergebnis liegt das Pulver in gleichen Abständen in Form kleiner Häufchen. Bei dem Versuch sind folgende Werte erzielt worden: Länge der Glasstange 100 cm, Entfernung zwischen den Häufchen 6,5 cm. Die Schallgeschwindigkeit in Luft beträgt bei etwa 17 °C $334\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-1}$. Wie groß ist die Schallgeschwindigkeit im Glas? 514°

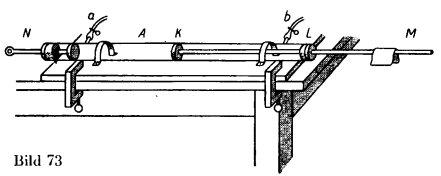


Bild 73

Um die Schallgeschwindigkeit in Kohlendioxyd messen zu können, ist das Rohr (Bild 73) mit Kohlen- 515°

dioxyd gefüllt worden. Der Versuch verlief genauso wie in Aufgabe 514. Als Entfernung der Sandhäufchen ergab sich im Kohlendioxyd 5 cm. Wie groß ist die Schallgeschwindigkeit in diesem Gas?

516 Kann man eine schwere Schaukel in Schwung bringen, indem man nur sehr kleine Kräfte auf sie überträgt und trotzdem ungeachtet der geringen aufgewendeten Energie eine große Schwingungsamplitude dieser Schaukel erreichen will?

517 Wenn man eine Last trägt, die an einer Fadenschlinge aufgehängt ist, so beginnt sie bei einem bestimmten Lauftempo stark zu schwingen. Wie ist diese Erscheinung zu erklären? Mit welchen Mitteln kann man dieses unerwünschte Schwingen der Last verringern?

518 In einem tiefen Gefäß mit Wasser ist ein breites zylindrisches Rohr mit beiderseits offenen Enden eingetaucht. Über dem oberen Ende des Rohres bringt man eine schwingende Stimmgabel an und verändert allmählich die Eintauchtiefe des Rohres im Wasser. Wenn der Abstand zwischen oberem Rohrrand und Wasseroberfläche 19 cm geworden ist, beginnt das Rohr laut zu tönen. Dasselbe geschieht wieder, wenn der Abstand 58 cm groß ist. Wie groß ist die Frequenz der Stimmgabel?

519 Auf der Geige befinden sich nur vier Saiten. Ein Geigenspieler erzeugt jedoch mit diesen wenigen Saiten eine große Anzahl von Tönen. Wie kommt das?

°520 Welche Länge muß eine „offene" Orgelpfeife haben, die den tiefsten in der Musik verwendeten Ton von 32 Hz von sich gibt? Welche Länge müßte eine entsprechende „gedeckte" Orgelpfeife haben?

II. Wärmelehre und Molekularphysik

15. Wärme und Arbeit

521 In welchem Körper ist die Wärmekapazität größer:
a) in einem Stück Blei der Masse 100 g,
b) in einem Stück Stahl der Masse 50 g?

522 Drei Stücke aus Stahl, Blei und Aluminium haben gleiche Volumina. Welches von ihnen hat die größte, welches die kleinste Wärmekapazität?

523 Bei der Bestimmung des Wärmeverbrauchs zum Erwärmen von 3 kg Wasser in einem kupfernen Teekessel mit der Masse 12 kg war der Wärmeverbrauch zur Erwärmung des Teekessels nicht berücksichtigt worden. Wie groß ist der dadurch aufgetretene Fehler (in Prozenten)?

Heißes Wasser ist in einen Aluminiumkrug gegossen worden, dessen Masse genau so groß ist wie die des eingegossenen Wassers. Hat sich das Wasser um die gleiche Anzahl Grade abgekühlt wie sich der Krug erwärmt hat? Hätte sich das Wasser um genau so viel Grade abgekühlt, wenn es in einen eisernen Krug gleicher Masse gegossen worden wäre? (Die Wärmeverluste an die Umgebung werden vernachlässigt.) 524

Um 2 l Wasser von 80 °C auf 60 °C abzukühlen, gießt man kaltes Wasser von 10 °C zu. Welche Menge kaltes Wasser ist dazu notwendig? 525

Zur Vorbereitung eines Wannenbades macht es sich notwendig, kaltes Wasser von 11 °C und heißes Wasser von 66 °C zu mischen. Welche Mengen von beiden muß man nehmen, um 550 l Wasser von 36 °C zu erhalten? 526

In ein Glasgefäß von 120 g Masse, das eine Temperatur von 15 °C besaß, goß man 200 g Wasser von 100 °C. Welche Wassertemperatur stellte sich im Glase ein? 527

Ein Schüler erwärmte in einer Blechbüchse einmal 400 g Wasser, ein zweites Mal genausolange nur 200 g Wasser und tauchte jeweils ein Stück Blei von 200 g Masse ein. Im ersten Fall erwärmte sich das Wasser um 20 grd. Um wieviel Grad erwärmte sich das Wasser im zweiten Fall? (Die Wärmeaufnahme durch die Blechbüchse wird vernachlässigt. Die Heizkraft der Wärmequelle wird in beiden Fällen als gleich angenommen.) 528

Ein eiserner Körper von 400 g Masse mit einer Temperatur von 100 °C wird in ein Gefäß gesteckt, das 500 g Wasser von 13 °C enthält. Die Temperatur des Wassers im Gefäß steigt dabei auf 20 °C. Bestimmen Sie aus den Versuchswerten die spezifische Wärme des Eisens! (Die Erwärmung des Gefäßes wird nicht berücksichtigt.) 529

Zur Bestimmung der spezifischen Wärme des Kupfers erwärmte ein Schüler ein 500 g schweres Stück dieses Metalls bis auf 100 °C und steckte es anschließend in ein Kalorimeter aus Aluminium mit 60 g Masse, das 400 g Wasser enthielt. Die Anfangstemperatur des Wassers im Kalorimeter betrug 15 °C, die Endtemperatur ergab sich mit 23,4 °C. Welchen Wert erhielt der Schüler für die spezifische Wärme des Kupfers? 530

Bestimmen Sie die sich einstellende Mischtemperatur, wenn man in ein Kalorimeter aus Messing von 150 g Masse mit 200 g Wasser von 12 °C ein auf 100 °C erwärmtes eisernes Wägestück von 250 g Masse hineinsteckt! 531

Bis zu welcher Temperatur war ein Metallsägeblatt (200 g) beim Härten erwärmt worden, wenn das Ölbad zum Abschrecken (es waren 2 kg von 10 °C), sich auf 35 °C erwärmte? Die spezifische Wärme des Stahls wird mit 0,15 $cal \cdot g^{-1} \cdot grd^{-1}$, die des Öls mit 0,45 $cal \cdot g^{-1} \cdot grd^{-1}$ angenommen. 532

In ein Glasgefäß der Masse 100 g sind 200 g Wasser gefüllt worden. Die Temperatur von Wasser und Glas beträgt 75 °C. Um wieviel Grad sinkt die Tempera- 533

tur des Wassers, wenn man einen silbernen Löffel mit 80 g Masse und 15 °C Eigentemperatur hineinsteckt?

534 In welchem Verhältnis müssen zwei Massen m_1 und m_2 von Flüssigkeiten mit den spezifischen Wärmen c_1 und c_2 und den Anfangstemperaturen t_1 und t_2 ($t_1 > t_2$) stehen, damit sich als Mischungstemperatur 0 °C ergibt? (Die Wärmekapazität des die Flüssigkeit enthaltenden Gefäßes wird nicht berücksichtigt.)

535 Um die spezifische Wärme von Petroleum zu ermitteln, füllte man in ein Kalorimeter aus Messing mit der Masse von 120 g 100 g Petroleum von 20 °C und tauchte dort hinein ein Stück Eisen der Masse 200 g, das vorher auf 96 °C erhitzt worden war. Die Temperatur des Petroleums stieg auf 40 °C. Errechnen Sie aus diesen Meßergebnissen die spezifische Wärme des Petroleums!

536 Die Maße eines Zimmers sind 5 m · 4 m · 3 m. Welche Wärmemenge ist nötig, um die Lufttemperatur um 5 grd zu erhöhen? Wieviel Wasser könnte man mit dieser Wärmemenge ebenfalls um 5 grd erwärmen?

537 Der Heizwert von Birkenholz ist ungefähr um 1,5 % geringer als der Heizwert von Kiefernholz. Wie ist es zu erklären, daß man trotzdem Birkenholz für günstiger als Kiefernholz hält? Vergleichen Sie die Dichten!

538 Warum ist der Heizwert von nassem Holz geringer als der von trockenem gleicher Art?

539 Auf einem Spiritusbrenner waren 400 g Wasser von 16 °C auf 71 °C erwärmt worden. Dabei sind 10 g Spiritus verbrannt worden. Bestimmen Sie den Wirkungsgrad dieser Anordnung!

540 Zum Erwärmen von 2 l Wasser in einem Aluminiumkessel ($m = 400$ g) von 15 °C auf 75 °C waren 30 g Petroleum im Primuskocher verbraucht worden. Bestimmen Sie den Wirkungsgrad des Primuskochers! Dabei ist anzunehmen, daß die zur Erwärmung des Gefäßes verbrauchte Wärmemenge als nützlich verbrauchte zu rechnen ist. Wie ändert sich das Resultat, wenn als nützlich nur die vom Wasser aufgenommene Wärmemenge gerechnet wird?

541 In einem Primuskocher mit einem Wirkungsgrad von 40 % verbrennen jede Minute 3 g Petroleum. Wieviel Zeit wird benötigt, um auf ihm 1,5 l Wasser von 10 °C bis zum Sieden (100 °C) zu bringen?

542 Ein schweres Maschinengewehr mit Wasserkühlung des Laufes gibt in der Minute 600 Schüsse ab. In einer Patrone sind 3,2 g Pulver enthalten. 28 % der freiwerdenden Wärmemenge gehen zur Erwärmung des Wassers im Rohrmantel verloren. Nach wieviel Sekunden beginnt das Kühlwasser zu sieden, wenn 4 kg von 20 °C hineingegossen werden?

543 Zur Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents ist bei einem Schulversuch folgende Anordnung benutzt worden: In ein langes Papprohr, das an einer Seite

fest verschlossen ist, schüttete man Bleischrot, maß seine Temperatur, verschloß dann das Rohr am anderen Ende und kehrte es 100mal so um, daß das Schrot jedesmal von einem Ende des Rohres zum anderen herabfiel. Danach wurde die Temperatur des Bleischrotes ein zweites Mal gemessen. Bei einem dieser Versuche erhielten die Schüler folgende Werte:
Gewicht des Schrotes 1 kp,
Fallhöhe 0,85 m,
Anfangstemperatur des Schrotes 10,5 °C,
Endtemperatur 17 °C.
Welchen Wert erhielten die Schüler für das mechanische Wärmeäquivalent?

544 Um wieviel Grad erwärmt sich Wasser, das aus einer Höhe von 15 m herabfällt, wenn 30 % der beim Fallen verrichteten Arbeit zur Erwärmung des Wassers verbraucht werden?

545 Beim Zersägen eines Brettes macht jeder Arbeiter in 3 min 60 Bewegungen mit der Säge und zieht sie jedesmal 0,75 m weit durch. Wieviel Wärme wird dabei in jeder Sekunde erzeugt, wenn die Kraft, mit welcher der Mann die Säge zieht, im Durchschnitt 2 kp beträgt und 80 % der ganzen verrichteten Arbeit in Wärme umgewandelt werden?

546 Ein kupferner und ein stählerner Körper gleicher Masse fallen aus der gleichen Höhe auf eine Platte. Welcher von beiden hat sich beim Aufschlag stärker erwärmt?

547 Aus gleicher Höhe h fielen zwei Körper gleicher Masse. Der Aufschlag des ersten Körpers war unelastisch. Der zweite Körper sprang nach dem Aufschlag auf eine Höhe von 0,2 h zurück. Bei welchem Aufschlag wurde mehr Wärme frei und wievielmal soviel?

548 Ein Arbeiter schlägt einen Nagel von 50 g Masse in ein Brett. Dabei schlägt er 20mal mit einem Hammer, der eine Masse von 0,5 kg besitzt und jedesmal eine Endgeschwindigkeit von 12 $m \cdot s^{-1}$ erreicht. Es wird angenommen, daß die ganze, durch die Schläge erzeugte Wärme zu seiner Erwärmung verbraucht wurde. Um wieviel Grad erwärmt sich der Nagel?

549 Ein Hammerbär von 10 Mp Gewicht fällt aus 2,5 m Höhe auf einen Stahlbarren mit 200 kg Masse. Wie oft muß er herabfallen, damit sich seine Temperatur um 40 grd erhöht? Auf die Erwärmung des Barrens entfallen 60 % der durch die Schläge erzeugten Wärme.

550 In ein Kalorimeter mit 400 g Wasser ist eine elektrische Glühlampe von 40 W gesteckt worden. Wie lange muß der Strom fließen, damit die Wassertemperatur um 30 grd steigt? Die Wärmekapazitäten des Kalorimeters, des Rührers und der Lampe betragen zusammen 25 $cal \cdot grd^{-1}$.

551 Welche Arbeit muß verrichtet werden, damit durch Reibung zweier Stücke Eis aneinander 1 g Eis von 0 °C schmilzt?

552 Beim Bohren eines Loches in einen Stahlbarren fingen die zum Kühlen benutzten 10 l Wasser von 20 °C nach 6 min an zu sieden, und 200 g davon verwandelten sich in Dampf. Welche Leistung wurde beim Bohren entwickelt, wenn 80 % der dabei erzeugten Wärmeenergie zur Erwärmung und zur Verdampfung des Wassers verbraucht wurden?

553 In modernen Kraftfahrzeugen beträgt der stündliche Verbrauch an Benzin je 1 PS Leistung durchschnittlich 250 g. Bestimmen Sie den Wirkungsgrad des Motors!

554 Bestimmen Sie den Wirkungsgrad eines Dieselmotors von 100 PS Leistung, der je Stunde 20 kg Treibstoff verbraucht!

555 Errechnen Sie den Verbrauch an Steinkohle je Stunde und Pferdestärke in der ersten Dampfmaschine von Polsunow! Sie hatte einen Wirkungsgrad von 0,8 % und galt als die vollendetste ihrer Zeit.

556 Für welche Zeit ununterbrochener Arbeit genügt der Holzvorrat von 50 t für eine Dampfmaschine mit einer Leistung von 250 PS, wenn ihr Wirkungsgrad 16 % beträgt? Welche Menge Steinkohle mit einem Heizwert von 700 kcal · kg^{-1} wäre für die gleiche Arbeit erforderlich?

557 Die Lokomotive „Pobjeda" hat eine Leistung von 2500 PS. Wieviel Rohöl verbraucht sie in einer Stunde, wenn ihr Wirkungsgrad im Durchschnitt 12 % beträgt?

558 Bestimmen Sie die durchschnittliche Leistung des Motors vom leichten Kraftfahrzeug M-1, das auf 1 km Weg bei einer Geschwindigkeit von 30 km · h^{-1} 150 g Benzin verbraucht! Der Wirkungsgrad wird mit 25 % angegeben!

559 Der Lastkraftwagen SIS-110 hat einen Achtzylindermotor von 140 PS Leistung. Bestimmen Sie den Benzinverbrauch je Kilometer Fahrstrecke, wenn der Wagen bei einer Geschwindigkeit von 100 km · h^{-1} die volle Leistung entwickelt und der Wirkungsgrad des Motors 27 % beträgt!

560 Die sowjetischen Fahrradhilfsmotoren haben bei 30 km · h^{-1} Geschwindigkeit eine Leistung von 1,2 PS und einen Benzinverbrauch von 1,5 l je 100 km. Wie groß ist der Wirkungsgrad des Motors?

561 Die Elektroenergie, die das an der Wolga im Bau befindliche Wolgograder Wasserkraftwerk jährlich abgeben wird, beträgt ungefähr 10 Md. kWh. Welche Menge entsprechenden Heizmaterials (Heizwert 7000 kcal · kg^{-1}) müßte zur Verfügung stehen, um die gleiche Energie zu erzeugen? Berücksichtigen Sie, daß ein Wärmekraftwerk einen Wirkungsgrad von nur 20 % hat!

562 Ein Zug mit der Masse 2000 t wird aus der Geschwindigkeit von 54 km · h^{-1} abgebremst. Welche Wärmemenge wird beim Bremsen frei?

563 Eine Bleikugel, die mit einer Geschwindigkeit von 100 m · s^{-1} angeflogen kam, traf auf ein Brett und drang in dieses ein. Um wieviel Grad erwärmte sich die

Kugel, wenn 50 % der beim Einschuß frei werdenden Wärmemenge zu ihrer Erwärmung beitragen?

Mit welcher Geschwindigkeit müßte eine Bleikugel fliegen, damit sie beim Einschuß in ein Hindernis gleich schmilzt? Die Anfangstemperatur sei 27 °C. Es wird angenommen, daß sich ihre ganze Bewegungsenergie beim Auftreffen in Wärmeenergie umwandelt! 564

Die Ladung der 305-mm-Kanone enthält 155 kg Pulver. Die Masse des Geschosses beträgt 446 kg. Das Geschoß hat eine Anfangsgeschwindigkeit von 850 $m \cdot s^{-1}$. Wie groß ist der Wirkungsgrad der Kanone? 565

Wie ist es zu erklären, daß sich Gas bei schneller Kompression erwärmt und daß sich komprimiertes Gas bei schnellem Ausdehnen abkühlt? 566

Warum ist zum Erwärmen eines Gases bei konstantem Volumen weniger Wärme erforderlich als zum Erwärmen eines Gases bei konstantem Druck? 567

16. Ausdehnung fester und flüssiger Körper bei Erwärmung

Wie verändert sich der Innendurchmesser eines metallenen Ringes beim Erwärmen? 568

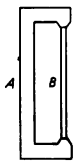


Bild 74

Zwischen die Klemmen des Gestells A aus Zink ist eine eiserne Stange B solcher Länge gesteckt worden, daß sie zwischen den Klemmen gerade mit sehr kleiner Reibung gehalten wird (Bild 74). Was geschieht, wenn man das Gerät in heißes Wasser steckt? Welches Ergebnis würde erzielt werden, wenn das Gestell A aus Eisen und die Stange B aus Zink hergestellt wären? 569

Um in das Gehäuse des Flugzeugmotors stählerne Buchsen einzupressen, wurde früher das ganze Gehäuse erwärmt. Gegenwärtig wird in den sowjetischen Flugzeugwerken ein „kaltes Einsetzen" durchgeführt: vor dem Einsetzen werden die Buchsen in flüssiger Luft abgekühlt. Welchen Vorzug hat das neue Verfahren? 570

Ein stählerner Bolzen bei 0 °C ist 20 cm lang. Wie groß ist seine Länge bei 600 °C? 571

Auf einer Großbaustelle war im Jahre 1947 der höchste Fabrikschornstein aus Stahlbeton mit einer Höhe von 162,4 m errichtet worden. Der Ausdehnungskoeffizient des Stahlbetons beträgt $1{,}2 \cdot 10^{-5}\,grd^{-1}$. Wie ändert sich die Höhe des Schornsteins bei einer Temperatursteigerung um 20 grd? 572

Ein Stahllineal ist bei 15 °C 1 m lang. Wie ändert sich seine Länge bei einer Abkühlung auf −35 °C? 573

Bei 0 °C sind 500 m Stahldraht und ebensoviel Kupferdraht abgemessen worden. Welche Lähgendifferenz ergibt sich bei +30 °C? 574

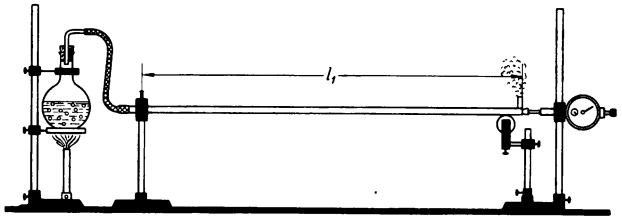


Bild 75

575 Im Bild 75 ist ein Gerät zur Bestimmung des linearen Ausdehnungskoeffizienten fester Stoffe dargestellt. Bei einer Temperatur von 15 °C ist das Messingrohr A genau 1 m lang. Nachdem der Dampf von siedendem Wasser durch das Rohr geleitet worden ist, ergab sich eine Verlängerung des Rohres um 1,62 mm. Wie groß ist der lineare Ausdehnungskoeffizient von Messing?

576 Durch einen Stahldraht von 3 m Länge wird elektrischer Strom geleitet. Der Draht geht dabei in Rotglut über und verlängert sich um 18,5 mm. Bestimmen Sie aus diesen Werten die Temperatur der Rotglut!

577 Ein stählerner Zylinder erwärmte sich bei seiner Bearbeitung auf der Drehbank auf 120 °C. Sein Durchmesser wuchs dabei auf 160 mm. Wie groß war er bei Zimmertemperatur (20 °C)?

578 Stahl schmiedet man bei 800 °C. Welchen Fehler macht der Schmied, wenn er die Werkstücke bei Schmiedetemperatur mit einem Normalmaßstab mißt?

579 Eine Messingkugel hat bei 18 °C einen Durchmesser von 4 cm. Um wieviel Grad muß man sie erwärmen, damit sie durch einen Ring mit 20,1 mm Radius nicht hindurchfällt?

580 Der Durchmesser eines gläsernen Pfropfens, der im Hals einer Flasche festsitzt, beträgt 2,5 cm. Um den Pfropfen herauszubekommen, ist der Flaschenhals auf 150 °C erwärmt worden. Der Pfropfen selbst hat sich dabei bloß auf 50 °C erwärmt. Wie groß ist der entstehende Zwischenraum?

581 Ein Kupferblech mit den Maßen 60 cm · 50 cm bei 20 °C ist auf 600 °C erwärmt worden. Wie verändert sich dadurch der Flächeninhalt?

*582 Zwei Schienen, eine aus Kupfer, die andere aus Stahl, liegen so übereinander, daß ihre Enden genau zusammenfallen. Berechnen Sie ihre Längen bei 0 °C, wenn Sie wissen, daß ihr Längenunterschied bei jeder Temperatur l ist.

583 Zur Erwärmung eines eisernen Körpers mit den Abmessungen 60 cm · 20 cm · 5 cm sind 400 kcal Wärmeenergie verbraucht worden. Wie hat sich sein Volumen verändert?

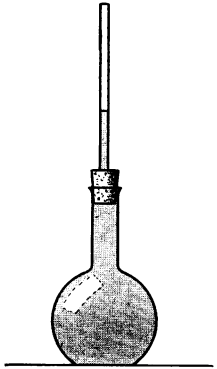


Bild 76

Welche Wärmemenge muß aufgewendet werden, damit sich eine Stahlschiene von 10 m Länge und 20 cm^2 Querschnitt durch die Erwärmung um 6 mm verlängert? 584

In einen Kolben mit engem Hals ist Petroleum gefüllt und sein Stand am Hals mit einem Gummiring markiert worden. Wenn man den Glaskolben in heißes Wasser steckt, dann sinkt das Niveau im ersten Augenblick, beginnt aber dann zu steigen. Wie ist diese Erscheinung zu erklären? 585

Um den Ausdehnungskoeffizienten des Wassers zu bestimmen, war eine Kochflasche mit Rohr (Bild 76) von 16 °C auf 45 °C erwärmt worden. Das Fassungsvermögen der Kochflasche betrug 130 cm^3, die Flüssigkeitssäule im Rohr (Durchmesser: 0,35 cm) stieg um 6,5 cm. Welcher tatsächliche Ausdehnungskoeffizient des Wassers ergibt sich aus diesen Versuchswerten? 586

In eine Kanne aus Stahlblech mit 10 l Fassungsvermögen wird Petroleum von 5 °C Temperatur bis ganz oben hin gefüllt. Wieviel Petroleum fließt aus, wenn man die Kanne in ein warmes Zimmer stellt, in dem eine Temperatur von + 20 °C herrscht? (Die Ausdehnung der Kanne wird nicht berücksichtigt.) 587

Welche Korrektur muß an der Lösung der vorigen Aufgabe vorgenommen werden, wenn die Ausdehnung der Kanne mit berücksichtigt wird? 588

In einem Vorratstank, der die Form eines Zylinders von 8 m Höhe hat, wird Erdöl aufbewahrt. Bei einer Temperatur von −5 °C ist der Flüssigkeitsspiegel gerade 20 cm vom obersten Rand des Tanks entfernt. Fließt Öl aus, wenn sich die Temperatur auf +30 °C erhöht? (Die Ausdehnung des Tanks wird vernachlässigt.) 589

Bestimmen Sie die Dichte des Quecksilbers bei 100 °C! 590

Zur Bestimmung des Ausdehnungskoeffizienten von Quecksilber war im Praktikum eine Wägemethode folgender Art angewandt worden: Ein Fläschchen mit engem Hals (Pyknometer) war bei 0 °C bis zum Eichstrich mit Quecksilber gefüllt worden. Dabei betrug die Masse des Quecksilbers 32 g. Danach war das Fläschchen mit dem Quecksilber in siedendem Wasser auf 100 °C erwärmt worden. Das Quecksilber stieg infolge der Erwärmung über den Eichstrich und lief über. Als es sich bei dieser Temperatur bis zum Eichstrich eingestellt hatte, wurde erneut die Masse ermittelt. Es waren diesmal 31,5 g. Da der Ausdehnungskoeffizient des Glases bekannt ist, kann man aus den Werten des Praktikumsversuches den Ausdehnungskoeffizienten von Quecksilber feststellen. 591*

592 Zur Bestimmung des Ausdehnungskoeffizienten von Petroleum ist bei einem Praktikumsversuch ein Gerät benutzt worden, das im Bild 77 dargestellt ist. Das Petroleum stand im linken Rohr (bei einer Temperatur von 18 °C) 40 cm hoch, im rechten (bei einer Temperatur von 100 °C) 43 cm hoch.

a) Warum steht dieselbe Flüssigkeit in den verbundenen Gefäßen *A* und *C* verschieden hoch?

b) Leiten Sie die Formel für den Ausdehnungskoeffizienten von Flüssigkeiten ab und bestimmen Sie aus den Meßwerten des Versuchs seinen Betrag für Petroleum!

c) Warum braucht man bei der Verwendung dieses Gerätes die Ausdehnung des Gefäßes nicht zu berücksichtigen?

d) Warum haben auch die Unterschiede in den Rohrquerschnitten *A* und *C* keine Bedeutung?

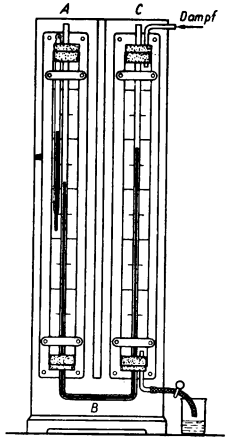


Bild 77

***593** Wasser nimmt bei 4 °C den kleinsten Raum ein. Warum aber erhält man, wenn man in einer Kochflasche mit Rohr die Volumenänderung des Wassers zwischen den Temperaturen von 0···10 °C beobachtet, das kleinste Volumen nicht bei 4 °C, sondern bei einer höheren Temperatur?

***594** An den Anzeigen eines Quecksilberbarometers müssen für genaue Berechnungen eine Anzahl Korrekturen vorgenommen werden. Eine von ihnen geht auf die Längenänderung der Barometerskale bei Temperaturveränderungen zurück. Als richtig werden die Anzeigen angesehen, die bei 0 °C gemacht werden. Welchen Einfluß auf die Barometeranzeige hat die Veränderung der Dichte des Quecksilbers und die Längenänderung der Skale? Wie groß sind beide Korrekturen und wie heißt der wirkliche Barometerstand, wenn bei 20 °C 765,3 Torr abgelesen werden? Die Skale des Barometers ist aus Messing.

17. Grundlagen der kinetischen Wärmetheorie

595 Inwiefern besteht eine Ähnlichkeit zwischen dem Löten von Metallen und dem Kleben von Papier?

596 Die Bewegungsgeschwindigkeit der Gasmoleküle wird bei Normalbedingungen mit einigen hundert Metern je Sekunde gemessen. Warum geht dann der Prozeß der Diffusion relativ langsam vonstatten?

597 Warum ist das Wachsen der Diffusionsgeschwindigkeit mit dem Ansteigen der Temperatur zu erklären?

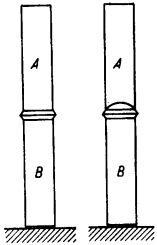


Bild 78 Bild 79

Kinderluftballons werden gewöhnlich mit Leuchtgas gefüllt. Warum werden sie schon nach 24 h schwerer und steigen nicht mehr auf? 598

Zylinder A ist mit Wasserstoff gefüllt, Zylinder B mit Luft (Bild 78). Die Zylinder werden mit den Öffnungen übereinander gestellt. Zwischen ihnen befindet sich eine poröse Haut. Wie ist es zu erklären, daß sich schon bald die Haut aufwölbt (Bild 79)? Warum nimmt sie nach einer gewissen Zeit wieder die ehemalige Lage ein? 599

Warum ist die Brownsche Molekularbewegung besonders an sehr kleinen schwebenden Teilchen zu beobachten? 600

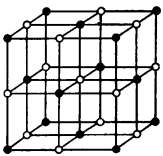


Bild 80

Wieviel Moleküle sind in 1 cm^3 Wasser enthalten? 601

Wieviel Atome enthält 1 g Eisen? 602

Indem man die Masse eines Tropfens Olivenöl mißt und ihn dann auf die Oberfläche des Wassers fallen läßt, um die von ihm eingenommene Fläche zu messen, kann man die ungefähre Dicke der Ölschicht berechnen. Sie beträgt etwa $2{,}3 \cdot 10^{-7}$ cm. Es wird angenommen, daß in der Ölhaut zwei Schichten Moleküle übereinander liegen. Daraus kann man die Masse eines Moleküls vom Olivenöl bestimmen. Da bekannt ist, daß das Molekulargewicht des Olivenöls 884 beträgt, kann man daraus auch die ungefähre Masse eines Wasserstoffmoleküls berechnen. 603*

Die Kristalle des Kochsalzes (NaCl) von kubischem System (Bild 80) bestehen aus ständig abwechselnden Atomen (Ionen) Na und Cl. Kochsalz hat ein Molekulargewicht von 58,5 und eine Dichte von $2{,}2\ g \cdot cm^{-3}$. Bestimmen Sie den mittleren Abstand zwischen den Mittelpunkten der Ionen! 604*

18. Eigenschaften der Gase

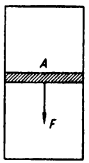


Bild 81

Luft befindet sich unter einem Druck von 720 Torr. Wie ändert sich ihr Volumen, wenn der Druck auf 2 at ansteigt und die Temperatur sich dabei nicht ändert? 605

In einem Zylinder mit 0,2 m^2 Grundfläche befinden sich 500 l Luft. Der Außendruck beträgt 1 at. Um wieviel sinkt der Kolben A (Bild 81), wenn eine Kraft $F = 100$ kp auf ihn wirkt? Das Gewicht des Kolbens und die Reibung des Kolbens an der Wand des Zylinders werden nicht berücksichtigt. Der Prozeß soll isotherm verlaufen. 606

607 In einem Zylinder befindet sich unter dem Kolben ein Gas. Das Gewicht des Kolbens beträgt 0,6 kp, die Kolbenfläche 20 cm^2, der äußere Luftdruck 750 Torr. Mit welcher zusätzlichen Kraft muß man noch auf den Kolben drücken, damit sich das Gasvolumen im Zylinder auf die Hälfte vermindert? Der Prozeß soll isotherm verlaufen.

608 In dem in Bild 82 dargestellten Gerät beträgt unter normalem Luftdruck von 750 Torr, wenn das Quecksilber in beiden Rohren gleich hoch steht, das Luftvolumen im linken abgeschlossenen Rohr 10 cm^3.

a) Wie groß wird das Luftvolumen sein, wenn das Quecksilber im rechten, gehobenen Rohr um 150 mm höher als im linken stehen wird?

b) Wie groß ist es, wenn das Quecksilber im rechten herabgelassenen Rohr 250 mm niedriger als im linken stehen wird?

c) Um wieviel Millimeter muß das Quecksilber im rechten Rohr höher stehen, damit sich das Luftvolumen im linken Rohr auf zwei Drittel vermindert?

d) Um wieviel Millimeter muß das Quecksilber im rechten Rohr niedriger stehen, damit das Luftvolumen im linken Rohr doppelt so groß wird?

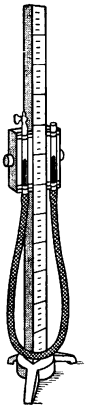


Bild 82

609 In einem waagerecht liegenden engen Glasrohr befindet sich eine Luftsäule von 30,7 cm Länge, die durch eine Quecksilbersäule von 21,6 cm Länge abgeschlossen wird (Bild 83). Der Luftdruck beträgt 747 Torr. Wie verändert sich die Länge der Luftsäule, wenn das Rohr einmal mit der Öffnung nach oben und einmal mit der Öffnung nach unten senkrecht gestellt wird?

Bild 83

610 Wie ändert sich die Länge der Luftsäule (siehe vorige Aufgabe), wenn das Rohr mit der Öffnung nach unten unter einem Winkel von 30° zur Waagerechten geneigt wird?

611 In einem unten verschlossenen senkrecht stehenden Rohr von 0,1 cm^2 Querschnitt befinden sich 6 cm^3 Luft unter einer verschließenden Quecksilbersäule von 4 cm Höhe. Wie hoch wird die Luftsäule sein, wenn die Quecksilbersäule durch Zugießen von 27,2 g Hg noch vergrößert wird? (Der äußere Luftdruck ist normal.)

612 Wie kann man das in Aufgabe 609 beschriebene Gerät zum Messen des Luftdrucks benutzen?

***613** Als ein einseitig verschlossenes Glasrohr mit dem offenen Ende in ein Gefäß mit Wasser getaucht wurde (Bild 84), drang eine bestimmte Menge Wasser in das Rohr ein. Wieviel Wasser ist das gewesen, wenn der äußere Luftdruck 760 Torr,

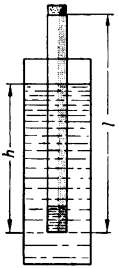


Bild 84

die Länge des Rohres vom Pfropfen bis zum offenen Ende (l) 60 cm, der Rohrquerschnitt 0,5 cm² und die Eintauchtiefe (h) 50 cm betrugen?

Um wieviel Grad muß ein Gas isobar erwärmt werden, damit sich sein Rauminhalt auf das Doppelte des Inhalts bei 0 °C vergrößert? 614

Das Gas nimmt einen Raum von 2 l bei 273 °C ein. Wie groß ist der Raum bei 546 °C und gleichbleibendem Druck? 615

Ein Gas hat bei 30 °C ein Volumen V. Bis zu welcher Temperatur muß es isobar abgekühlt werden, damit sein Volumen 0,75 V wird? 616

Zur Bestimmung des Ausdehnungskoeffizienten der Luft war ein Gerät benutzt worden, wie es auf Bild 85 zu sehen ist. Bei einem Praktikumsversuch war die Luftsäule zwischen dem zugeschmolzenen Ende und der Quecksilbersäule bei 14 °C 21,3 cm lang, bei 100 °C 27,1 cm lang. Welcher Wert war für den Ausdehnungskoeffizienten der Luft ermittelt worden? 617

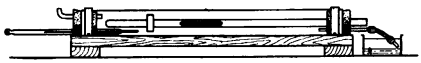


Bild 85

Bei 20 °C befindet sich ein Gas unter einem Druck von 1 Atm. Wie groß wird sein Druck: 618

a) bei isobarer Erwärmung bei 50 °C,
b) bei Abkühlung auf −7 °C?

In einer Gasflasche von 20 l Fassungsvermögen befindet sich bei 16 °C Sauerstoff unter einem Druck von 100 Atm. Berechnen Sie sein Volumen bei Normalbedingungen! 619

240 g Wasserstoff sind auf 20 °C und 740 Torr gebracht worden. Wie groß ist das Volumen? 620

Bestimmen Sie die Dichte der Luft bei 127 °C und 720 Torr! 621

Wie groß ist die Masse der Luft in einem Zimmer mit den Maßen 8 m · 5 m · 4 m bei einer Temperatur von 10 °C und einem Druck von 780 Torr? 622

In einer Gasflasche von 40 l Fassungsvermögen befinden sich 8 kg komprimierter Sauerstoff bei 15 °C. Unter welchem Druck steht der Sauerstoff? 623

Ein Zimmer hat 100 m³ Rauminhalt. Wie groß ist die Masse der aus ihm ausströmenden Luft, wenn die Temperatur von 10 °C auf 25 °C steigt? Der Luftdruck beträgt 770 Torr. 624

*625 Eine Gasflasche steht bei 27 °C unter einem Druck von 40 at. Wie groß wird der Druck sein, wenn die Hälfte der Masse des Gases ausgeströmt ist und die Temperatur auf 12 °C gesunken ist?

*626 Ein Ballon hat ein Volumen von 300 m³. Er wird bei 20 °C und 750 Torr Druck mit Wasserstoff gefüllt. Wie lange dauert das Füllen, wenn aus der Gasflasche je Sekunde 2,5 g Wasserstoff in den Ballon strömen?

*627 In einem Zylinder mit 100 cm² Grundfläche befindet sich Luft. Der Kolben steht 60 cm hoch über dem Zylinderboden. Der Luftdruck beträgt 760 Torr, die Lufttemperatur 12 °C. Um wieviel sinkt der Kolben, wenn eine Last von 100 kp auf ihn gelegt wird und sich die Luft dabei auf 15 °C erwärmt? (Die Reibung des Kolbens an der Zylinderwand und das Gewicht des Kolbens werden nicht berücksichtigt.)

*628 Ein Glasrohr wird in ein Gefäß mit Quecksilber getaucht (Bild 86). Das Quecksilber steht in ihm 5 cm höher als im Gefäß. Die Länge des mit Luft gefüllten Rohrteils beträgt 50 cm. Um wieviel Grad muß man die Temperatur der umgebenden Luft erhöhen, damit die Quecksilberspiegel im Rohr und im Gefäß gleich hoch stehen? Die Anfangstemperatur der Luft war 17 °C, der Luftdruck normal.

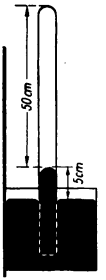


Bild 86

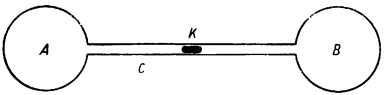


Bild 87

*629 Zwei gleichgroße Glaskugeln A und B (Bild 87) sind durch das Rohr C verbunden. Bei 0 °C befindet sich ein Quecksilbertropfen in der Mitte des Rohres C. Das Luftvolumen in jeder Kugel und dem Rohrteil C bis zum Quecksilbertropfen beträgt 200 cm³. Um wieviel Zentimeter verschiebt sich der Tropfen, wenn die eine Kugel um 2 grd erwärmt, die andere um 2 grd abgekühlt wird? Der Querschnitt des Rohres C beträgt 20 mm². (Die Ausdehnung der Kugelwandungen wird nicht berücksichtigt.)

*630 Wieviel Luftmoleküle befinden sich bei einer Temperatur von 15 °C und einem Druck von 750 Torr in einem Klassenraum von 12 m · 5 m · 4 m Größe? Wie lange würde es dauern, bis alle Moleküle entwichen wären, wenn je Stunde von dieser Menge 1 Milliarde herausfliegen würde?

19. Eigenschaften der Flüssigkeiten

631 Wie ist es zu erklären, daß sich die scharfen Kanten von Glasröhren, deren Enden man in eine Flamme hält, abrunden?

Warum liegt bei einem zerzausten Hund das Fell nach dem Baden eng an? 632

Aus feuchtem Sand kann man einfache Figuren formen. Man kann in ihm auch eine Grube mit senkrechten Wänden graben, was sich in trockenem Sand nicht machen läßt. Wie ist diese Besonderheit des feuchten Sandes zu erklären? 633

Manche Insekten können sich auf der Wasseroberfläche wie auf einer festen Fläche frei bewegen. Andere dagegen können sich, sobald sie das Wasser berührt haben, nicht wieder aus ihm erheben und gehen unter. Wie ist das zu erklären? 634

Ein Knoten in nassem Bindfaden ist wesentlich schwerer zu lösen als in trockenem. Wenn man den nassen Bindfaden trocknet, ohne den Knoten gelöst zu haben, so löst er sich nach dem Trocknen ebenso schwer wie im nassen Zustand. Wie ist das zu erklären? 635*

Warum ist es so schwierig, nasse Handschuhe, Strümpfe usw. anzuziehen? Die Flüssigkeitsschicht müßte doch als eine Art „Schmiermittel" wirken, also die gegenseitige Verschiebung erleichtern und nicht erschweren. 636

Das Gefieder von Wasservögeln ist mit einer dünnen Fettschicht bedeckt, die das Wasser abweist. Welchen Nutzen bringt dieser Fettbelag bei den Bedingungen, unter denen diese Vögel leben? 637

Warum läuft die Tinte beim Schreiben auf Papier schlechter Qualität aus und durch welche Verarbeitungsweise kann man dieses Papier für das Beschreiben mit Tinte geeignet machen? 638

Warum legt man, wenn man aus einem Stoff erkaltetes Wachs, Paraffin oder Stearin entfernen will, diesen zwischen zwei Schichten Löschpapier und fährt mit einem heißen Bügeleisen darüber? 639

Wenn man mit Ölfarbe eine Kalkwand, einen Pappkarton oder einen anderen porösen Stoff bestreicht, so erhält man darauf statt der glänzenden Schicht der sehr haltbaren Farbe eine leichte Schicht von Farbpulver, die sich leicht abwaschen läßt. Wie kommt das? Welchem Zweck dient das vorbereitende „Grundieren" solcher Flächen mit Ölfirnis? 640*

Wenn ein Bau errichtet wird, so legt man auf das Fundament aus Ziegelsteinen eine Schicht Teerpappe (ein dickes mit Steinkohlenteer getränktes Material). Ohne diese Zwischenlage kann das Gebäude leicht feucht werden. Warum? 641

Warum haben die Tautropfen auf den Blättern mancher Pflanzen die Form von Kugeln, während auf den Blättern anderer Pflanzen der Tau als dünne Schicht das ganze Blatt bedeckt? 642

Wenn man auf die Wasseroberfläche einen Faden legt und auf einer Seite Äther darauf tropft, so bewegt sich der Faden. Warum geschieht das und nach welcher Seite bewegt er sich? 643

644 Im Bild 88 sind zwei mit einem Gummischlauch verbundene und mit Wasser gefüllte Rohre in drei verschiedenen Stellungen zu sehen. Widersprechen die zu beobachtenden Erscheinungen nicht der Gleichgewichtsbedingung von Flüssigkeiten in verbundenen Gefäßen? Wenn man den an der Oberfläche einer Flüssigkeit herrschenden Druck bei ebener, konkaver und konvexer Oberfläche betrachtet, welcher von ihnen ist der größte und welcher der kleinste?

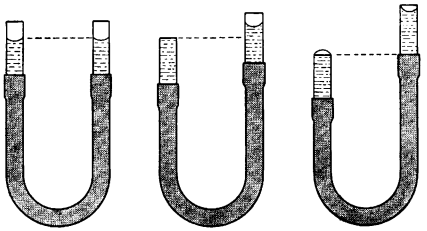


Bild 88

Bild 89

645 Welches Gewicht hat ein Wassertropfen, der aus einem Glasrohr von 1 mm Durchmesser kommt, wenn man rechnet, daß der Krümmungsdurchmesser des Tropfens gleich dem Durchmesser des Rohres ist (Bild 89)?

646 Wieviel Tropfen enthält 1 cm^3 Wasser, das aus der Öffnung eines Rohres von 1,8 mm Durchmesser tropft? (Der Krümmungsdurchmesser der Tropfen wird wieder gleich dem Durchmesser des Rohres gerechnet!)

647 Wieviel Tropfen enthält 1 cm^3 Petroleum, wenn es aus einer Rohröffnung unter denselben Bedingungen wie in der vorigen Aufgabe ausfließt?

648 Zur Bestimmung der Oberflächenspannung des Wassers war die Tropfenmethode angewendet worden. Bei einem solchen Versuch wurde gemessen, daß 50 Tropfen 1,65 p wiegen und der Durchmesser der Tropföffnung 1,35 mm beträgt. Welche Oberflächenspannung ergibt sich aus diesen Werten? (Der Durchmesser des Tropfens wird so groß wie der Durchmesser der Tropföffnung gerechnet.)

649 Um die Oberflächenspannungen von Spiritus und Wasser zu vergleichen, läßt man aus dem Tropfer gleiche Volumina, zuerst Wasser, dann Spiritus, auslaufen und zählt die Anzahl der Tropfen in jedem Falle. Es sind 40 Tropfen Wasser und 96 Tropfen Spiritus. Die Dichte des Spiritus wird mit 0,8 $g \cdot cm^{-3}$ und die Oberflächenspannung des Wassers mit 72 $dyn \cdot cm^{-1}$ angenommen. Berechnen Sie die Oberflächenspannung für Spiritus!

650 Um die Oberflächenspannung des Wassers zu bestimmen, wurde die Abreißmethode mit einem Ring angewendet. Ein dünner, an der Schraubenfeder *A* mit dem Zeiger *Z* aufgehängter Drahtring *K* war in ein Gefäß mit Wasser *B* (Bild 90)

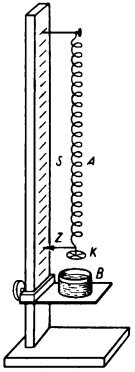


Bild 90

getaucht worden. Das Gefäß mit Wasser wurde langsam herabgelassen. Dabei wurde die Stellung des Zeigers Z auf der Skale verfolgt: die Feder A dehnte sich! In dem Augenblick, als der Ring von der Flüssigkeit abriß, mußte die Zeigerstellung auf der Skale S gemerkt werden. Folgende Werte gehören zu einer Versuchsreihe: Ausdehnung der Feder: 32 mm (zur Dehnung um 1 cm sind 0,5 p Kraft notwendig), Ringdurchmesser: 34 mm. Bestimmen Sie daraus die Oberflächenspannung des Wassers!

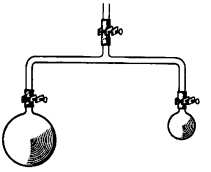


Bild 91

Wie hoch steigt das Wasser in einer von ihm benetzten Kapillare von 3,0 mm Durchmesser? **651**

Wie groß muß der Querschnitt einer Röhre sein, damit die Kapillarerhebung für Wasser 1 cm beträgt? (Der Querschnitt wird kreisförmig angenommen.) **652**

Petroleum stieg in einem Kapillarrohr 20 mm hoch. Wie groß ist der Radius des Röhrchens? **653**

Bei einem Schülerübungsversuch mit Kapillarröhrchen ergab sich, daß in einem Rohr mit 0,4 mm Durchmesser das Wasser um 7,2 cm stieg. In einem anderen Rohr mit 0,5 mm Durchmesser stieg Petroleum um 2,5 cm. Berechnen Sie aus den Versuchsergebnissen die Oberflächenspannung für Wasser und Petroleum! **654**

Wenn man an den Enden eines Rohres zwei Seifenblasen verschiedener Durchmesser erzeugt hat (Bild 91), so beginnt die kleinere, sich zusammenzuziehen, die größere dagegen bläht sich auf. Warum? **655**

20. Eigenschaften fester Körper

Um wieviel Millimeter dehnt sich eine Stahlstange von 5 m Länge und 0,8 cm^2 Querschnitt auf Grund einer Zugkraft von 200 kp aus? **656**

Ein Draht von 10 m Länge und 0,75 mm^2 Querschnitt hat sich bei einer Belastung mit 10 kp um 1 cm ausgedehnt. Wie groß ist der Elastizitätsmodul des Drahtmaterials? **657**

658 Welche Kraft muß man aufwenden, um einen Messingdraht von 3 m Länge und 1 mm^2 Querschnitt 1,5 mm zu verlängern?

659 Bei welcher Belastung reißt ein Stahlseil von 2 cm Durchmesser, wenn die Bruchspannung des Stahles 100 $kp \cdot mm^{-2}$ beträgt? Welche Belastung ist bei diesem Seil überhaupt zulässig, wenn eine Bruchsicherheit von 10 gefordert wird?

660 Wie lang müßte ein senkrecht aufgehängter Stahldraht mindestens sein, damit er durch sein eigenes Gewicht reißen würde? (Wichte: 7,8 $p \cdot cm^{-3}$; Bruchspannung: 32 $kp \cdot mm^{-2}$.)

661 Welche maximale Höhe darf ein Turm aus Ziegelsteinen erhalten? Die Druckspannung für Ziegel beträgt 60 $kp \cdot cm^{-2}$, die Bruchsicherheit soll 10 sein.

°662 Welche Energie steckt in der Feder eines Kraftmessers, die um 10 cm angezogen worden ist und deren Zeiger auf dem Skalenstrich „5 kp" steht?

*663 Das Ende eines Balkens von 1 Mp Gewicht wird von einer eisernen Zugstange BC gehalten (Bild 92). Der Balken ist 4 m lang. Wie groß muß der Querschnitt der Stange BC sein, wenn die zulässige Spannung 10 $kp \cdot mm^{-2}$ und der Abstand $AC = 3$ m betragen?

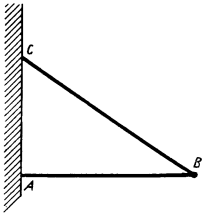


Bild 92

*664 Straßenbahnschienen werden beim Verlegen alle miteinander ohne Schienenstoß verschweißt. Berechnen Sie, welche Druckspannungen in den Schienen auftreten, wenn sie bei −10 °C verlegt worden sind und die Temperatur auf +40 °C gestiegen ist!

21. Schmelzen und Erstarren

665 Ein Stück Eis und ein Stück Blei gleicher Anfangstemperatur (0 °C) und gleicher Masse sollen geschmolzen werden. Wozu ist mehr Wärmemenge nötig: Zum Schmelzen des Eises oder zum Schmelzen des Bleis einschließlich des Erwärmens bis zum Schmelzpunkt?

666 Welche Wärmemenge muß zugeführt werden, um 5 kg Eis von −20 °C zu schmelzen und warmes Wasser von +15 °C zu erhalten?

667 Welche Wärmemenge ist erforderlich, um 4 kg Blei von 0 °C Anfangstemperatur zu schmelzen?

668 Welche Wärmemenge muß zugeführt werden, um 1 cm^3 Kupfer von 0 °C bis zum Schmelzpunkt zu erhitzen und in den flüssigen Zustand zu überführen? Die spezifische Wärme des Kupfers wird im Durchschnitt mit 0,12 $cal \cdot g^{-1} \cdot grd^{-1}$ angenommen.

In welchem Verhältnis stehen die Wärmemengen zueinander, die zum Überführen von zwei gleichen Volumina Blei und Zinn von je 0 °C Anfangstemperatur in die flüssige Zustandsform gebraucht werden? 669

Auf eine Eisfläche (Temperatur des Eises: 0 °C) wird ein auf 100 °C erhitzter Kupferklotz von 200 g Masse gestellt. Wieviel Eis schmilzt unter dem Klotz, bis er sich auf 0 °C abgekühlt hat? 670

Ein Stück Blei von 1,2 kg Masse, das auf 100 °C erhitzt worden war, wurde in die Vertiefung eines Stückes Eis gelegt, das gerade eine Temperatur von 0 °C hatte. Als das Blei auf 0 °C abgekühlt war, waren 45 g Eis geschmolzen. Bestimmen Sie aus diesen Versuchsergebnissen die Schmelzwärme des Eises! 671

Um 5 l Wasser von 20 °C auf 8 °C abzukühlen, werfen wir Eisstückchen mit der Temperatur 0 °C hinein. Wieviel Eis ist zur Abkühlung des Wassers notwendig? 672

In einem Messingkalorimeter (Masse: 160 g) befinden sich 400 g Wasser mit einer Temperatur von 25 °C. Welche Temperatur besitzt das Wasser, nachdem ein ins Wasser gestecktes Stück Eis mit der Masse 50 g und der Temperatur 0 °C vollkommen geschmolzen ist? 673

Bei einem Praktikumsversuch benutzte ein Schüler ein Kalorimeter aus Aluminium (Masse : 80 g), in dem sich 300 g Wasser von 35 °C befanden. Indem er ein Stück Eis von 0 °C ins Wasser legte, verringerte er die Temperatur des Wassers im Kalorimeter auf 5 °C. Die Masse des geschmolzenen Eises war 108 g. Welchen Wert erhielt der Schüler aus diesen Versuchsergebnissen für die Schmelzwärme des Eises? 674

In 10 l Wasser von 12 °C sind 5 kg flüssiges Blei (bei Schmelztemperatur) gegossen worden. Um wieviel Grad erhöhte sich dadurch die Temperatur? 675

Auf einer Fläche von 1 ha befindet sich eine 30 cm starke Schneedecke mit einer Temperatur von 0 °C. Das beim Tauen des Schnees entstandene Wasser erwärmte sich auf 5 °C. Welche Wärmemenge ist absorbiert worden? Die Dichte des Schnees beträgt 0,25 g · cm^{-3}. 676

Warum nimmt Gußeisen beim Gießen bis in alle Einzelheiten sehr gut die Form des gewünschten Gußstückes an? 677

Warum erniedrigt sich beim Auflösen von Salz in Wasser die Temperatur der Lösung? 678

Warum läßt man durch die Kühlschlangen einer Kühlanlage nicht reines Wasser, sondern eine Salzlösung zirkulieren? 679

680 Warum empfindet man beim Benetzen des Gesichts mit Kölnischwasser eine Abkühlung? Warum verstärkt sich dieses Kältegefühl, wenn man in der Nähe des benetzten Gesichtsteils mit der Hand wedelt?

681 Wenn der Fußboden nach dem Scheuern schneller trocknen soll, muß man Fenster und Türen des Zimmers öffnen. Warum?

682 Wie ist es zu erklären, daß eine Flüssigkeit in einem schwach glasierten tönernen Gefäß mit feinen Poren eine niedrigere Temperatur hat als die umgebende Luft selbst? Unter welchen Bedingungen wird die Wassertemperatur in diesem Gefäß die gleiche sein wie die der umgebenden Luft?

683 Ist die Temperatur des siedenden Wassers an der Oberfläche und am Boden eines tiefen Gefäßes gleich?

684 Um eine ungefähre Vorstellung von der Größenordnung der Verdampfungswärme des Wassers zu erhalten, erwärmte man eine bestimmte Wassermasse von 20 °C auf 100 °C und ließ sie verdampfen. Es ergab sich, daß zum Erwärmen 16 min und zum Verdampfen von einem Zehntel dieser Masse 11,5 min notwendig waren. Ermitteln Sie aus diesen Versuchsergebnissen die Verdampfungswärme des Wassers!

685 Welche Wärmemenge ist nötig, um 50 kg Wasser von 19 °C auf 100 °C zu erwärmen und zu verdampfen?

686 Welche Wärmemenge ist nötig, um 2 kg Eis von −10 °C bis zum Schmelzpunkt zu erwärmen, zu schmelzen, das erhaltene Wasser auf 100 °C zu erwärmen und zu verdampfen?

687 In 500 g Wasser von 16 °C werden 75 g Wasserdampf von 100 °C eingeleitet. Der Dampf kondensiert dabei. Wie hoch ist die Mischungstemperatur?

688 1 kg Dampf von 100 °C wird in 12 kg kaltes Wasser geleitet. Die Temperatur des Wassers ist nach der Kondensation des Dampfes auf 70 °C gestiegen. Welche Anfangstemperatur hatte das Wasser?

689 In ein Kalorimeter aus Messing (Masse = 200 g), welches 350 g Wasser von 8 °C enthält, läßt man Dampf von 100 °C einströmen. Welche Menge Dampf muß eingelassen werden, damit die Temperatur des Wassers im Kalorimeter auf 40 °C steigt.

690 Ein Schüler goß bei einem Praktikumsversuch in ein kupfernes Kalorimeter von 200 g Masse 500 g Wasser mit einer Temperatur von 8 °C. Danach ließ er 17 g Dampf von 100 °C einströmen. Dadurch erhöhte sich die Wassertemperatur auf 28 °C. Welcher Wert ergibt sich aus diesen Versuchsergebnissen für die Verdampfungswärme des Wassers?

Mit einem Primuskocher, der einen Wirkungsgrad von 32 % hat, sind 4 l Wasser von 10 °C auf 100 °C erwärmt worden. Dabei haben sich 3 % des Wassers in Dampf verwandelt. Wieviel Petroleum ist dazu verbraucht worden? 691

Auf einer elektrischen Kochplatte mit einer Leistung von 600 W und einem Wirkungsgrad von 45 % erwärmte man 1,5 l Wasser von 10 °C bis zum Sieden. 5 % des Wassers verwandelten sich in Dampf. Wie lange dauerte das Erwärmen? 692

In einem Destilliergefäß verwandeln sich je Minute 400 g Wasser in Dampf. Bestimmen Sie den Verbrauch an Brennholz in 24 Std., wenn der Apparat einen Wirkungsgrad von 50 % hat und das Wasser mit einer Temperatur von 20 °C in den Kessel eintritt! (Heizwert von Brennholz 2600 kcal · kg^{-1}.) 693

In 1 l Wasser von 20 °C wird ein Stück Eisen (Masse = 100 g) geworfen, das auf 500 °C erhitzt worden war. Dabei verwandelte sich eine gewisse Menge Wasser in Dampf. Als Endtemperatur des Wassers erhielt man 24 °C. Bestimmen Sie, wieviel Gramm Wasser sich in Dampf verwandelt haben! 694

Die Verdampfungswärme des Äthers ist geringer als die des Wassers. Wie ist es aber zu erklären, daß auf die Hand geschütteter Äther eine wesentlich größere Abkühlung hervorruft als Wasser? 695

Die Lufttemperatur beträgt 30 °C. Ist es möglich, mit entsprechendem Druck bei dieser Temperatur Kohlendioxyd in den flüssigen Aggregatzustand zu versetzen? 696

23. Luftfeuchtigkeit

Wie ist es zu erklären, daß sich manchmal am Abend eines heißen Sommertages Nebel bildet? 697

Warum sieht man im Winter beim Atmen Nebel vor dem Mund, im Sommer dagegen nicht? 698

Warum beschlagen die Fensterscheiben im Winter auf der Innenseite zum Zimmer? 699

Anstatt der Heberbarometer mit Quecksilber stellte man auch Wasserbarometer her, zu denen man ein etwa 10,5 m langes Rohr benutzte. Wie hoch war da die Wassersäule, die sich bei normalem Luftdruck und einer Lufttemperatur von 30 °C einstellte? 700

Die Lufttemperatur beträgt 25 °C, die relative Luftfeuchtigkeit 60 %. Bei welcher Temperatur bildet sich Tau? 701

Wieviel Wasser scheidet sich aus 1 m^3 Luft ab, wenn ihre relative Feuchtigkeit bei 20 °C 90 % beträgt und die Temperatur auf 15 °C fällt? 702

Beim Sinken der Lufttemperatur von 16 °C auf 10 °C schieden je Kubikmeter Luft 1,5 g Wasser aus. Wie groß war die relative Luftfeuchtigkeit? 703

704 Die relative Luftfeuchtigkeit beträgt bis 12 °C 75 %. Wie ändert sich die relative Luftfeuchtigkeit bei einer Erhöhung der Temperatur auf 15 °C, wenn die Dampfmenge in der Luft unverändert bleibt?

705 Die Lufttemperatur betrug abends 15 °C, die relative Luftfeuchtigkeit 64 %. In der Nacht fiel die Temperatur auf 5 °C. Ist dabei Tau entstanden?

24. Arbeit des Dampfes und des Gases

***706** Wie ist es zu erklären, daß der Wirkungsgrad einer Dampfmaschine um so höher ist, je höher die Dampftemperatur im Kessel und je niedriger die Kondensatortemperatur bei sonst gleichbleibenden Bedingungen sind?

707 1 m^3 Luft befindet sich bei 0 °C im Zylinder unter einem Druck von 2 $kp \cdot cm^{-2}$. Welche Arbeit muß verrichtet werden, um ihre Temperatur isobar um 10 grd zu erhöhen?

***708** 2 kg Luft befinden sich im Zylinder bei 20 °C unter einem Druck von 10 $kp \cdot cm^{-2}$. Welche Arbeit muß verrichtet werden, um ihre Temperatur isobar um 100 grd zu erhöhen?

709 Um wieviel Grad muß man die im Zylinder bei 0 °C befindlichen 4 m^3 Luft isobar erwärmen, damit beim Heben des Kolbens eine Arbeit von 10^4 kpm verrichtet wird? Die Luft befindet sich unter einem Druck von 1,5 at.

710 In einem Zylinder mit 0,1 m^2 Grundfläche und 80 cm Höhe befindet sich bei 0 °C Luft unter einem Druck von 2,5 at. Um wieviel Millimeter hebt sich der Kolben, wenn die Temperatur auf 25 °C erhöht wird? Wie groß ist die dabei verrichtete Arbeit? (Die Erwärmung soll isobar erfolgen.)

711 Wie groß ist der mittlere Dampfdruck im Zylinder einer Dampfmaschine, deren Kolbenhub 40 cm, deren Kolbenfläche 250 cm^2 und deren Leistung 40 PS bei 120 $U \cdot min^{-1}$ betragen?

***712** Im Bild 93 ist das Indikatordiagramm für einen Kolbenhub dargestellt. Auf der Abszisse ist der Kolbenweg, auf der Ordinate der Dampfdruck in technischen Atmosphären abgetragen. Welche Arbeit wird vom Dampf bei einem Kolbenhub verrichtet? Der Kolben hat einen Durchmesser von 50 cm.

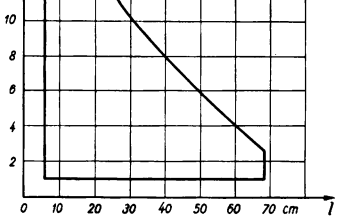


Bild 93

Bestimmen Sie die Drehzahl des Schwungrades einer Dampfmaschine, deren Indikatorleistung 320 PS, deren Kolbendurchmesser 50 cm, deren Hub 75 cm und deren mittlerer Dampfdruck 4 kp · cm^{-2} beträgt! 713*

Die Drehzahl eines Viertakt-Ottomotors mit 10 Zylindern beträgt 900 U · min^{-1}. Der Durchmesser des Kolbens im Zylinder beträgt 400 mm, der Kolbenhub 120 mm. Der mechanische Wirkungsgrad des Motors ist 80 %. Wie groß ist die effektive Leistung, wenn der mittlere indizierte Druck 5 kp · cm^{-2} beträgt? 714*

III. Elektrizität

25. Elektrische Ladungen, Coulombsches Gesetz

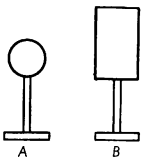


Bild 94

Wie kann man die gesamte Ladung des Leiters A auf den isolierten metallischen Hohlkörper B (Bild 94) übertragen? 715

Wie erhält man auf zwei isolierten hohlen Leitern gleich viele gleichnamige Ladungen? 716

Wie erhält man zu einer vorhandenen Ladung eine gleich große Ladung mit entgegengesetztem Vorzeichen? 717

Wie lädt man zwei isolierte Leiter mit einem Glasstab und einem Lederlappen verschiedenartig auf? 718

Wie bestimmt man das Vorzeichen der Ladung eines Körpers, wenn man einen Hartgummistab, ein Tuch und ein Elektroskop zur Verfügung hat? 719

Nähert man einen negativ geladenen Körper einem positiv geladenen Elektroskop, so verringert sich der Ausschlag des Blättchens im Elektroskop. Bei weiterer Annäherung vergrößert er sich wieder. Warum? 720

Warum wirkt bei zwei gleichartig geladenen Metallkugeln in einer gegebenen geringen Entfernung eine kleinere Kraft als bei verschiedenartig geladenen? 721

Bestimmen Sie die Größe der Kraft zwischen zwei punktförmigen Ladungen von 8 C im Vakuum bei einem Abstand von 0,02 m! 722

Mit welcher Kraft wirken zwei gleichnamige, gleich große Ladungen auf eine dritte, die sich in der Mitte zwischen diesen befindet? 723

Bestimmen Sie, mit welcher Kraft zwei Ladungen von $1 \cdot 10^{-5}$ C im Abstand von 2 m aufeinander wirken? Das Ergebnis ist in Pond anzugeben! 724

An einem Seidenfaden hängt eine kleine Kugel von 100 mp Gewicht. Die Kugel trägt eine Ladung von $5 \cdot 10^{-8}$ C. Bestimmen Sie, wie nahe man von unten eine gleichnamige und ihr gleich große Ladung heranbringen muß, damit die Zugkraft am Faden auf die Hälfte verringert wird! 725

*726 Zwei gleichartig geladene kleine Kügelchen mit einem Gewicht von 0,5 p, die an Seidenfäden von 1 m Länge aufgehängt sind, stoßen einander ab und sind bis auf 4 cm auseinandergegangen. Wie groß ist die Ladung jeder Kugel?

*727 An Seidenfäden mit einer Länge von 20 cm, deren Befestigungspunkte sich in gleicher Höhe in einem Abstand von 10 cm voneinander befinden, sind zwei kleine Kugeln mit einem Gewicht von je 50 mp befestigt. Lädt man die beiden Kugeln mit gleich großen Ladungen entgegengesetzten Vorzeichens auf, so nähern sich die Kugeln bis auf 2 cm. Wie groß muß die auf die Kugeln übertragene Ladung sein?

26. Feldstärke, Potential, Arbeit elektrischer Kräfte

728 Wie groß ist die elektrische Feldstärke in dem Punkt, der 20 mm von einer punktförmigen Ladung von $13{,}3 \cdot 10^{-9}$ C entfernt ist?

729 Den geladenen Leiter von Bild 95 umgibt ein elektrisches Feld. Ist die Feldstärke in gleichen Entfernungen von der zylindrischen Oberfläche, von den Deckflächen und von dem spitz zulaufenden Ende gleich groß?

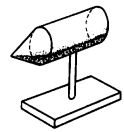


Bild 95

730 Zwei gleich große Ladungen befinden sich in einiger Entfernung voneinander. Ist die Feldstärke in dem Punkt, der in der Mitte zwischen ihnen liegt, größer, wenn diese Ladungen gleichnamig oder wenn sie ungleichnamig sind?

731 Stellen Sie die elektrische Feldstärke in Abhängigkeit von der Entfernung grafisch dar, wenn das Feld von einer punktförmigen Ladung von 1 C erzeugt wird.

*732 Zwei gleichnamige punktförmige Ladungen von 8 C und 5 C sind 20 cm voneinander entfernt. Bestimmen Sie zeichnerisch, in welchem Punkt auf der Strecke zwischen den Ladungen die Feldstärke gleich 0 ist.
Anleitung:
Zeichnen Sie zwei Systeme rechtwinkliger Koordinaten, deren Abszissenachsen zusammenfallen und die entgegengesetzte Richtung haben. Die Entfernung zwischen den Koordinatenanfangspunkten muß 20 cm betragen.

733 Stellen Sie die Abhängigkeit des Potentials im elektrischen Feld von der Entfernung grafisch dar, wenn das Feld von einer punktförmigen Ladung von 100 C erzeugt wird. Was zeigt der Vergleich mit der Darstellung in Aufgabe 731?

*734 Zwei gleichnamige punktförmige Ladungen von 8 C und 5 C sind 20 cm voneinander entfernt. Bestimmen Sie durch Zeichnung, in welchem Punkt des Feldes auf der Strecke zwischen den Ladungen die absoluten Beträge des Potentials beider Ladungen einander gleich sind! (Beachten Sie den Hinweis bei Aufgabe 732!)

Beim Hineinbringen einer Ladung von 10^{-5} C in ein elektrisches Feld wurde eine Arbeit von 600 erg verrichtet. Wie groß ist das Potential in Volt in dem Punkt des Feldes, zu dem die Ladung gebracht wurde? 735

Die Spannung an den Enden eines Leiters, der an die Klemmen eines Leclanché-Elementes angeschlossen ist, beträgt 1,4 V. Welche Elektrizitätsmenge ist durch den Leiter geflossen, wenn eine Arbeit von 8,4 J verrichtet wurde? 736

Die Energie, die ein Elektron erhält, wenn es ein Potentialgefälle von 1 V durchläuft, nennt man 1 eV (Elektronenvolt). Geben Sie die Energie von 1 eV in erg an, wenn die Ladung eines Elektrons $16 \cdot 10^{-20}$ C beträgt! 737

Welche Geschwindigkeit hat ein Elektron, das ein Potentialgefälle von 1 V bzw. 100 V durchlaufen hat? Die Masse eines Elektrons beträgt $9{,}1 \cdot 10^{-28}$ g. 738

Mit welcher Kraft wirkt das elektrische Feld der Erde, dessen Feldstärke 1 V auf 1 cm beträgt, auf einen Körper, der eine elektrische Ladung von $50 \cdot 10^{-9}$ C trägt? 739

Wie verändert sich die Beschleunigung eines fallenden Körpers mit der Masse von 5 g, wenn man ihm eine Ladung von $20 \cdot 10^{-9}$ C gibt? Die Feldstärke der Erde beträgt $1 \text{ V} \cdot \text{cm}^{-1}$. 740

27. Kapazität

Um einen Leiter bis zu einem Potential von 500 V aufzuladen, führte man ihm eine Ladung von 0,01 C zu. Wie groß ist die Kapazität dieses Leiters in Farad und in Mikrofarad? 741

Welche Elektrizitätsmenge muß man einem Leiter mit der Kapazität von 0,01 µF zuführen, um ihn bis zu einem Potential von 300 V aufzuladen? 742

Bis zu welchem Potential lädt sich ein Leiter mit der Kapazität von 10 pF auf, wenn man ihm eine Ladung von $2 \cdot 10^{-10}$ C zuführt? (Das Ergebnis ist in Volt anzugeben.) 743

Eine Kugel mit der Kapazität von 5,5 pF besitzt ein Potential von 180 V. Wie groß ist das Potential für einen Punkt des Feldes, der 5 cm von der Kugeloberfläche entfernt ist? 744

Zwei Kugeln haben einen Durchmesser von je 10 cm. Die Mittelpunkte der Kugeln sind 11 cm voneinander entfernt. Mit welcher Kraft stoßen sie sich voneinander ab, wenn sie gleichartig auf 100000 V geladen werden? 745

Eine Kugel mit der Kapazität von 2,2 pF wurde mit einer Ladung von $1{,}8 \cdot 10^{-9}$ C aufgeladen. Welche Elektrizitätsmenge geht auf eine Kugel mit 2 mm Radius über, wenn man sie mit der großen Kugel leitend verbindet? (Die Kapazität der verbindenden Leiter ist nicht zu berücksichtigen.) 746

747 Wenn man an ein aufgeladenes Elektroskop mit 2 Blättchen die Hand heranführt, fallen diese etwas herab. Warum?

748 Der Durchmesser der Platten eines Luftkondensators mit veränderlichem Plattenabstand beträgt 16 cm. Wie groß ist die Kapazität dieses Kondensators bei folgenden Abständen der Platten: 10 cm, 1 cm, 1 mm?

749 Welche maximale Kapazität kann ein Kondensator erhalten, wenn man als Dielektrikum eine Fotoplatte vom Format 9 cm · 12 cm und einer Stärke von 1,5 mm voll ausgenutzt hat, nachdem man vorher die Fotoschicht abgewaschen hat?

750 Eine Leidener Flasche hat folgende Abmessungen: Durchmesser des Bodens: 8 cm, Höhe der Verkleidung: 17 cm, Glasstärke: 2 mm. Wie groß ist ihre Kapazität? (Es ist die Formel für den ebenen Kondensator anzuwenden.)

751 Ein Kondensator mit einer konstanten Kapazität wurde aus Stanniolfolie hergestellt, zwischen die Glimmer gelegt wurde. Wieviel Glimmerplättchen mit einer Fläche von 10 cm^2 und einer Stärke von 0,1 mm muß man nehmen, damit die Kapazität des Kondensators 0,01 µF beträgt?

752 Welche Kapazitäten kann man herstellen, wenn man zwei Kondensatoren mit einer Kapazität von je 200 pF zur Verfügung hat?

753 Eine Kugel mit 25 cm Radius ist bis auf ein Potential von 600 V aufgeladen. Welche Wärmemenge entsteht im Leiter, wenn die Kugel mit der Erde leitend verbunden wird?

754 Ein Kondensator mit einer Kapazität von 550 pF wird ans Gleichstromnetz mit 120 V Spannung angeschlossen. Wie groß ist der Energievorrat in ihm?

755 Ein Kondensator mit einer Kapazität von 0,2 µF wird bis zu einem Potential von 100 V aufgeladen. Wie groß ist der Energievorrat des Kondensators? Wie ändert sich die Energiemenge, wenn das Potential verdoppelt wird?

756 Kann man den Energievorrat eines geladenen Schulkondensators mit veränderlichem Plattenabstand vergrößern, ohne seine Ladung zu verändern?

757 Zur Bestimmung der Kapazität eines Elektrometers wurde dieses bis zu einem Potential V_1 aufgeladen und danach durch einen dünnen Draht mit einem kugelförmigen Leiter vom Radius r cm verbunden. Nach der Verbindung zeigte das Elektrometer ein Potential V_2. Wie groß ist die Kapazität des Elektrometers?

*758 Zur Bestimmung der Kapazität eines Schulkondensators, der aus zwei durch eine isolierende Platte p getrennten Metallplatten A und B besteht, wurde ein Elektrometer, dessen Kapazität C nach der vorhergehenden Aufgabe bekannt ist, mit der Platte A des Kondensators verbunden. Vorher war das Elektrometer bis zum Potential V aufgeladen worden, wofür man sich die Platten A, B und C entfernt zu denken hatte. Nach der Verbindung mit A zeigt das Elektrometer das Potential V_1 an. Danach wurde auf die Platte A die Isolierplatte C aufgelegt und auf

diese die Platte B, die geerdet war. Das Potential, das das Elektrometer dann anzeigte, war nur noch V_2. Wie groß sind die Kapazität C_1 der Platte A, die Kapazität C_2 des Kondensators und das Größenverhältnis der Kapazitäten $C_2 : C_1$?

28. Ohmsches Gesetz für Teile des Stromkreises, Widerstand der Leiter

759 Durch einen Leiter mit einem Widerstand von 5 Ω floß in der Zeit von 1,5 min eine Elektrizitätsmenge von 45 C. Wie groß war die Spannung, die an den Enden des Leiters anlag?

760 Durch einen Leiter, an dessen Enden eine Spannung von 4 V angelegt wurde, flossen in 2 min 15 C Elektrizitätsmenge. Wie groß ist der Widerstand des Leiters?

761 Welche Elektrizitätsmenge fließt in 20 s durch einen Leiter mit einem Widerstand von 10 Ω, wenn an seinen Enden eine Spannung von 12 V angelegt wird? Welche Arbeit wird dabei verrichtet?

762 Beim Transport von 20 C Elektrizitätsmenge durch einen Leiter mit 0,5 Ω Widerstand wurde eine Arbeit von 100 J verrichtet. Bestimmen Sie die Zeit, in der der Strom durch den Leiter geflossen ist!

763 Fertigen Sie eine grafische Darstellung an, die die Abhängigkeit der Stromstärke vom Widerstand des Stromkreises zeigt. Wie findet man aus der grafischen Darstellung die Spannung an den Enden des Stromkreises?

764 An das Stromnetz sind folgende Geräte in Reihe angeschlossen: eine elektrische Kochplatte mit einem Widerstand von 24 Ω, ein Widerstand von 10 Ω und ein Amperemeter mit 0,2 Ω Widerstand. Wie groß ist der Spannungsabfall an jedem dieser Widerstände, wenn das Amperemeter 3,4 A anzeigt?

765 Beim Experimentieren habe man drei Leiter vor sich, die je 50 cm Länge haben und auf einem Brett befestigt sind (Bild 96), einen Stahldraht sowie einen Nickelindraht mit 0,3 mm Durchmesser und einen Nickelindraht mit 0,5 mm Durchmesser. Wenn man die Kontakte jedesmal in 30 cm Entfernung voneinander auf

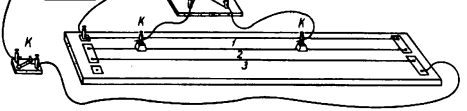


Bild 96

den Drähten anlegt, so erhält man folgende Anzeigen des Voltmeters: 0,4 V, 1,6 V und 0,6 V.

a) Entsprechen diese Werte denen, die man auf Grund der theoretischen Berechnung erhalten muß?

b) Was zeigt das Voltmeter an, wenn man die Kontakte auf dem Stahldraht in 37,5 cm Entfernung voneinander anlegt
und

c) wenn man einen Kontakt in der Mitte des Stahldrahtes, den anderen in der Mitte des Nickelindrahtes mit 0,5 mm Durchmesser anlegt?

766 Welche Größe muß ein Vorschaltwiderstand haben, damit man in einem Stromkreis mit 120 V Spannung eine Bogenlampe einschalten kann, die für ihren Betrieb eine Spannung von 40 V und eine Stromstärke von 5 A erfordert?

767 Zwischen den Punkten A und B ist eine doppelte Leitung mit einem Widerstand von 800 Ω gelegt. Die Entfernung von A bis B beträgt 40 km. Berechnen Sie, in welcher Entfernung von A ein Kurzschluß entstanden ist (Bild 97), wenn das Voltmeter 10 V und das Milliamperemeter 40 mA anzeigen!

Bild 97

768 Schließt man ein Galvanometer parallel an einen Stromkreisteil mit geringem Widerstand an, so zeigt der Zeiger einen Ausschlag von 8 Skalenteilen. Wie groß ist die Spannung in dem gegebenen Teil des Stromkreises, wenn der Widerstand des Galvanometers 20 Ω beträgt und einem Skalenteil 0,5 mA entsprechen?

769 An einen Akkumulator sind drei Leiter gleicher Länge hintereinandergeschaltet. Im Bild 98 ist die grafische Darstellung zu sehen, die den Spannungsabfall in ihnen zeigt.

a) Haben alle drei Leiter den gleichen Widerstand?

b) Welcher Leiter hat den größten und welcher den kleinsten Widerstand?

c) Wie ist der Spannungsabfall je Längeneinheit in jedem Leiter?

770 Welche Spannung muß man an die Enden eines Stahldrahtes von 30 cm Länge und 1,5 mm² Querschnitt anlegen, damit man einen Strom von 10 A erhält?

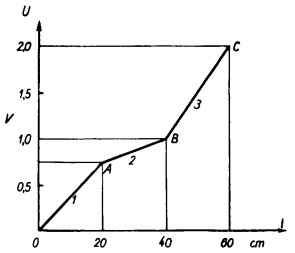


Bild 98

Wie groß ist der spezifische Widerstand eines Leiters AB (Bild 99), wenn er 42 cm Länge und 0,7 mm Durchmesser hat, wobei das Amperemeter 0,5 A und das Voltmeter 0,6 V anzeigen? 771

Wie lang muß ein Konstantandraht von 0,1 mm Durchmesser sein, um damit einen Widerstand von 100 Ω herstellen zu können? 772

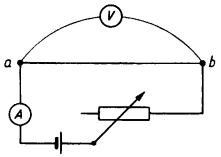


Bild 99

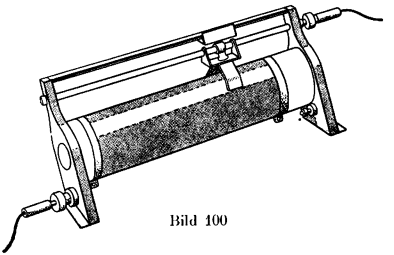


Bild 100

Die Widerstände zweier Leiter mit kreisförmigem Querschnitt, gleicher Länge und aus gleichem Material verhalten sich wie 1:2. Welcher von ihnen ist schwerer? Wievielmal so schwer ist er? 773

Wievielmal so groß muß die Querschnittfläche eines Aluminiumdrahtes gegenüber der eines Kupferdrahtes sein, damit ihre Widerstände bei gleicher Länge gleich groß sind? 774

Wie groß ist der Widerstand eines Rheostats (Bild 100), wenn seine Wicklung aus 150 Windungen Nickelindraht besteht, der Durchmesser einer Windung 4 cm ist und die Länge des umwickelten Zylinderteiles genau 15 cm beträgt? 775

Wie groß ist das Gewicht eines blanken Kupferdrahtes, der einen Widerstand von 2,91 Ω und eine Länge von 1 km hat? 776

Welches Gewicht muß ein Nickelindraht von 0,5 mm^2 Querschnitt haben, damit man einen Widerstand von 8 Ω anfertigen kann? 777

Wie groß sind Querschnittfläche und Länge eines Leiters aus Aluminium, wenn sein Widerstand 0,1 Ω und sein Gewicht 54 p betragen? 778

Ein Kupfer- und ein Chromnickeldraht mit einer Länge von 1 m und einem Durchmesser von 1 mm sind hintereinandergeschaltet. Wie groß ist der Spannungsabfall in jedem von ihnen, wenn durch sie ein Strom von 2 A fließt? 779

Ein isolierter kupferner Klingeldraht ist auf eine Spule aufgewickelt. Der Durchmesser des Kupferdrahtes ist 0,8 mm. Die Länge des Leiters soll bestimmt werden, ohne die Spule abzuwickeln! Beim Anschluß der Spule an einen Gleichstromkreis zeigt sich, daß bei einer Spannung von 1,4 V durch sie ein Strom von 0,4 A fließt. 780

781 Der Widerstand eines Kupferdrahtes beträgt bei einer Temperatur von 15 °C genau 58 Ω. Wie groß ist sein Widerstand bei folgenden Temperaturen: −30 °C und +30 °C? (Temperaturkoeffizient 0,004 grd^{-1}.)

782 Eine Niederspannungslampe mit Wolframglühfaden hat im kalten Zustand einen Widerstand von 1 Ω, im heißen 9,4 Ω. Wie hoch ist die Glühtemperatur des Fadens in der Lampe? (Temperaturkoeffizient 0,0042 grd^{-1}.)

783 Welche Länge muß ein Nickelindraht mit einem Durchmesser von 0,5 mm haben, damit man ein Heizgerät herstellen kann, das einen Widerstand von 48 Ω bei einer Glühtemperatur von 800 °C hat? (Temperaturkoeffizient 0,00021 grd^{-1}.)

784 Der Wolframfaden einer gasgefüllten elektrischen Glühlampe muß bei einer Temperatur von 2900 °C einen Widerstand von 260 Ω haben. Wie groß ist sein Widerstand bei Zimmertemperatur? (Temperaturkoeffizient 0,0042 grd^{-1}.)

29. Ohmsches Gesetz für den gesamten Stromkreis

785 Was zeigt ein Voltmeter an, wenn es an die Klemmen einer Spannungsquelle bei geschlossenem äußerem Stromkreis angeschlossen wird?

786 Wie und warum verändert sich die Anzeige eines Voltmeters, das an die Klemmen eines Stromkreises angeschlossen ist, wenn man den äußeren Stromkreis unterbricht?

787 Ein zuverlässiges Voltmeter, das an die Klemmen eines Elementes mit 1,5 V Spannung (EMK) angeschlossen wird, zeigt 1,45 V an. Wie ist das zu erklären?

788 Der äußere Teil des Stromkreises an einer Spannungsquelle besteht aus einem Rheostat und einem Ampèremeter. An die Klemmen der Spannungsquelle ist ein Voltmeter angeschlossen. Wie werden sich die Anzeigen der Meßgeräte bei Veränderung des Widerstandes ändern?

789 Ein Leclanché-Element mit 1,5 V EMK und einem inneren Widerstand von 0,5 Ω wird mit einem Leiter von 3,5 Ω Widerstand kurzgeschlossen. Wie groß ist die Stromstärke im Stromkreis?

790 Im Bild 101 ist der Spannungsabfall in einem Stromkreis, der aus einem Element und einem homogenen Leiter besteht, grafisch dargestellt. Die Länge des Leiters

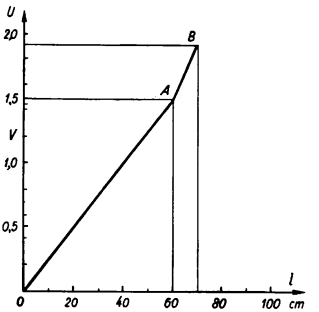


Bild 101

ist 60 cm, der Abstand zwischen den Elektroden des Elementes 10 cm. Beschreiben Sie den Spannungsabfall im äußeren und im inneren Teil des Stromkreises!
a) Wie groß ist die Spannung an den Klemmen, wie groß die EMK des Elementes?
b) Wie groß ist der Spannungsabfall je Längeneinheit im äußeren und im inneren Teil des Stromkreises?

Die Stromstärke im Stromkreis des galvanischen Elementes mit einer EMK von 1,8 V ist 0,1 A. Der Spannungsabfall im äußeren Teil des Stromkreises beträgt 1,6 V. Wie groß sind der Widerstand des äußeren Teiles des Stromkreises und der Innenwiderstand des Elementes? **791**

An die Klemmen einer Spannungsquelle mit einer EMK von 4 V und einem Innenwiderstand von 3 Ω wurde ein Voltmeter angeschlossen, das einen Widerstand von 50 Ω besitzt. Wie groß ist der Ausschlag des Voltmeters? Was für eine Spannung wurde dabei gemessen? **792**

In einem Stromkreis, der im Bild 102 dargestellt ist, ist E ein Akkumulator, E_1 eines von den zu vergleichenden Elementen, Z ein Kontakt, der längs des Leiters AB verschoben werden kann, und G ist ein Galvanometer. **793°**
a) Welche Richtung gibt der Akkumulator dem Strom im Zweig mit dem Element E_1 und dem Galvanometer G?
b) Welche Stromrichtung ergibt das Element E_1 im selben Zweig?
c) In welchem Fall wird in dem Zweig mit dem Element kein Strom fließen?
d) Wie wäre es möglich, die EMK eines anderen Elementes E_2 zu bestimmen, wenn man die EMK des Elementes E_1 kennt?

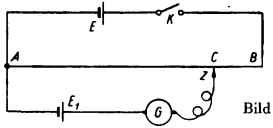


Bild 102

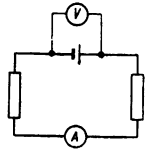


Bild 103

Wie groß ist der Innenwiderstand einer Spannungsquelle, die eine EMK von 1,1 V besitzt, wenn ein an ihre Klemmen angeschlossenes Voltmeter bei 2 Ω Widerstand im äußeren Teil des Stromkreises 1 V anzeigt? **794**

Wie groß ist die EMK eines Elementes unter der Voraussetzung, daß sein Innenwiderstand 0,6 Ω beträgt, das Voltmeter 1,8 V und das Amperemeter 0,2 A anzeigten? (Bild 103.) **795**

Wie groß ist der Spannungsabfall einer Spannungsquelle und welche EMK besitzt diese, wenn der Spannungsabfall im äußeren Teil des Stromkreises 1,2 V beträgt, der Widerstand des äußeren Teiles des Stromkreises 1,5 Ω ist und die Spannungsquelle 0,3 Ω Innenwiderstand besitzt? **796**

797 Wie groß ist die Spannung an den Klemmen eines Elementes, das eine EMK von 2 V und einen Innenwiderstand von 0,8 Ω hat, wenn es mit einem Nickelindraht von 210 cm Länge und 0,2 mm² Querschnitt kurzgeschlossen wird?

798 Welche Länge muß ein Stahldraht mit 0,2 mm² Querschnitt haben, damit man im Stromkreis einen Strom von 0,25 A erhält, wenn man ihn an ein Element mit 2 V EMK und 1,2 Ω Innenwiderstand anschließt?

799 Wie groß sind die EMK und der Innenwiderstand eines Elementes, wenn bei einer bestimmten Lage des Gleitkontaktes des Widerstandes (Bild 104) das Amperemeter 0,2 A und das Voltmeter 1,8 V, bei einer anderen Stellung des Gleitkontaktes jedoch 0,4 A und 1,6 V anzeigen?

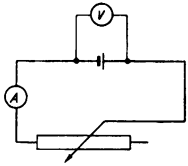


Bild 104

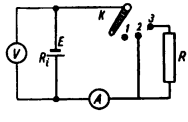


Bild 105

800 Bei einem Außenwiderstand R_1 fließt durch einen Stromkreis der Strom I_1. Wenn der Außenwiderstand R_2 beträgt, ist die Stromstärke I_2. Wie groß sind die EMK und der Innenwiderstand der Spannungsquelle unabhängig voneinander?

801 Wie groß sind die Ausschläge des Amperemeters und des Voltmeters (Bild 105) für die Stellungen 1, 2 und 3 des Umschalters K, wenn $U = 1{,}8$ V, $R_i = 0{,}5$ Ω und $R = 5{,}5$ Ω betragen? Die Widerstände des Amperemeters und der anderen Leiter sind unbedeutend klein, der Widerstand des Voltmeters ist dagegen sehr groß!

802 Ein Leclanché-Element, das eine EMK von 1,5 V und einen Innenwiderstand von 0,6 Ω hat, speist eine Lampe mit 8 Ω Widerstand. Die Spannung an den Klemmen der Lampe beträgt 1,2 V. Wie groß ist der Spannungsabfall in den Verbindungsdrähten? Wie groß ist der Widerstand dieser Drähte?

803 Eine Spannungsquelle mit einem Innenwiderstand von 1,6 Ω versorgt einen äußeren Stromkreis mit 6,4 Ω Widerstand mit Strom. Wie groß ist der Wirkungsgrad dieser Anordnung?

804 Wie groß ist der Wirkungsgrad einer Spannungsquelle, wenn der Außenwiderstand gleich dem Innenwiderstand ist? Wie ist der Wirkungsgrad bei Kurzschluß?

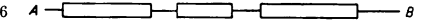
805 Durch einen Stromkreis, der aus einer Spannungsquelle mit einer EMK von 6 V und einem Innenwiderstand von 2 Ω sowie einem Rheostaten besteht, fließt ein Strom von 0,5 A. Welche Stromstärke herrscht, wenn der Widerstand des Rheostaten auf die Hälfte verringert wird?

Ein Säureakkumulator, der eine EMK von 2 V und einen Innenwiderstand von 0,04 Ω hat, versorgt eine Lampe mit Strom. Die den Strom zuführenden Kupferdrähte haben 4 m Länge und 0,8 mm Durchmesser. Die Spannung an den Klemmen des Akkumulators ist 1,98 V. Wie groß ist demnach der Widerstand der Lampe? 806

30. Reihen- und Parallelschaltung von Leitern

Wie groß ist der Widerstand eines Stromkreises, der aus einer elektrischen Glühlampe mit einem Widerstand von 9,5 Ω, einem Rheostat mit einem Widerstand von 12 Ω und einem Kupferdraht mit einer Länge von 400 cm und 0,4 mm² Querschnitt besteht, die alle hintereinandergeschaltet sind? 807

Eine Bogenlampe mit 4 Ω Widerstand und ein Rheostat mit 8 Ω Widerstand sind in Reihe geschaltet. Wie groß ist die Stromstärke in der Lampe, wenn die Netzspannung 120 V beträgt? 808

Bild 106 

Gegeben sind drei Widerstände, $R_1 = 2\ \Omega$, $R_2 = 2{,}5\ \Omega$ und $R_3 = 3\ \Omega$ (Bild 106). Wie groß ist der Spannungsabfall in jedem Widerstand, wenn der Spannungsabfall im ganzen Leiterabschnitt AB 6 V beträgt? 809

Wieviel hintereinandergeschaltete elektrische Glühlämpchen braucht man für eine Weihnachtsbaumbeleuchtung, damit man an sie insgesamt eine Spannung von 127 V anlegen kann, wenn jedes Lämpchen 23 Ω Widerstand hat und eine Stromstärke von 0,28 A benötigt? 810

Eine Spannungsquelle mit einer EMK von 15 V und einem Innenwiderstand von 3 Ω versorgt fünf hintereinandergeschaltete Lämpchen, von denen jedes 8 Ω Widerstand hat. Wie groß ist der Spannungsabfall in einem Lämpchen? 811

Eine Spannungsquelle mit einer EMK von 50 V und einem Innenwiderstand von 1,2 Ω muß eine Bogenlampe mit 6 Ω Widerstand versorgen, die zum normalen Betrieb 30 V Spannung benötigt. Wie groß muß der Vorschaltwiderstand sein? Welche Spannung herrscht an den Klemmen der Lampe, wenn man den Vorschaltwiderstand nicht einschaltet? 812

Welche Spannung muß zwangsläufig an den Klemmen einer Dynamomaschine aufrechterhalten werden, damit sie einen Elektromotor versorgen kann, der 1,5 km vom Kraftwerk entfernt steht und für einen Strom von 10 A bei einer Spannung von 120 V berechnet ist? Die Leitung aus Kupferdraht hat einen Durchmesser von 4 mm. 813

Ein Wasserkraftwerk versorgt unter anderem einen Elektromotor mit Strom von 12 A Stärke. Wieviel wiegt der Stahldraht, der für die Stromzuleitung gebraucht wird, wenn die Entfernung zwischen Kraftwerk und Elektromotor 0,5 km be- 814

trägt und der Spannungsabfall in den Leitungsdrähten nicht mehr als 40 V betragen soll?

815 Ein Voltmeter mit einem Meßbereich von 12 V steht zur Verfügung. Man will es für Spannungsmessungen am städtischen Netz erweitern, indem man einen Widerstand von 1000 Ω mit ihm in Reihe schaltet. Wie erweitert man den Meßbereich des Voltmeters bei dem gegebenen Vorschaltwiderstand, wenn der Widerstand des Voltmeters 100 Ω beträgt?

816 Welchen Vorschaltwiderstand muß man zu einem Voltmeter schalten, das einen Innenwiderstand von 140 Ω hat, damit der Meßbereich seiner Skale auf das 10fache vergrößert wird?

817 Ein Voltmeter (Bild 107) zeigt 6 V an. Wie groß ist die Spannung an den Enden des Leiterstückes ab, wenn der Innenwiderstand des Voltmeters 80 Ω und der Widerstand $R = 500\ \Omega$ beträgt?

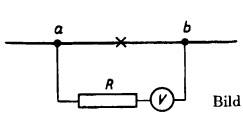


Bild 107

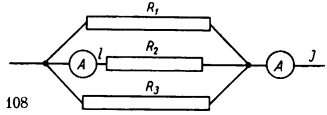


Bild 108

818 Ein Voltmeter mit 1500 Ω Innenwiderstand, das an ein Stromnetz angeschlossen wurde, zeigte 125 V an. Schaltet man das Voltmeter mit einem unbekannten Widerstand in Reihe, so verkleinert sich seine Anzeige auf 120 V. Welche Größe hat der unbekannte Widerstand?

819 Vier Leiter mit einem Widerstand von 1 Ω, 2 Ω, 3 Ω und 4 Ω sind parallelgeschaltet. Wie groß ist ihr Ersatzwiderstand?

820 In wieviel gleiche Teile muß man einen Leiter mit 100 Ω Widerstand teilen, um bei Parallelschaltung dieser Teile einen Widerstand von 1 Ω zu erhalten?

821 Acht Leiter mit je 20 Ω Widerstand sind, zu zweien hintereinandergeschaltet, in vier parallelen Stromkreisen angeordnet. Wie groß ist der Ersatzwiderstand?

822 Drei Leiter mit je 2 Ω Widerstand stehen zur Verfügung. Wie sind sie zu schalten, damit der Gesamtwiderstand 3 Ω beträgt?

823 Man hat drei Leiter zur Verfügung, deren Widerstände 1 Ω, 2 Ω und 3 Ω betragen. Wie muß man sie zusammenschalten, um einen Widerstand von 1,5 Ω zu erhalten?

824 Ein Lampenwiderstand besteht aus sechs parallelgeschalteten Lampen mit je 240 Ω Widerstand. Welche Widerstände kann man mit Hilfe dieses Rheostaten erhalten?

825 Welche Größe hat der Widerstand R_3 (Bild 108), wenn $I_1 = 9\,\text{A}, I_2 = 3\,\text{A}$, $R_1 = 6\,\Omega$ und $R_2 = 4\ \Omega$ ist?

Drei Leiter aus Stahl, Konstantan und Nickelin mit einer Länge von 1 m und einem Querschnitt von 0,1 mm^2 sind parallelgeschaltet. Wie groß ist die Stromstärke in jedem Leiter, wenn bekannt ist, daß durch den Stahldraht ein Strom von 0,5 A fließt? **826**

Zehn gleiche Lampen sind parallel an ein Netz mit 127 V Spannung angeschlossen. Wie groß ist die Stromstärke im gesamten Stromkreis, wenn der Widerstand einer Lampe 240 Ω beträgt? **827**

Wie groß ist der Widerstand eines Shunts von einem Schulgalvanometer für 1 A und 10 A, wenn auf dem Gerät angegeben ist, daß sein Innenwiderstand 20 Ω beträgt und die ganze Skale 5 mA entspricht? **828**

Ein Amperemeter hat einen Innenwiderstand von 0,02 Ω, und seine Skale ist für 1,2 A berechnet. Welchen Widerstand muß ein Shunt haben, den man für das Gerät herstellen will, damit man Ströme mit einer Größe bis zu 6 A messen kann? **829**

Parallel zu einem Amperemeter, das einen Innenwiderstand von 0,03 Ω hat, ist ein Kupferdraht von 10 cm Länge und 1,5 mm Durchmesser geschaltet. Wie groß ist die Stromstärke im Stromkreis, wenn das Amperemeter 0,4 A anzeigt? **830**

Die EMK eines Elementes (Bild 109) ist 2 V, der Innenwiderstand 0,8 Ω, der Widerstand des ersten Leiters 3 Ω und der des zweiten Leiters 6 Ω. Der Widerstand der Zuführungsdrähte beträgt 1,2 Ω. Wie groß ist die Stromstärke im ersten und im zweiten Leiter? **831**

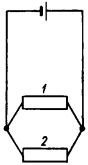


Bild 109

Wie groß ist die Stromstärke in den einzelnen Leitern (Bild 110), wenn $R_1 = 3\ \Omega$, $R_2 = 2\ \Omega$, $R_3 = 7{,}55\ \Omega$, $R_4 = 2\ \Omega$, $R_5 = 5\ \Omega$, $R_6 = 10\ \Omega$ und $U_{ab} = 100$ V betragen? **832**

Wie groß ist der Widerstand des Abschnittes $a\,b$ (Bild 111), wenn die Anzeigen der entsprechenden Geräte 5 V und 200 mA betragen? Der Innenwiderstand des Voltmeters ist 125 Ω. **833**

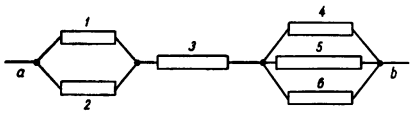


Bild 110

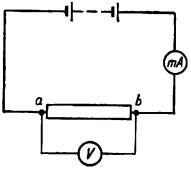


Bild 111

Wie groß ist der Widerstand eines 1 km langen Kabels, das aus 7 Kupfer- und 12 Stahldrähten mit einem Durchmesser von je 0,25 mm besteht? (Als spezifischer Widerstand von Stahl ist 0,2 $\Omega \cdot mm^2 \cdot m^{-1}$ einzusetzen.) Welche hauptsächliche Rolle spielt der Stahldraht? **834**

835 Die Länge einer Fernleitung für elektrische Energie vom Nischne-Swirskaja-Wasserkraftwerk bis nach Leningrad beträgt 240 km. Wie groß ist der Widerstand eines Stranges dieser Leitung, wenn bekannt ist, daß er aus 30 Aluminiumdrähten von 3,92 mm Durchmesser und 19 Stahldrähten mit 2,35 mm Durchmesser besteht?

836 Wie groß ist der Widerstand des im Bild 112 dargestellten Stromkreises?

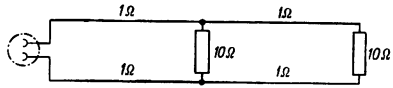


Bild 112

837 Eine Dynamomaschine versorgt 100 Lampen mit Strom, die parallelgeschaltet sind, einen Widerstand von je 1220 Ω besitzen und für 220 V Spannung berechnet sind. Der Widerstand der Leitung beträgt 4 Ω, der Innenwiderstand der Maschine 0,8 Ω. Welche EMK und welche Klemmenspannung hat die Maschine in diesem Fall?

838 Ein Generator (EMK = 150 V), der 0,4 Ω Innenwiderstand hat, versorgt 10 Lampen mit je 240 Ω Widerstand und 5 Lampen mit je 145 Ω Widerstand, die alle parallelgeschaltet sind. Der Widerstand der Stromzuführungen beträgt 2,5 Ω Wie groß ist die Spannung, unter der die Lampen stehen?

839 Die Spannung zwischen den Leitern einer Kabelanschlußstelle in einem Haus beträgt 130 V. Wie groß ist der Querschnitt der Kupferleitungen, die den Strom von der Kabelanschlußstelle zu den elektrischen Geräten leiten? Es handelt sich dabei um 2 Lampen mit einem Widerstand von je 160 Ω und einer Kochplatte mit 40 Ω Widerstand, die parallelgeschaltet sind. Die Entfernung bis zur Kabelanschlußstelle beträgt 60 m, und der Spannungsabfall darf in den Anschlußleitern nach der Norm 2 % nicht überschreiten.

***840** Wie groß ist im Bild 113 die Spannung an den Klemmen der Lampen?

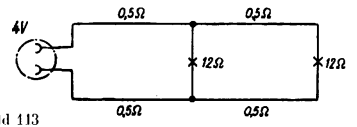


Bild 113

31. Schaltung von Elementen zur Batterie

841 Wie groß sind die EMK und der Innenwiderstand der Batterie (Bild 114), wenn die EMK eines Elementes 1,8 V ist und der Innenwiderstand 0,6 Ω beträgt?

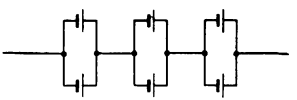


Bild 114

842 Vier Elemente mit einem Innenwiderstand von je 0,8 Ω und je 2 V EMK sind in Reihe geschaltet. Welcher Strom fließt im Stromkreis, wenn der äußere Widerstand 4,8 Ω beträgt?

Wie groß ist die Stromstärke im Gesamtstromkreis, wenn die Elemente parallelgeschaltet sind? Die Berechnung ist für die in Aufgabe 842 angegebenen Elemente durchzuführen. **843**

Man hat vier Elemente mit je 2 V EMK und je 1 Ω Innenwiderstand zur Verfügung. Wie muß man sie zu einer Batterie schalten, damit man im äußeren Teil des Stromkreises mit einem Widerstand von 1 Ω die größtmögliche Stromstärke erhält? Welche Stromstärke ist das? **844**

Vier Elemente mit je 2 V EMK und 0,5 Ω Innenwiderstand sind in zwei parallelen Gruppen zu zweien hintereinandergeschaltet und versorgen eine Lampe mit 9 Ω Widerstand mit Strom. Die Leitung, die den Strom von der Batterie zur Lampe leitet, ist aus Stahl, hat 0,4 mm^2 Querschnitt und eine Länge von 2 m. Wie groß sind die Spannung an den Klemmen der Lampe und der Spannungsabfall in den Zuführungen? (Als spezifischer Widerstand von Stahl ist $0{,}1\ \Omega \cdot mm^2 \cdot m^{-1}$ einzusetzen.) **845**

Wie muß man zwei Elemente mit 1,5 V EMK und 1,2 Ω Innenwiderstand schalten, damit man im äußeren Teil des Stromkreises, der aus einem Nickelindraht von 5 m Länge und 0,5 mm^2 Querschnitt besteht, die maximale Stromstärke erhält? Die Aufgabe ist auch für den Fall eines Stahldrahtes gleicher Abmessungen zu lösen. (Als spezifischer Widerstand von Stahl ist $0{,}1\ \Omega \cdot mm^2 \cdot m^{-1}$ einzusetzen.) **846**

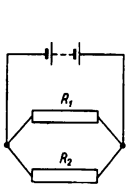


Bild 115

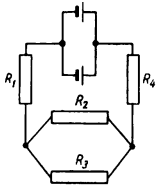


Bild 116

Wie groß ist die Stromstärke in den Zweigen (Bild 115), wenn $U = 1{,}5$ V (Spannung eines Elementes), $R = 0{,}5\ \Omega$ (Innenwiderstand eines Elementes), $R_1 = 4\ \Omega$ und $R_2 = 12\ \Omega$ ist? **847**

Wie groß ist die Stromstärke in einem Leiter mit dem Widerstand R_3, wenn $U = 1{,}5$ V (Spannung eines Elementes), $R = 0{,}5\ \Omega$ (Innenwiderstand eines Elementes), $R_1 = R_4 = 2\ \Omega$, $R_2 = 1\ \Omega$ und $R_3 = 3\ \Omega$ (Bild 116) ist? **848**

Die Batterie einer Taschenlampe, die aus drei in Reihe geschalteten Leclanché-Elementen besteht, versorgt ein Lämpchen mit einem Widerstand von 14 Ω mit einem Strom von 0,25 A. Wie groß sind der Wirkungsgrad der Batterie und der Innenwiderstand eines Elementes? Die EMK eines Leclanché-Elementes beträgt 1,5 V. **849**

Ein Element mit einer EMK von 2 V und einem Innenwiderstand von 0,8 Ω ist mit einem Leclanché-Element, dessen EMK 1,5 V und dessen Innenwiderstand 1,2 Ω beträgt, in Reihe geschaltet. Der äußere Teil des Stromkreises hat 5 Ω Widerstand. Wie groß ist die Klemmenspannung der Batterie und der einzelnen Elemente? **850**

851 Eine Batterie besteht aus zwei in Reihe geschalteten Elementen. Das erste Element hat eine EMK von 2 V und einen Innenwiderstand von 1 Ω, das zweite Element hat 1 V EMK und 2 Ω Innenwiderstand. Der Außenwiderstand des Stromkreises ist 3 Ω.

a) Wie groß sind die Spannung an den Klemmen der Batterie, der Spannungsabfall im Inneren eines jeden Elementes, die Spannung an den Klemmen eines jeden Elementes und der Wirkungsgrad der Anordnung?

b) Wie verändert sich die Stromstärke im Stromkreis und der Wirkungsgrad der Anordnung, wenn man das zweite Element wegnimmt?

***852** Zwei Elemente sind parallelgeschaltet. Das erste Element hat 2 V EMK und 0,6 Ω Innenwiderstand, das zweite 1,5 V und 0,4 Ω. Wie groß ist die Klemmenspannung der Elemente?

***853** Zwei Elemente mit 2 V EMK und 1,5 V EMK und einem Innenwiderstand $R_1 = R_2 = 0{,}5\ \Omega$ sind nebeneinandergeschaltet. Der Außenwiderstand des Stromkreises ist $R = 2\ \Omega$ (Bild 117). Wie groß ist der Strom in jedem Element und im äußeren Teil des Stromkreises? Wie verändert sich die Stromstärke im äußeren Teil des Stromkreises, wenn man das zweite Element ausschaltet?

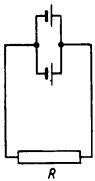


Bild 117

32. Arbeit und Leistung des Stromes

854 Durch einen Leiter, an dessen Enden 5 V Spannung gelegt wurden, ist eine Elektrizitätsmenge von 100 C geflossen. Welche Arbeit hat der Strom dabei verrichtet?

855 Ein Voltmeter, das einem Teilstück des Stromkreises mit 10 Ω Widerstand parallelgeschaltet wurde, zeigte 5 V an. Welche Leistung wird von dem gegebenen Abschnitt des Stromkreises verbraucht?

856 Wie groß ist die maximale Leistung, die von einem Element abgegeben wird, das für einen äußeren Stromkreis mit 5 Ω Widerstand Strom liefert, wenn der Innenwiderstand des Elementes 1 Ω beträgt und seine Klemmenspannung 1,5 V ist?

857 Welche von zwei Lampen, die für die gleiche Spannung berechnet sind, besitzt den größeren Widerstand, die mit 100 W oder die mit 60 W Normleistung?

858 Auf einer Glühlampe sind die Werte 127 V/40 W angegeben. Wie groß ist der Widerstand der Lampe im Arbeitszustand?

859 Auf einer Glühlampe sind die Werte 127 V/100 W angegeben. Wie groß ist der Widerstand des Fadens der Lampe bei Zimmertemperatur, wenn angenommen wird, daß bei normalem Arbeitszustand der Lampe die Temperatur des Fadens 2900 °C sein muß?
(Temperaturkoeffizient des elektrischen Widerstandes $0{,}004\,\mathrm{grd}^{-1}$.)

Wievielmal größer muß der Widerstand einer Lampe sein, die für 220 V berechnet ist, als der Widerstand einer Lampe gleicher Leistung, die für 127 V berechnet ist? 860

In einer Schule brennen gleichzeitig 40 Lampen von 60 W, 20 Lampen von 100 W und 10 Lampen von 40 W Normleistung. Wie groß ist die Stromstärke im Gesamtstromkreis bei 127 V bzw. bei 220 V Spannung? 861

Eine Kinoprojektionslampe mit einer Leistung von 300 W ist für 110 V Spannung berechnet. Welche Größe muß der Vorschaltwiderstand haben, der es erlaubt, sie an ein Netz mit 127 V Spannung anzuschließen? 862

Eine Elektrolok hat drei Elektromotoren mit einer Leistung von je 340 kW bei einem Wirkungsgrad von 92 %. Die Spannung in der Fahrleitung beträgt 1500 V. Wie groß ist die erforderliche Stromstärke? 863

Ein Zug der Moskauer Untergrundbahn wird von 24 Motoren mit je 75 kW Leistung angetrieben. Die Motoren sind in 12 parallelen Gruppen zu zweien in Reihe geschaltet. Wie groß ist die Stromstärke, die bei 750 V Netzspannung für den Zug erforderlich ist? 864

Welche Nutzleistung muß ein Generator bringen und wie groß muß seine Klemmenspannung sein, damit 30 Lampen mit 60 W Leistung, die bei 120 V Spannung parallelgeschaltet sind, mit Strom versorgt werden, wenn der Leitungswiderstand vom Generator bis zu einer Lampe 4 Ω beträgt? 865

In einer Wohnung gibt es zwei Lampen mit 25 W Leistung, eine mit 40 W, eine mit 60 W, eine mit 100 W, eine elektrische Kochplatte mit 600 W und einen elektrischen Teekessel mit 300 W Leistung. Die Lampen brennen 6 Std. am Tage, die Kochplatte 2 Std. und der Teekessel 1 Std. Wie groß ist der monatliche Energieverbrauch und wie hoch ist die monatliche Stromrechnung bei einem Tarif von 0,08 DM je kWh? 866

Ein Elektromotor, der bei 120 V Spannung einen Strom von 10 A aufnimmt, entwickelt eine Leistung von 1,5 PS. Wie groß ist der Wirkungsgrad des Motors und wieviel kostet die Arbeit des Motors in einer Zeit von 8 Std bei einem Tarif von 0,08 DM je kWh? 867

Eine Stadt mit dreistöckigen Häusern muß für den täglichen Bedarf der Bevölkerung mit Wasser unter einem Druck von 16 m Wassersäule versorgt werden. Wie groß ist der tägliche Energieverbrauch für die Wasserversorgung einer Stadt mit einer Einwohnerzahl von 50000 bei einer Norm von 100 l Wasser je Tag für einen Einwohner? Der Wirkungsgrad der Pumpen ist 80 %, der Wirkungsgrad der Elektromotoren 90 %. 868

Ein Aufzug mit 1,2 Mp Gewicht erreicht in 0,5 min 15 m Höhe. Die Spannung an den Klemmen des Motors beträgt 220 V, sein Wirkungsgrad 90 %. Wie groß ist: 869
a) die vom Motor aufzubringende Leistung in Kilowatt,
b) die Stromstärke im Motor,

c) der Energieverbrauch bei einem Hub und
d) der Preis für einen Hub bei einem Tarif von 0,08 DM je kWh?

870 Ein Wärmekraftwerk verwandelt 0,5 kg eines bestimmten Brennstoffes in 1 kWh Elektroenergie. Wie groß ist der Wirkungsgrad des Kraftwerkes?

871 Das Wasserkraftwerk von Kuibyschew an der Wolga wird $2 \cdot 10^6$ kW Leistung haben. Welche Menge Steinkohle wird dann das Kuibyschewer Kraftwerk im Laufe einer Stunde einsparen, wenn man den Wirkungsgrad mit 24 % annimmt?

872 Im Jahre 1933 verbrauchte ein Kraftwerk, das mit Kohle aus dem Gebiet um Moskau arbeitete ($c = 3500$ kcal $\cdot$ kg^{-1}), 0,571 kg dieses Brennstoffes für 1 kWh erzeugter Energie. 1947 verringerte sich der Verbrauch auf 0,49 kg des betreffenden Brennstoffes für 1 kWh. Um wieviel wurde der Wirkungsgrad des Kraftwerkes gesteigert, und wieviel Brennstoff wurde täglich bei einer erzeugten Leistung von 80000 kW eingespart?

873 Die EMK einer Spannungsquelle beträgt 2 V, der Innenwiderstand 0,5 Ω.
a) Fertigen Sie eine grafische Darstellung der Veränderung der Spannung an den Klemmen der Spannungsquelle, der Stromstärke, der Leistung und des Wirkungsgrades bei Veränderung des Außenwiderstandes an. (Dem Außenwiderstand gibt man die Werte 0,1 Ω, 0,2 Ω usw.)
b) Bei welchem Verhältnis von Außen- und Innenwiderstand ergibt sich die maximale Leistung?
c) Wie groß ist dabei der Wirkungsgrad der Anlage?

33. Wärmewirkung des Stromes

874 Zwei Leiter mit gleichem Widerstand stehen zur Verfügung. Wie muß man sie schalten, damit man beim Anschluß an das Netz die maximale Wärmemenge erhält?

875 Zwei Leiter verschiedener Länge, aber vom gleichen Querschnitt und aus gleichem Material liegen parallel im Stromkreis. In welchem von beiden wird mehr Wärme entwickelt?

876 Wie verändert sich die Wärmemenge, die in der Zeiteinheit von einer Kochplatte entwickelt wird, wenn die Heizwendel der Kochplatte durchgebrannt war und deshalb etwas gekürzt wurde?

877 Durch einen Leiter mit 4 Ω Widerstand sind innerhalb 2 min 500 C Elektrizitätsmenge geflossen. Wieviel Wärme hat sich entwickelt?

878 Durch einen Leiter, an dessen Enden eine Spannung von 120 V gelegt wurde, sind 500 C Elektrizitätsmenge geflossen. Wieviel Wärme hat sich in dem Leiter entwickelt?

An die Enden eines Leiters wurden 10 V Spannung gelegt. Wieviel Coulomb Elektrizitätsmenge müssen durch den Leiter fließen, damit sich in ihm 240 cal Wärmemenge entwickeln? **879**

Welcher Strom muß in einem Leiter fließen, der an ein Netz mit 120 V Spannung angeschlossen wurde, damit je Sekunde eine Wärmemenge von 100 cal frei wird? **880**

Welchen Widerstand muß ein Leiter haben, damit sich in ihm eine Wärmemenge von 880 kcal je Std. entwickelt, wenn er an das Netz mit 220 V Spannung angeschlossen wird? **881**

Welche Leistung muß ein elektrischer Heizkörper aufnehmen, damit sich in ihm in 10 min 0,6 l Wasser von 20 °C auf 100 °C erwärmen, wenn sein Wirkungsgrad 60 % beträgt? **882**

In welcher Zeit werden sich 1,5 l Wasser in einem Teekessel mit 600 W Leistungsaufnahme von 20 °C auf 100 °C erwärmen, wenn sein Wirkungsgrad 80 % beträgt? **883**

Auf einer Kochplatte mit 600 W Leistungsaufnahme erwärmen sich 2 l Wasser in 40 min von 15 °C auf 100 °C. Wie groß ist ihr Wirkungsgrad? **884**

In einem Teekessel erwärmt sich 1 l Wasser von 15 °C auf 100 °C. Wie hoch sind die Kosten für das Erwärmen bei einem Tarif von 0,08 DM je kWh, wenn der Teekessel einen Wirkungsgrad von 85 % besitzt? **885**

Auf einer elektrischen Kochplatte mit 600 W Leistungsaufnahme wird ein Kupfergefäß von 200 g Masse erwärmt, das mit 500 g Wasser von 12 °C gefüllt ist. In 5 min steigt die Temperatur des Wassers auf 60 °C. Wie groß ist der Wirkungsgrad, wenn man die auf die Erwärmung des Wassers und des Gefäßes kommende Energie als abgegebene Energie wertet? **886**

Welcher Strom fließt in einem elektrischen Heißwasserspeicher mit 10 l Fassungsvermögen, wenn sich bei einem Wirkungsgrad von 80 % das Wasser in ihm in 30 min von 20 °C auf 100 °C erwärmt? Die Netzspannung beträgt 220 V. **887**

Ein elektrischer Ofen erzeugt in einer Zeit von 1 min eine Wärmemenge von 57,6 kcal. Wie groß ist seine Leistung in Kilowatt? Wie hoch ist der Energieverbrauch in 8 Std. und der Preis der verbrauchten Energie bei einem Tarif von 0,08 DM je kWh? **888**

Wie lang muß ein Chromnickeldraht mit 0,1 mm^2 Querschnitt gewählt werden, damit man einen Heizkörper anfertigen kann, der es ermöglicht, bei einem Wirkungsgrad von 90 % unter 120 V Spannung in 3 min 200 g Wasser von 10 °C auf 100 °C zu erwärmen? **889**

Welche Länge muß ein Nickeldraht mit 0,5 mm Durchmesser haben, damit man ihn für einen elektrischen Ofen verwenden kann, der bei 120 V Spannung voll arbeitet und 400 kcal Wärme in 1 Std. abgibt? Wie groß ist die vom Ofen aufgenommene Leistung in Watt? **890**

891 Eine Heizwendel aus Nickelindraht von 52,5 cm Länge und 0,3 mm Durchmesser ist isoliert in 100 g Wasser eingetaucht, das sich in einem Glasgefäß von 50 g Masse befindet. Die Heizwendel ist an eine Batterie angeschlossen, die aus drei in Reihe geschalteten Akkumulatoren mit einer EMK von je 2 V und einem Innenwiderstand von je 0,05 Ω zusammengestellt ist. Der Widerstand der Stromzuführung von der Batterie zur Heizwendel beträgt 0,25 Ω. Das Heizgerät besitzt einen Wirkungsgrad von 85 %. In welcher Zeit erhöht sich die Temperatur des Wassers um 1 °C?

892 In welcher Zeit werden 460 g Wasser, die sich in einem Gefäß *A* (Bild 118) befinden, von 16 °C auf 100 °C erwärmt, wenn durch das Amperemeter ein Strom von 4 A fließt, das Voltmeter 120 V anzeigt, der Widerstand des Abschnittes *ab* 0,1 Ω und der des Abschnittes *cd* 4,9 Ω beträgt und die Verluste durch Strahlung 16 % der von der Heizwendel entwickelten Wärmemenge ausmachen?

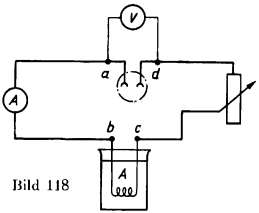


Bild 118

893 Eine Bogenlampe brennt bei 50 V Spannung und verbraucht 500 W Leistung. Welche Wärmemenge entwickelt sich in den Zuführungsdrähten bei 10 min Brenndauer, wenn der Abstand vom Generator bis zur Lampe 100 m beträgt und die Leitung aus Kupferdrähten von 2 mm² Querschnitt besteht?

894 Welche Wärmemenge entwickelt sich in einem elektrischen Kocher mit 600 W Leistungsaufnahme in 1 min? Welche Wärmemenge werden zwei solche Kocher erzeugen, wenn man sie beide in Reihe schaltet?

895 Zwei Leiter mit einem Widerstand von 2 Ω und 6 Ω werden zuerst parallel und dann in Reihe geschaltet. Welche Wärmemenge wird beim Anschluß ans Netz im ersten und im zweiten Fall in dem Leiter mit 6 Ω Widerstand in der Zeit entwickelt, in der sich in dem Leiter mit 2 Ω Widerstand 1,5 kcal entwickeln?

896 Es steht eine Batterie zur Verfügung, die aus fünf in Reihe geschalteten Elementen mit je 2 V EMK und je 1,2 Ω Innenwiderstand besteht. Wie muß man zwei Heizwendel mit je 4 Ω Widerstand an sie anschließen, damit diese die größtmögliche Wärmemenge abgeben? Wie groß ist die Nutzleistung bei Parallel- und Reihenschaltung der Heizwendel?

897 Es stehen zwei elektrische Heizgeräte mit einer Leistung von 200 W zur Verfügung. Wieviel Zeit wird die Erwärmung von 400 g Wasser von 15 °C bis zum Kochen beanspruchen, wenn man
a) ein Heizgerät,
b) zwei parallelgeschaltete Heizgeräte und
c) zwei in Reihe geschaltete Heizgeräte verwendet?
Der Wirkungsgrad der Heizgeräte beträgt 85 %.

Sechs Akkumulatoren mit je 2 V EMK und je 0,04 Ω Innenwiderstand sind in zwei parallelen Gruppen zu dreien in Reihe geschaltet und versorgen einen äußeren Stromkreis mit Strom, der aus einer Lampe mit 11 Ω Widerstand und einem Stahldraht von 470 cm Länge mit 0,5 mm^2 Querschnitt besteht. Wie groß ist die Wärmemenge, die in 1 min **898**
a) im gesamten Stromkreis,
b) im Lämpchen,
c) im Stahldraht,
d) in der Batterie und
e) in einem Akkumulator entwickelt wird?
(Der spezifische Widerstand von Eisen ist 0,1 $\Omega \cdot mm^2 \cdot m^{-1}$.)

An einem Element mit 4 Ω Innenwiderstand liegt ein Widerstand von 8 Ω. Bei welchem anderen Außenwiderstand wird im äußeren Teil des Stromkreises je Zeiteinheit die gleiche Wärmemenge erzeugt werden wie bei dem Widerstand mit 8 Ω? **899**

Ein elektrischer Ofen muß in 1 s 2 kcal Wärmemenge abgeben. Der Ofen wird von einem Spezialgenerator mit Strom versorgt, der von einem Verbrennungsmotor angetrieben wird. Der Wirkungsgrad des Generators ist 80 %, der des Motors 30 %. Zu bestimmen sind: **900**
a) die Leistung des Generators in Kilowatt,
b) die Leistung des Motors in Pferdestärken und
c) der Benzinverbrauch bei 8 Std. Brenndauer des Ofens.
Heizwert des Benzins 10000 kcal $\cdot kg^{-1}$.

34. Strom in Elektrolyten

Durch eine Kupfersulfatlösung ist eine Elektrizitätsmenge von $2 \cdot 10^4$ C geflossen. Wieviel Kupfer hat sich abgesondert? **901**

Wieviel Aluminium scheidet sich bei der Elektrolyse in 30 min ab, wenn die Stromstärke 2 A beträgt? **902**

Zur Bestimmung des elektrochemischen Äquivalentes von Kupfer stellte ein Schüler einen elektrischen Stromkreis mit einem Kupfercoulombmeter zusammen. Indem er die Katode vor dem Stromfluß durch das Coulombmeter und nach 25 min langem Stromdurchgang wog, fand der Schüler die Masse des abgeschiedenen Kupfers. Das waren 0,29 g. Die Stromstärke in dem Stromkreis betrug 0,6 A. Welchen Wert erhielt der Schüler für das elektrochemische Äquivalent von Kupfer? **903**

Wieviel Zeit wird ein Versuch zur Bestimmung des elektrochemischen Äquivalentes von Kupfer beanspruchen, wenn man erreichen will, daß die abgelagerte Kupfermenge an der Elektrode ungefähr 0,5 g sein soll? Die Breite der Katode ist 5 cm, die Eintauchtiefe in den Elektrolyten 10 cm. Die höchstzulässige Stromstärke beträgt 1 A je dm^2. **904**

905 Man wollte die Genauigkeit der Anzeige eines Amperemeters überprüfen und schaltete es mit einem Silbercoulombmeter in Reihe. Bei konstanter Stromstärke wurden in 20 min 1,300 g Silber abgeschieden. Das Amperemeter zeigte 0,8 A an. Ist die Anzeige des Amperemeters richtig?

906 Bei der Elektrolyse von verdünnter Schwefelsäure wurden in 50 min 0,3 g Wasserstoff abgeschieden. Wie groß ist die Leistung, die auf die Erwärmung des Elektrolyten entfällt, wenn sein Widerstand 0,4 Ω ist?

907 Bei der Elektrolyse einer Zinnsulfatlösung wurden innerhalb 60 min 2,45 g Zink abgeschieden. Wie groß ist der Widerstand R (Bild 119), wenn das Voltmeter 6 V anzeigte?

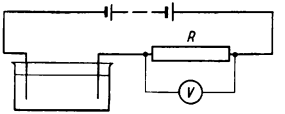


Bild 119

908 Bei der Elektrolyse einer Zinksulfatlösung wird eine Arbeit von 1 kWh verrichtet. Wie groß ist die Menge Zink, die man erhält, wenn die Spannung an den Klemmen der Wanne 4 V beträgt?

909 Welche Menge Silber wird bei der Elektrolyse einer Silbernitratlösung im Lauf einer Stunde abgeschieden? Der Widerstand der Wanne beträgt 1,2 Ω, die Spannung an den Klemmen der Wanne ist 1,5 V und die Polarisationsspannung 0,8 V.

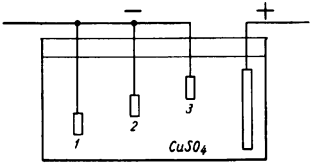


Bild 120

910 Beim Einschalten eines Stromkreises, der aus einer Akkumulatorenbatterie, einem Coulombmeter mit verdünnter Schwefelsäure und einem Amperemeter besteht, zeigte das letzte die Stromstärke I an, die sich danach bis auf den Wert I_1 veränderte. Welchen Grund gibt es für diese Erscheinung?

911 Scheidet sich an den Katoden 1, 2 und 3 (Bild 120) die gleiche Menge Kupfer ab?

912 Welche Menge Kupfer wird innerhalb einer Stunde an jeder der Katoden abgeschieden, wenn man von der Voraussetzung ausgeht, daß die Flächen der Katoden 1, 2 und 3 in Aufgabe 911 gleichartig sind und 10 cm^2 Fläche besitzen, ihr Abstand von der Anode entsprechend 5 cm, 10 cm und 15 cm beträgt und die angelegte Spannung 1,5 V ist? Der spezifische Widerstand der Lösung soll 20 Ω · cm betragen. Die Polarisationsspannung ist in das Ergebnis nicht miteinzubeziehen.

913 Berechnen Sie auf Grund der Kenntnis des elektrochemischen Äquivalentes von Wasserstoff (siehe Tab. 18) die elektrochemischen Äquivalente von Chlor, Natrium und Aluminium!

***914** 1 l Wasserstoff enthält unter Normalbedingungen $2{,}7 \cdot 10^{22}$ Moleküle. (Die Moleküle des Wasserstoffs bestehen aus 2 Atomen.) Bestimmen Sie mit Hilfe der

Kenntnis, daß bei der Elektrolyse 1 Ion Wasserstoff die minimale elektrische Ladung trägt, deren Größe in Coulomb!

Berechnen Sie auf Grund der Kenntnis, daß das Atomgewicht von Nickel 58,68 und seine Wertigkeit 2 ist, welche Menge Nickel bei der Elektrolyse beim Durchgang von 100 C Elektrizitätsmenge abgeschieden wird! 915

Welche Menge Sauerstoff hat sich beim Durchgang von 10^{20} Elektronen durch eine wäßrige Lösung von Schwefelsäure abgeschieden? Die Masse eines Sauerstoffatoms ist $26 \cdot 10^{-24}$ g. 916*

Welche Menge Chlor scheidet sich beim Durchgang von 10^{20} Elektronen durch eine Lösung von HCl ab? Die Ladung eines Elektrons ist $16 \cdot 10^{-20}$ C. 917

Sechs alkalische Akkumulatoren mit je 1,3 V EMK und 0,06 Ω Innenwiderstand sind in zwei parallelen Gruppen zu je drei in Reihe zu einer Batterie geschaltet und mit zwei Elektroden verbunden, die in eine Kupfersulfatlösung eintauchen. In welcher Zeit scheidet sich 1 g Kupfer ab, wenn der Innenwiderstand der Lösung 0,51 Ω und die Polarisationsspannung 1,5 V beträgt? 918

Zur Erzeugung von Elektrolytkupfer wurde eine Dynamomaschine mit 240 kW Leistungsabgabe und 120 V Klemmenspannung aufgestellt. Wie groß ist die Kupfermenge, die man in acht Arbeitsstunden erhält? Wie hoch ist der Energieverbrauch in Kilowattstunden für 1 kg erzeugtes Kupfer? Die Spannung an den Klemmen einer Wanne ist 1,2 V. Der Spannungsabfall in den Zuleitungen und die Polarisationsspannung in den Wannen sind nicht zu berücksichtigen. 919

Das Vernickeln eines Gegenstandes dauerte bei 0,4 A Stromstärke für 1 dm^2 4 Std. Welche Dicke erhielt die Nickelschicht auf dem Gegenstand? 920

Um stählernen Gegenständen einen Glanz zu geben, kann man sie elektrisch polieren, indem man sie als Anode in einen speziellen elektrischen Trog gibt, durch den ein elektrischer Strom fließt. Wie dick ist die Schicht des Stahles, die bei der Elektropolitur im Laufe einer Minute entfernt wird, wenn der Strom 50 A je dm^2 beträgt? (Das elektrochemische Äquivalent ist 0,3 mg $\cdot$ C^{-1}.) 921

Welche Elektrizitätsmenge in Coulomb ist in einem Akkumulator mit einer Ladung von 20 Ah aufgespeichert? 922

Welche Energiemenge ist in einem Akkumulator mit einer Ladung von 100 Ah aufgespeichert, wenn die EMK 2 V beträgt? Das Ergebnis ist in Kilowattstunden anzugeben. 923

Welche Mindestladung muß ein Akkumulator haben, um einen Gegenstand mit einer Oberfläche von 2 dm^2 mit einer Nickelschicht von 0,1 mm Dicke zu überziehen? Wie lange dauert das Vernickeln bei 0,25 A Stromstärke je dm^2? 924

Wieviel Energie kann ein Akkumulator mit einer Kapazität von 40 Ah aufnehmen, wenn die Polarisationsspannung 2,5 V beträgt, der Innenwiderstand 0,02 Ω 925

und die Ladestromstärke 4 A ist? Welchen Wirkungsgrad hat dieser Akkumulator, wenn seine EMK 2 V beträgt?

926 Eine Akkumulatorenbatterie mit einer Gesamt-EMK von 5 V wurde innerhalb 6 Std. bei 7,2 V Spannung und 11 A Stromstärke aufgeladen. Entladen wurde sie innerhalb 8 Std. bei 5,6 A Stromstärke. Welchen Wirkungsgrad hat die Akkumulatorenbatterie?

927 Jeder der im Bild 121 gezeigten Akkumulatoren besitzt 2 V EMK und eine Ladung von 20 Ah. Bestimmen Sie:
a) die Gesamtladung der Batterie,
b) die Stromstärke im äußeren Teil des Stromkreises,
c) die Stromstärke in einem Akkumulator und
d) die Dauer der ununterbrochenen Entladung der Batterie!
Der Innenwiderstand der Akkumulatoren ist nicht zu berücksichtigen.

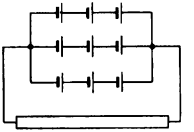


Bild 121

928 Eine Dynamomaschine mit 100 V EMK und 2 Ω Innenwiderstand lädt in 5 Std. eine Akkumulatorenbatterie mit einer entgegengesetzten EMK von 75 V und 0,15 Ω Innenwiderstand auf. Die Verbindungskabel haben 0,35 Ω Widerstand. Bestimmen Sie:
a) die Spannung an den Klemmen des Dynamos.
b) die Spannung an den Klemmen der Akkumulatorenbatterie,
c) die Wärmemenge, die während des Ladens in der Batterie erzeugt wird, und
d) die Elektrizitätsmenge in Coulomb, die in der Akkumulatorenbatterie aufgespeichert wurde!

35. Strom in Gasen

929 Warum hält sich eine elektrische Ladung auf einem isolierten Leiter von Kugelgestalt länger als auf einem isolierten Leiter mit einer Spitze?

930 Warum ist bei der Bogenentladung für den Stromfluß durch den gasgefüllten Zwischenraum keine hohe Spannung erforderlich?

931 Im Bild 122 ist der obere Teil der 1876 von dem russischen Gelehrten P. N. Jablotschkow erfundenen „Jablotschkowlampe" dargestellt, deren weite Verbreitung in der ganzen Welt den Anstoß zur Konstruktion der ersten Wechselstromgeneratoren gab. Wie ist es zu erklären, daß für den Betrieb der „Jablotschkowlampe" Wechselstrom günstig ist?

932 Warum nimmt man bei Verwendung von Gleichstrom in der Bogenlampe für die positive Kohle einen kleineren Durchmesser als für die negative?

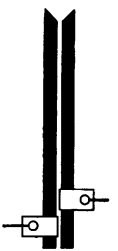


Bild 122

Zwischen der Erde und einer Wolke ging während eines Blitzes eine Entladung vor sich. Wie groß war die Energie der Ladung, wenn die Potentialdifferenz zwischen der Erde und der Wolke 10^8 V betrug und eine Elektrizitätsmenge von 20 C floß? 933

Warum geht bei geringerer Luftdichte eine elektrische Entladung bei niedrigeren Spannungen vor sich? 934

In der Annahme, daß die freie Weglänge des Elektrons in Luft bei normalem Druck 0,005 mm beträgt, ist die Feldstärke zu bestimmen, bei der die Stoßionisation vor sich gehen kann. Zur Verwirklichung der Ionisation muß das Elektron eine Energie von $24 \cdot 10^{-12}$ erg besitzen. Die Ladung des Elektrons beträgt $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C. 935

Wohin werden Katodenstrahlen abgelenkt, wenn man einen Magneten an die Röhre bringt, wie das im Bild 123 gezeigt ist? 936

Ein Katodenstrahl, der zwischen den Platten a und b eines Kondensators einen Weg von 5 cm durchläuft (Bild 124), wird um 1 mm abgelenkt. Wie groß ist die Geschwindigkeit des Elektrons, das sich in diesem Strahl befindet? Die elektrische Feldstärke zwischen den Kondensatorplatten a und b ist 150 V · cm^{-1}. Die Ladung eines Elektrons beträgt $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C und seine Masse $9{,}1 \cdot 10^{-28}$ g. 937*

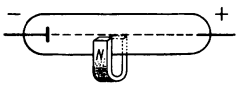


Bild 123

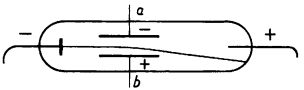


Bild 124

Welche Energie besitzt das Elektron eines Katodenstrahles, der in der Aufgabe 937 betrachtet wurde? 938*

Warum verschwinden in der Röhre A (Bild 125) bei genügend hohem Vakuum die Katodenstrahlen, aber in der Röhre B nicht? 939

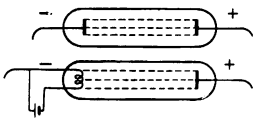


Bild 125

Wie werden Anodenstrahlen abgelenkt, die zwischen den Platten eines geladenen Kondensators hindurchgehen? Welche Strahlen werden stärker abgelenkt, die Anoden- oder die Katodenstrahlen? 940

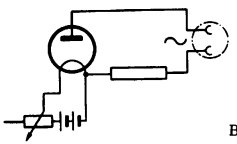


Bild 126

Ist in einer Katodenstrahlröhre eine Funkenentladung möglich? 941

Warum heißt das im Bild 126 dargestellte Schema der Gleichrichtung Einweggleichrichtung? 942

943 Kann man einen Stahlstab so magnetisieren, daß seine beiden Enden gleiche Pole besitzen?

944 Man bringt einen Stahlstab zuerst mit einem Ende an den Nordpol der Magnetnadel, danach an den Südpol dieser Nadel. In dem einen wie im anderen Fall werden die Pole der Magnetnadel von dem Stab angezogen. Kann man erkennen, ob der Stab magnetisch war?

945 Wie kann man mit Hilfe einer Magnetnadel feststellen, ob ein Stahlstab magnetisch ist oder nicht?

946 Warum verbindet man bei der Aufbewahrung von Magneten ihre Pole mit einem Anker aus Weicheisen?

947 In welche Richtung bezüglich der Lage der Kompaßnadel muß man in einer Gegend mit 10° östlicher Mißweisung gehen, um sich genau in nördlicher Richtung zu bewegen?

°**948** Wie groß ist die magnetische Feldstärke im Punkt A? (Bild 127.)

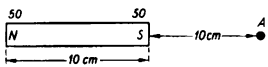


Bild 127

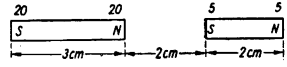


Bild 128

°**949** Mit welcher Kraft wirkt das Magnetfeld auf das Ende einer Magnetnadel, wenn diese einen magnetischen Fluß (Polstärke) von $2 \cdot 10^{-7}$ V · s besitzt und sich im Punkt A vom Bild 127 befindet?

°**950** Bestimmen Sie die Größe und die Richtung der magnetischen Feldstärke in einem Punkt, der von der Mitte der Achse eines Stabmagneten von 8 cm Länge 3 cm entfernt ist, wenn der Magnet an den Polen einen magnetischen Fluß (Polstärke) von 10^{-6} V · s besitzt!

°**951** Wie groß ist die gegenseitige Kraftwirkung der im Bild 128 dargestellten Magneten?

°**952** Wie groß ist die gegenseitige Kraftwirkung der im Bild 129 dargestellten Magneten?

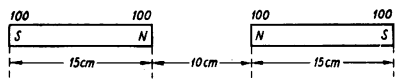


Bild 129

°**953** Ein Stabmagnet mit 100 p Gewicht liegt auf einer waagerechten Fläche und kann sich auf ihr bei einem Reibungskoeffizienten von 0,1 bewegen. Wie nahe muß

man einen zweiten Magneten mit dem entgegengesetzten Pol an ihn heranbringen, damit sich der erste Magnet dem zweiten entgegenbewegt, wenn beide Magneten eine Polstärke von 10^{-6} V · s haben? (Es ist nur die Wechselwirkung der gegenüberliegenden Pole zu berücksichtigen.)

Welches Gewicht muß der Magnet, der als oberer im Bild 130 dargestellt ist, haben, damit er sich durch die gegenseitige Kraftwirkung der Magnete in 1 cm Höhe über dem unteren Magnet hält? **954°**

Bild 130

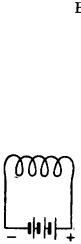


Bild 132

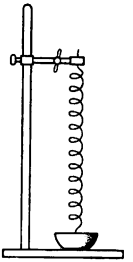


Bild 134

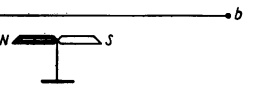


Bild 131

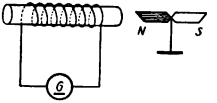


Bild 133

Wie groß ist die magnetische Induktion in einem Stück Nickel, das sich in einem Magnetfeld mit einer Feldstärke von 24000 A · m^{-1} befindet? Die relative Permeabilität von Nickel beträgt 200. **955**

In ein homogenes Magnetfeld mit einer Feldstärke von 16000 A · m^{-1} wird ein Stück Eisen mit einem Querschnitt von 4 cm^2 und einer relativen Permeabilität von 5000 hineingebracht. Wie groß ist der magnetische Fluß im Eisen? **956°**

In welche Richtung muß man den Strom durch den Leiter *a b* im Bild 131 leiten, damit die Magnetnadel sich mit ihrem Südpol zum Beobachter dreht? **957**

Bestimmen Sie die Pole der Spule, die im Bild 132 dargestellt ist! **958**

Bestimmen Sie die Pole der im Bild 133 dargestellten Spannungsquelle! **959**

Warum werden die Enden eines hufeisenförmigen Elektromagneten in entgegengesetzter Richtung umwickelt? **960**

Ein Ende eines gewindeartigen federnden Leiters ist in eine Stativklemme eingeklemmt, und das andere taucht in eine Schale mit Quecksilber (Bild 134). Beim Stromfluß durch den Leiter verkürzt sich dieser und öffnet dabei den Stromkreis. Dadurch verlängert er sich und schließt den Stromkreis wieder. Wie ist diese Erscheinung zu erklären? **961**

962 Über der Spule A im Bild 135 hängt an einer Feder ein Eisenstück. Was geschieht mit ihm, wenn durch die Spule Gleichstrom fließt, die Richtung des Stromes in der Spule geändert oder die Stromstärke in der Spule vergrößert wird?

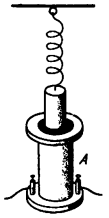


Bild 135

37. Elektromagnetische Induktion

963 Es ist bekannt, daß der Zeiger des Galvanometers B im Bild 136 in Richtung der Klemme ausschlägt, die mit dem negativen Pol der Spannungsquelle verbunden ist. In welche Richtung erfolgt der Ausschlag des Zeigers bei Annäherung des Magneten an die Spule A?

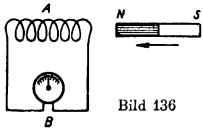


Bild 136

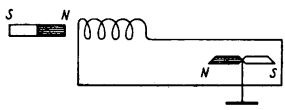


Bild 137

964 Mit welcher Bewegung des Magneten im Bild 137 kann man erreichen, daß sich die Magnetnadel mit dem Nordpol zum Betrachter hin dreht?

***965** Im Falle der Unbrauchbarkeit des Mikrophons kann man mit dem Telefon nicht nur hören, sondern man kann auch hineinsprechen. Wie ist es zu erklären, daß am anderen Ende die Laute zu hören sind, die ins Telefon gesprochen wurden?

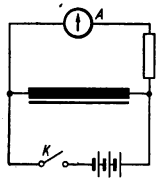


Bild 138

966 In welcher Richtung fließt der Strom durch das Amperemeter A des Bildes 138 in dem Augenblick, in dem der Stromkreis mit dem Schalter K unterbrochen wird?

967 Der Widerstand des Zweiges *abc* im Bild 139 ist gleich dem Widerstand des Zweiges *adc*. Was läßt sich über die Ausschläge der Amperemeter 1 und 2 in dem Augenblick, in dem der Stromkreis über den Schalter K geschlossen wird, aussagen?

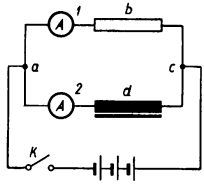


Bild 139

Ein Leiter schneidet in 1 s $5 \cdot 10^6$ magnetische Kraftlinien. Wie groß ist die induzierte EMK an den Enden des Leiters? 968°

Ein Leiter mit 0,5 m Länge bewegt sich im homogenen Magnetfeld, das eine Feldstärke von 40000 $A \cdot m^{-1}$ hat, senkrecht zu den Kraftlinien mit einer Geschwindigkeit von 2 $m \cdot s^{-1}$. Wie groß ist die induzierte EMK? 969°

Mit welcher Geschwindigkeit muß man einen Leiter von 10 cm Länge senkrecht zu den magnetischen Kraftlinien eines homogenen Magnetfeldes mit einer Feldstärke von 160000 $A \cdot m^{-1}$ bewegen, damit die induzierte EMK an den Enden des Leiters 0,01 V beträgt? 970°

Wie groß ist die induzierte EMK, die an den Enden eines 1 m langen Stabes entsteht, wenn man ihn durch das Magnetfeld der Erde senkrecht zu den magnetischen Kraftlinien mit einer Geschwindigkeit von 1 $m \cdot s^{-1}$ bewegt? Die Feldstärke des magnetischen Feldes der Erde soll 16 $A \cdot m^{-1}$ betragen. 971°

Wie groß ist die induzierte EMK an den Enden eines Leiters von 20 cm Länge, der sich durch ein Magnetfeld mit einer Feldstärke von 80000 $A \cdot m^{-1}$ unter einem Winkel von 30° mit der Geschwindigkeit von 0,5 $m \cdot s^{-1}$ bewegt? 972

Ein kleiner Drahtrahmen mit einer Fläche von 100 cm^2 (Bild 140) dreht sich in einem Magnetfeld, dessen Feldstärke 40000 $A \cdot m^{-1}$ beträgt, mit 300 $U \cdot min^{-1}$ um die Achse OO_1. Wie groß ist für die Phasen 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315° und 360° die induzierte EMK im Rahmen? 973°

Wieviel Windungen muß man auf den Rahmen wickeln, damit die maximale EMK 1 V beträgt. Die übrigen Angaben sind der Aufgabe 973 zu entnehmen. 974°

Wir nehmen an, daß der Scheitelwert der induzierten EMK bei einer sich im Magnetfeld drehenden Windung (Bild 140) 1 V beträgt. Berechnen Sie daraus den Wert der EMK für die Phasen 0°, 45° usw. bis 360°! Fertigen Sie mit den gefundenen Werten eine grafische Darstellung an, bei der auf der Abszissenachse die Phasen und auf der Ordinatenachse die EMK abgetragen werden! 975°

Bild 140

Ein kleiner Drahtrahmen, der sich in einem Magnetfeld dreht, besitzt 100 Windungen Kupferdraht mit 0,5 mm^2 Querschnitt. Die Länge einer Windung ist 40 cm. Wie groß ist die effektive Stromstärke in einem Leiter mit 5,64 Ω Widerstand, der an die Enden der kleinen Spule angeschlossen ist, wenn der Scheitelwert der induzierten EMK in der Spule 2 V beträgt? 976°

977 Wozu wird in die Wicklungen des Feldmagneten einer Nebenschlußmaschine ein Widerstand eingeschaltet?

978 Ein Generator in Reihenschaltung (Serienmaschine) hat eine EMK von 140 V und versorgt einen äußeren Stromkreis mit einem Strom von 7 A. Der Widerstand der Wicklungen des Ankers ist 0,4 Ω, der Widerstand der Erregerwicklung 3,6 Ω. Wie groß ist die Spannung an den Bürsten und an den Klemmen des Generators?

979 Eine Serienmaschine mit einer EMK von 200 V hält an den Bürsten eine Spannung von 180 V aufrecht. Wie groß ist der Widerstand der Feldwicklung? Der äußere Teil des Stromkreises hat 3 Ω Widerstand, die Ankerwicklung 0,5 Ω.

980 Ein Generator in Hauptschluß speist 26 Lampen mit je 100 W Leistung. Die Klemmenspannung des Generators beträgt 130 V. Die Ankerwicklung hat 0,2 Ω und die Erregerwicklung 2,3 Ω Widerstand. Wie groß ist die EMK des Generators?

981 Ein Hauptschlußgenerator erzeugt einen Strom von 6 A bei einer Spannung von 63 V an den Bürsten. Die Ankerwicklung hat 0,5 Ω, die Erregerwicklung 1,5 Ω Widerstand. Welcher Wert ergibt sich:
a) für die EMK des Generators,
b) für die Spannung an den Klemmen des Generators,
c) für den Außenwiderstand und
d) für den Wirkungsgrad des Generators?

982 Eine Nebenschlußmaschine mit 726 V EMK hat 0,2 Ω Widerstand in der Ankerwicklung und 120 Ω Widerstand in der Erregerwicklung. Wie groß ist die Stromstärke im äußeren Teil des Stromkreises, der einen Widerstand von 30 Ω besitzt?

983 Wie groß ist die EMK einer Nebenschlußmaschine, wenn bekannt ist, daß sie einen äußeren Stromkreis mit 5 Ω Widerstand mit einem Strom von 40 A versorgt? Die Ankerwicklung besitzt 0,1 Ω und die Erregerwicklung 50 Ω Widerstand.

984 Wie groß ist der elektrische Wirkungsgrad des Generators (Bild 141), wenn $E = 60$ V, $R_{\text{Ankerw.}} = 0{,}5\ \Omega$, $R_{\text{Erregerw.}} = 60\ \Omega$ und $R_1 = R_2 = 30\ \Omega$ ist?

985 Ein Nebenschlußgenerator hat eine EMK von 100 V, einen Widerstand in der Ankerwicklung von 0,5 Ω und einen Widerstand in der Erregerwicklung von 45 Ω. Der äußere Stromkreis besteht aus drei parallelgeschalteten Widerständen von 10 Ω, 12 Ω und 60 Ω. Wie groß ist:

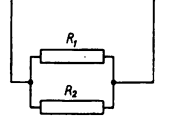


Bild 141

a) die Spannung an den Bürsten der Maschine,
b) die Leistung des Stromes in der Feldwicklung,
c) die Leistung des Stromes im äußeren Teil des Stromkreises,
d) die Stromstärke in den einzelnen Außenwiderständen und
e) der elektrische Wirkungsgrad der Maschine?

Wieviel parallelgeschaltete Lampen mit einer Leistung von 60 W, die für 120 V Spannung berechnet sind, kann eine Nebenschlußmaschine mit 9 kW Leistung und 150 V EMK versorgen, deren Erregerwicklung einen Widerstand von 60 Ω hat? 986

Wie groß ist die Stärke des Stromes, der von einem Generator kommt und mit einem Wirkungsgrad von 85 % im äußeren Stromkreis fließt? Der Generator wird von einem Motor mit 25 PS Leistung angetrieben und besitzt eine Klemmenspannung von 125 V. 987

Welche Leistung muß ein Motor zum Antrieb eines Generators aufbringen, wenn der Generator einen Gesamtwirkungsgrad von 90 % hat und im äußeren Stromkreis bei einer Klemmenspannung von 180 V einen Strom von 100 A erzeugt? 988

Entnimmt ein Elektromotor bei langsamer oder bei schneller Umdrehung des Ankers mehr Energie aus dem Netz? Warum? 989

Wozu wird ein Anlaßwiderstand mit dem Motor in Reihe geschaltet? 990

Welche Stromstärke herrscht im Stromkreis eines Hauptschlußmotors, dessen Feldwicklung 2 Ω Widerstand besitzt, wenn an seine Klemmen eine Spannung von 110 V gelegt wird, 991
a) bei unbewegtem Motoranker und
b) bei umlaufendem Anker, in dem eine EMK von 90 V erzeugt wird?

Wie groß ist die EMK, die durch den Anker eines Hauptschlußmotors mit 2,5 Ω Widerstand entwickelt wird, wenn der Motor eine Leistung von 2,4 kW bei 20 A Stromstärke aufnimmt? 992

Ein Hauptschlußmotor arbeitet bei einer Spannung von 350 V und benötigt 200 A Strom. Der Widerstand seiner Wicklungen beträgt 0,2 Ω. Wie groß ist der Wirkungsgrad des Elektromotors? 993

Ein Hauptschlußmotor arbeitet bei einer Spannung von 220 V und nimmt eine Leistung von 2,2 kW auf. Der Widerstand seiner Wicklungen beträgt 0,5 Ω. Welche Leistung kommt auf die Erwärmung des Elektromotors? 994

Welchen Gesamtwirkungsgrad besitzt ein Elektromotor, der 20 A Strom bei 220 V Spannung aufnimmt, wenn er in einer Stunde $144 \cdot 10^4$ kpm Arbeit verrichtet? 995

Welche EMK wird im Anker eines Nebenschlußmotors erzeugt, wenn an seine Klemmen 200 V Spannung gelegt werden, in den Zuleitungen zum Motor ein Strom von 20 A fließt, die Erregerwicklung 40 Ω und der Anker 0,5 Ω Widerstand besitzt? 996

997 Warum muß im Primärstromkreis einer Ruhmkorffspule (Funkeninduktor) ein Unterbrecher vorhanden sein?

998 Fließt in der Primärwicklung eines Transformators bei geöffneter Sekundärwicklung ein Strom?

999 Die Spulenwicklung eines Transformators, der für den Anschluß an das Wechselstromnetz mit 120 V Spannung bestimmt ist, hat einen Widerstand von 10 Ω und ist für höchstens 2 A Stromstärke ausgelegt. Warum brennt diese Spulenwicklung beim Einschalten des Transformators nicht durch? Kann man diesen Transformator an das Gleichstromnetz mit 120 V Spannung anschließen? Kann man diese Wicklung an das Wechselstromnetz mit 120 V Spannung anschließen, wenn man den Eisenkern aus der Spule entfernt?

1000 Wie verändert sich die Stromstärke im Primär- und Sekundärkreis eines eingeschalteten Transformators, wenn man den Eisenkern öffnet?

1001 Die Stromstärke in der Primärspule eines Transformators ist 0,6 A, die Spannung an den Enden der Spule 120 V. Die Stromstärke in der Sekundärspule beträgt 4,8 A, die Spannung an der Spule 12 V. Wie groß ist der Wirkungsgrad dieses Transformators?

1002 Die Primärwicklung eines Transformators mit einem Übersetzungsverhältnis von 10:1 ist an das Netz mit 120 V Spannung angeschlossen. Der Widerstand der Sekundärwicklung des Transformators ist 1,2 Ω. Die Stromstärke im Sekundärkreis des Transformators beträgt 5 A. Wie groß ist die Spannung an den Klemmen der Sekundärwicklung des Transformators? Die Verluste im Primärkreis des Transformators sind nicht zu berücksichtigen.

1003 Die Primärspule eines Transformators für die Stromversorgung eines Rundfunkempfängers hat 1200 Windungen. Wieviel Windungen muß die Sekundärwicklung des Transformators zur Versorgung der Heizung, die 3,5 V für 1 A Stromstärke fordert, haben, wenn man als Widerstand der Wicklung 0,1 Ω zugrunde legt und die Netzspannung 120 V beträgt?

1004 Von einem Ort wird eine Leistung von 62 kW zu einem anderen übertragen. Die Leitungsdrähte haben einen Widerstand von 5 Ω. Welche Werte ergeben sich für den Spannungsabfall, für den Leistungsverlust in den Drähten und für den Wirkungsgrad der Energieübertragung unter den Bedingungen, daß die Übertragung einmal bei 620 V Spannung und zum anderen bei 6200 V vor sich geht?

1005 Von einem Ort wird eine Leistung von 1000 PS bei 10000 V Spannung zu einem anderen Ort übertragen. Welchen Widerstand kann die Übertragungsleitung haben, damit der Wirkungsgrad der Energieübertragung 90 % erreicht?

Elektrische Energie wird durch Leitungsdrähte von einem Ort zu einem anderen übertragen. Im Stromkreis der Sekundärspule des niederspannenden Transformators, der im zweiten Ort aufgestellt ist und ein Übersetzungsverhältnis von 10:1 besitzt, beträgt die abgegebene Leistung bei 100 A Stromstärke 12 kW. Der Leitungswiderstand zwischen den Transformatoren ist 20 Ω. 1006

a) Welche Spannung muß an der Sekundärwicklung eines Hochspannungstransformators liegen, der im ersten Ort aufgestellt ist? Die Verluste in den Transformatoren sind nicht mit zu berücksichtigen.

b) Bei welcher Spannung müßte die Energie übertragen werden und wievielmal größer würden die Leistungsverluste in den Leitungen, wenn die Übertragung ohne Transformatoren durchgeführt würde, aber so, daß sich am Endpunkt die Stromstärke und die abgegebene Leistung nicht ändern würden?

40. Elektromagnetische Schwingungen und Wellen

Aus welchen Anzeichen kann man schließen, daß in der Primärwicklung eines Tesla-Transformators ein Wechselstrom entsteht und daß dieser Strom hochfrequent ist? 1007

Wie verändert sich der Widerstand, den ein gerader Leiter einem hochfrequenten Strom entgegensetzt, wenn man diesem Leiter die Form einer kreisförmigen geschlossenen Ringspule (Solenoid) gibt? 1008

Durch einen Stromkreis, wie ihn das Bild 142 darstellt, fließen gleichzeitig ein Gleichstrom und ein hochfrequenter Wechselstrom. Wodurch kann man erreichen, daß im Zweig *A* nur Gleichstrom und im Zweig *B* nur hochfrequenter Wechselstrom fließt? 1009

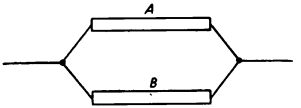


Bild 142

Welchen Ursprung hat das „Krachen", das den Rundfunkempfang so stark stört? 1010

Warum gibt der Röhrenempfänger die Möglichkeit, bedeutend schwächere Rundfunksignale zu empfangen als der Detektorempfänger? 1011

In welcher Zeit erfolgt eine volle Schwingung in einem Schwingkreis, der eine elektromagnetische Welle von 3 km bzw. 300 m Länge ausstrahlt? 1012

Eine von den Moskauer Rundfunkstationen arbeitet auf einer Wellenlänge von 1734 m. Wie groß sind die Schwingungsdauer und die Frequenz der Stromschwingungen in der Antenne dieser Station? 1013

Wie groß ist die Wellenlänge der von einer Funkstation ausgestrahlten Wellen mit einer Frequenz von $3 \cdot 10^9$ Hz? 1014

1015 Der sowjetische Rundfunkempfänger „Rekord" hat einen Frequenzbereich von 12,1 MHz bis 150 kHz. Welche größte und kleinste Wellenlänge kann mit diesem Gerät empfangen werden?

°**1016** Wie wird sich die Schwingungsdauer in einem Schwingkreis verändern, wenn sich die Platten des im Schwingkreis befindlichen Kondensators einander nähern?

°**1017** Wie groß ist die Schwingungsdauer in einem Schwingkreis mit der Kapazität von 500 pF und der Selbstinduktion von 0,001 H?

°**1018** Für welche Wellenlänge ist ein Rundfunkempfänger gebaut, dessen Empfangskreis eine Selbstinduktion von 0,003 H und eine Kapazität von 330 pF besitzt?

1019 Warum ergeben sich beim Rundfunkempfang auf kürzeren Wellen sogenannte tote Zonen (Zonen ohne Empfang)?

1020 Warum werden bei der Funkpeilung (Radar) elektromagnetische Schwingungen als kurze Impulse und nicht ununterbrochen ausgestrahlt?

IV. Optik

41. Geradlinige Ausbreitung des Lichtes, Lichtgeschwindigkeit

1021 Unter welchem Winkel werden zwei Teilstriche mit einem Abstand von 1 mm auf einem Lineal vom Mittelpunkt des Auges aus gesehen, wenn man das Lineal senkrecht zur Achse des Auges in der nach vorn ausgestreckten Hand hält? Wie kann man, wenn man die Größe dieses Winkels kennt, mit Hilfe der Teilstriche des Lineals die Größe des Sehwinkels eines anderen, beliebig weit entfernten Gegenstandes bestimmen?

1022 Ein Mensch, der sich in einiger Entfernung vom Beobachter befindet, ist unter einem Winkel von 2° zu sehen. In welcher Entfernung befindet er sich ungefähr, wenn man für die Größe eines Erwachsenen einen Mittelwert von 165 cm annimmt?

1023 Der Durchmesser des Mondes ist annähernd zu schätzen, wenn man weiß, daß er unter einem Sehwinkel von 0,5° zu sehen ist und die Entfernung von der Erde bis zum Mond rund $38 \cdot 10^4$ km beträgt.

1024 Ist der Sehwinkel, unter dem wir den Mond beobachten, derselbe, wenn er am Horizont zu sehen ist bzw. wenn er sich in großer Höhe über dem Horizont befindet?

1025 Hängt die Größe der Abbildung eines Gegenstandes, die man in einer Lochkamera erhält, von der Entfernung der Öffnung von der gegenüberliegenden Wand ab?

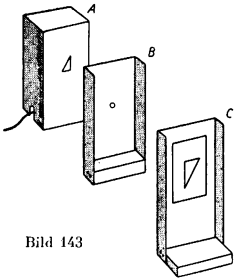


Bild 143

Welchen Einfluß hat die Größe der Öffnung, durch die das Licht eintritt, auf die Helligkeit und Schärfe der erhaltenen Abbildung?

Das Gehäuse A mit einer dreieckförmigen Öffnung, die mit durchsichtigem Papier beklebt ist, verdeckt eine Lampe (Bild 143). Auf dem Schirm C erhält man die Abbildung der dreieckigen Öffnung, wenn zwischen A und C der Schirm B mit einer kleinen Öffnung aufgestellt wird. Bei einer bestimmten Stellung der Schirme B und C und bei einer Höhe der dreieckförmigen Öffnung von 4 cm ist die Höhe der Abbildung 12,5 cm. Entspricht das der theoretischen Berechnung, wenn die Entfernung von A bis B 16 cm und die von B bis C 50 cm beträgt? Wie muß man die Stellung der Schirme B und C verändern, damit die Höhe der Abbildung 2 cm beträgt? **1026**

Wie verändern sich die Größe des Schattens und die Schärfe seiner Konturen, wenn man den Gegenstand, der den Schatten wirft, zwischen der Lichtquelle und dem Schirm, auf den der Schatten geworfen wird, hin- und herbewegt? Die Lichtquelle ist annähernd punktförmig. **1027**

Ein Schirm befindet sich in geringer Entfernung von einer brennenden Kerze. Zwischen ihnen wird ein Bleistift einmal waagerecht und einmal senkrecht gehalten. Welche Unterschiede lassen sich in der Form der Schatten und Halbschatten feststellen? Warum? **1028**

Unter welchem Winkel gegen die Figurenebene sind die Schattenrisse, die von einer ebenen Figur durch das Licht einer punktförmigen Lichtquelle erzeugt werden, dieser Figur geometrisch ähnlich? **1029**

In einer Entfernung von 80 cm vom Schirm befindet sich eine punktförmige Lichtquelle. Welche Höhe hat der Schatten auf dem Schirm, wenn zwischen beiden in 30 cm Entfernung vom Schirm und zu ihm parallel ein Lineal von 12 cm Länge gebracht wird? Welche Höhe ergibt sich theoretisch für den Schatten, wenn das Lineal um 45° geneigt wird? **1030**

Ein Telegraphenmast wirft im Sonnenlicht einen Schatten von 6,9 m Länge. Eine senkrecht stehende Stange von 1 m Höhe wirft einen 1,1 m langen Schatten. Wie hoch ist der Telegraphenmast? **1031**

Wie lang ist der Schatten eines senkrechten Stabes mit l cm Höhe auf einer waagerechten Fläche, wenn die Sonne unter dem Winkel α zu sehen ist? **1032**

Hat ein Schatten, den eine Kugel wirft, immer die Form eines Kreises? **1033**

Welche Länge hat der Schattenkegel, der von der Erde geworfen wird? **1034***

1035 Zwei punktförmige Lichtquellen L_1 und L_2 sind vor einer undurchsichtigen Platte AB symmetrisch zur Mittelsenkrechten der gegebenen Platte aufgestellt. Wo ist die Grenze des Schattens und des Halbschattens für die Fälle $L_1L_2 < AB$, $L_1L_2 = AB$ und $L_1L_2 > AB$?

***1036** Wie groß ist annähernd der Winkel des Halbschattengebietes, das an den Rändern eines Schattens von einem im Sonnenlicht befindlichen undurchsichtigen Körper entsteht, wenn bekannt ist, daß der Sonnendurchmesser $1{,}3 \cdot 10^6$ km beträgt und die Entfernung der Sonne von der Erde $15 \cdot 10^7$ km ist? (Werte gerundet.)

***1037** Welchen Durchmesser hat der Schattenkegel, der von der Erdkugel geworfen wird, an der Stelle, wo der Mond bei totaler Finsternis durch ihn hindurchgeht?

1038 An einem klaren Wintertag werfen die Bäume einen scharf begrenzten Schatten auf den Schnee. An einem trüben Tag ist nur eine völlig unbedeutende Verringerung der Helligkeit des Schnees rings um den Baumstamm zu bemerken. Wie ist dieser Unterschied zu erklären?

1039 An einzelnen Arbeitsplätzen sind die Leuchten so angebracht, daß das ausgestrahlte Licht nicht direkt auf den Arbeitsplatz fällt, sondern an die Decke strahlt. Welchen Vorzug hat diese Art Beleuchtung?

1040 In welcher Zeit durcheilt das Licht die Entfernung von der Sonne bis zur Erde?

1041 Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Rundfunkwellen ist so groß wie die Lichtgeschwindigkeit. Ein am 10. 1. 1946 zum Mond gesendetes Funksignal kam zurück und wurde mit einem Empfangsgerät aufgenommen. Wieviel Zeit war nötig, damit das Funksignal von der Erde zum Mond und zurück gelangen konnte?

1042 In der Astronomie ist es üblich, die Entfernung zwischen den Sternen in Lichtjahren anzugeben. Ein Lichtjahr ist die Entfernung, die das Licht im Laufe eines Jahres im luftleeren Raum zurücklegt. Die Entfernung von einem Lichtjahr soll in Zentimeter ausgedrückt werden.

1043 Wie lange ist das Licht von dem sehr hellen Stern Sirius unterwegs, der sich in einer Entfernung von 84 Billionen Kilometer von uns befindet?

1044 Der Andromedanebel, den man mit bloßem Auge sieht, befindet sich in einer Entfernung von 900000 Lichtjahren von uns. Wie groß ist diese Entfernung in Kilometern?

42. Fotometrie

1045 Wie groß ist der Lichtstrom in Lumen (lm), der von einer punktförmigen Lichtquelle von 1 Candela (cd) Lichtstärke ausgeht?

1046 Der Gesamtlichtstrom, den eine Lichtquelle aussendet, ist 1256 lm. Wie groß ist die Lichtstärke der Lichtquelle?

Glühlampen von 50 W, 100 W, 200 W, 500 W und 1000 W geben einen Lichtstrom von 484 lm, 1256 lm, 2590 lm, 8600 lm und 18500 lm. Wie groß ist die Lichtausbeute der angegebenen Lampen? **1047**

Welche mittlere Beleuchtungsstärke ergibt eine Glühlampe mit 100 W Leistung, wenn 50 % des von ihr ausgehenden Lichtstromes auf eine 6 m^2 große Fläche fallen? (Siehe Aufgabe 1047!) **1048**

Erklären Sie an Hand einer Skizze, warum zu Mittag, wenn die Sonne hoch über dem Horizont steht, die Beleuchtungsstärke der Erdoberfläche am größten ist und warum sie sich mit der Annäherung der Sonne an den Horizont verringert! **1049**

Welche Beleuchtungsstärke ergibt eine Glühlampe von 100 cd Lichtstärke, die in 2 m Höhe über einem Tisch hängt, auf der Tischfläche unter der Lampe? **1050**

Wie ist dasselbe (siehe Aufgabe 1050) bei einer Lampe mit 25 cd Lichtstärke in 40 cm Höhe? **1051**

In welcher Höhe muß eine Lampe von 100 cd Lichtstärke über einem Tisch hängen, damit man eine Beleuchtungsstärke von 50 lx erhält? **1052**

Welche Lampe gibt die größere Beleuchtungsstärke: eine Lampe mit 25 cd Lichtstärke in 50 cm Entfernung oder eine Lampe mit 200 cd in 2 m Entfernung? **1053**

In 1 m Höhe über einer Tischplatte hängt eine Lampe von 100 cd Lichtstärke. Wie heißt das Gesetz über die Verteilung der Beleuchtungsstärke auf der Tischfläche als Funktion des Winkels zwischen den Lichtstrahlen und der Tischfläche, wenn man annimmt, daß die Lichtstärke der Lampe nach allen Richtungen gleich sei? **1054***

Eine Lampe mit 25 cd Lichtstärke befindet sich 40 cm hoch über einer Tischplatte. Wie groß ist die Beleuchtungsstärke auf der Tischplatte in dem Punkt, der von der Lampe 50 cm entfernt ist? **1055**

Zwei Lampen mit 50 cd Lichtstärke hängen 1 m hoch über einem Tisch. Die Entfernung zwischen den Lampen beträgt 1,40 m. Wie groß ist die Beleuchtungsstärke auf dem Tisch:
a) unter jeder Lampe und
b) in dem nächsten Punkt, der von beiden Lampen gleich weit entfernt ist? **1056***

Bei der Herstellung eines Fotos mit einer Lampe, die 40 cm von der Kamera entfernt stand, dauerte die Belichtung 8 s. Wie muß man die Belichtungszeit ändern, wenn dieselbe Lampe sich in 50 cm Entfernung von der Kamera befindet? **1057**

In einem Projektionsapparat befindet sich eine Bogenlampe, die 1000 cd Lichtstärke ergibt. In 10 cm Entfernung vom Krater des Bogens ist der Kondensor des Apparates angebracht und hinter ihm das Objektiv, das die beleuchtete Fläche dieses Kondensors auf einen Schirm in 20facher Vergrößerung projiziert. Wie groß ist die Beleuchtungsstärke auf dem mittleren Teil des Schirmes, wenn man rech- **1058***

net, daß rund 50 % des Lichtes beim Durchgang durch das optische System des Apparates verlorengehen?

*1059 Eine Lampe von 100 cd strahlt das Licht gleichmäßig in alle Richtungen. Welche Beleuchtungsstärke kann sich auf einer Fläche von 100 cm^2 ergeben, wenn mit Hilfe in entsprechender Weise angeordneter Spiegel der gesamte Lichtstrom, der von der Lampe ausgestrahlt wird, auf diese Fläche konzentriert wird? (Rund 25 % des Lichtes gehen bei der Reflexion des Lichtes an den Spiegeln verloren.)

1060 Wievielmal so groß ist in Leningrad die Beleuchtungsstärke der Erdoberfläche am 22. Juni gegenüber der am 22. Dezember? Die Winkel, unter denen die Sonne zu sehen ist, betragen am 22. Juni 53° 30′, am 22. Dezember 6° 30′.

1061 Direktes Sonnenlicht ergibt eine Beleuchtungsstärke der Größenordnung 10^5 lx. Kann man diese Beleuchtungsstärke erreichen, wenn man eine Lampe mit 1000 cd Lichtstärke benutzt?

1062 Ein Fotometerschirm wird von einer Seite von einer Lichtquelle mit 1 cd Lichtstärke, von der anderen von einer zu untersuchenden Lampe bestrahlt. Die Gleichheit der Beleuchtungsstärken tritt ein, wenn die Entfernung vom Schirm zur bekannten Lichtquelle 40 cm und zur Lampe 160 cm beträgt. Wie groß ist die Lichtstärke der Lampe?

1063 Links von einem Fotometerschirm befindet sich in 50 cm Entfernung eine Lampe mit 20 cd Lichtstärke, rechts in 70 cm Entfernung eine Lampe, deren Lichtstärke zu bestimmen ist. Die Beleuchtungsstärke des Fotometerschirms ist auf beiden Seiten gleich. Wie groß ist die Lichtstärke der zweiten Lampe? Wie groß ist die Beleuchtungsstärke von jeder Lampe auf dem Fotometerschirm?

1064 Zwei Lampen mit 25 cd und 16 cd Lichtstärke stehen 180 cm voneinander entfernt. An welche Stelle muß man zwischen sie einen Fotometerschirm stellen, damit die Beleuchtungsstärke auf beiden Seiten gleich groß ist?

43. Reflexion und Brechung des Lichtes

1065 Vor einem ebenen Spiegel sind zwei Stecknadeln *a* und *b* aufgestellt (Bild 144). Wie muß man die Stecknadeln *c* und *d* aufstellen, damit sie die Spiegelbilder der Nadeln *a* und *b* verdecken?

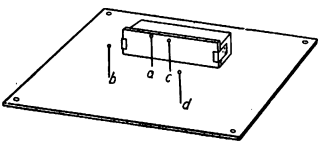


Bild 144

1066 Ermitteln Sie durch Konstruktion auf der Wasseroberfläche S_1S_2 den Punkt, in dem das Licht zurückgeworfen wird, das vom Punkt *A* ausgeht und nach der

Bild 145

Reflexion an der Wasseroberfläche in das Auge des Beobachters N gelangt (Bild 145)!

Ein Bündel parallelen Lichtes geht in waagerechter Richtung von einer Projektionslampe aus. Wie muß man einen ebenen Spiegel aufstellen, damit die Lichtstrahlen in vertikaler Richtung weiterlaufen? 1067

Unter welchem Winkel zur Oberfläche eines Tisches muß man einen ebenen Spiegel aufstellen, damit man die Ebene des virtuellen Bildes eines Gegenstandes, der auf dem Tisch liegt, als eine vertikale Ebene erhält? Fertigen Sie zur Erklärung eine Zeichnung an! 1068

Ein Gegenstand liegt zwischen zwei ebenen Spiegeln, die im Winkel von 60° zueinander stehen. Zeigen Sie mit Hilfe der Versuchsanordnung, wieviele Abbildungen man erhält! Wie ist diese Erscheinung zu erklären? 1069

Wieviel Abbildungen ergeben zwei parallele ebene Spiegel? 1070

Gegeben sind die Richtung eines Lichtstrahles SP und der Punkt A, der nicht auf dieser Geraden liegt. Wie muß man einen ebenen Spiegel aufstellen, damit als Ergebnis das von ihm reflektierte Licht den Punkt A beleuchtet? 1071

Mit Hilfe eines oder mehrerer ebener Spiegel soll ein Körper beleuchtet werden, der durch ein oder mehrere undurchsichtige Hindernisse von der Lichtquelle getrennt ist. Führen Sie mehrere Beispiele an! 1072

Um welchen Winkel dreht sich der Lichtstrahl, der von einem ebenen Spiegel reflektiert wird, wenn der Spiegel um den Winkel α gedreht wird? 1073

Ein Sonnenstrahl, der durch eine kleine Öffnung eines Fensterladens eindringt, bildet mit der Tischplatte einen Winkel von 48°. Wie muß man einen ebenen Spiegel anbringen, damit er den Strahl in waagerechter Richtung reflektiert? 1074*

Der Boden eines Schachtes soll beleuchtet werden, indem man das Sonnenlicht dorthin reflektiert. Der Winkel, unter dem die Sonne zu sehen ist, beträgt in dem betreffenden Augenblick 54°. Wie erreicht man das? 1075

Ein ebener Spiegel ist senkrecht aufgestellt. Wie hoch muß dieser Spiegel mindestens sein, damit ein Mensch in ihm sein Bild in voller Größe sehen kann, ohne die Lage des Kopfes zu verändern? In welcher Höhe muß sich der untere Rand des Spiegels befinden? 1076*

Bei einem Grabenspiegel, der aus zwei geneigten ebenen Spiegeln besteht, hängt die Größe des Gesichtsfeldes von den Maßen dieser Spiegel ab. Welcher von beiden 1077*

hat in dieser Beziehung die größere Bedeutung, der obere oder der untere, der sich näher am Auge des Beobachters befindet? Ist es zweckmäßig, beide Spiegel gleich groß zu halten? Zeigt die Entfernung zwischen den beiden Spiegeln einen Einfluß auf das Gesichtsfeld?

*1078 Wie groß ist der Gesichtsfeldwinkel (in waagerechter Richtung) bei einem Grabenspiegel, bei dem der obere Spiegel eine Breite von 8 cm hat, der Abstand zwischen den Spiegeln 60 cm beträgt und das Auge 20 cm vom unteren Spiegel entfernt ist? Wie ist die kleinste zulässige Breite des unteren Spiegels?

1079 Suchen Sie die Brechzahl von Glas, wenn bekannt ist, daß bei einem Einfallwinkel von 60° der Brechungswinkel im Glas 35° beträgt!

1080 Bei Wasser beträgt der Brechungswinkel bei dem gleichen Einfallwinkel wie in der vorhergehenden Aufgabe 40,5°. Wie groß ist die Brechzahl des Wassers?

1081 Wie groß ist bei einem Einfallwinkel von 45° der Brechungswinkel, wenn bekannt ist, daß die Brechzahl des gegebenen Stoffes 1,63 ist?

1082 Ein Lichtstrahl trifft im Winkel von 30° auf die Wasseroberfläche auf. Wie groß ist der Brechungswinkel des Lichtstrahles im Wasser?

1083 Muß ein Lichtstrahl unter einem größeren oder einem kleineren Einfallwinkel auf die Oberfläche einer Glasplatte auftreffen, damit der Brechungswinkel des Lichtstrahles im Glas derselbe ist wie in der vorhergehenden Aufgabe? Wie groß muß der Winkel sein?

1084 Unter welchem Winkel muß ein Lichtstrahl auf eine Glasoberfläche auftreffen, wenn das Glas die Brechzahl 1,54 hat und der Brechungswinkel 30° betragen soll?

1085 Um welchen Winkel weicht ein Lichtstrahl in den beiden Fällen von seiner ursprünglichen Richtung beim Übergang von Luft in Wasser ab, wenn der Einfallwinkel
a) 15° und
b) 75° beträgt?

1086 Um welchen Winkel weicht ein Lichtstrahl beim Übergang von Glas ($n = 1{,}50$) in Luft von seiner ursprünglichen Richtung unter der Bedingung ab, daß der Einfallwinkel 15°, 40° oder 45° beträgt?

1087 Bei der im Bild 146 gezeigten Lage des Auges ist die auf dem Boden der Tasse liegende Münze nicht zu sehen. Warum wird sie sichtbar, wenn man die Tasse mit Wasser füllt? Fertigen Sie zur Erklärung eine Zeichnung an!

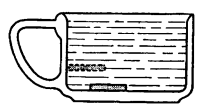


Bild 146

Wenn wir nach Augenmaß die Tiefe eines Gewässers bestimmen wollen, dessen Grund durch das Wasser hindurch zu sehen ist, verschätzen wir uns immer. Die Tiefe erscheint uns geringer, als sie tatsächlich ist. Warum? Der Fehler wird größer, wenn man unter einem kleinen Winkel zur Oberfläche ins Wasser schaut, als wenn man fast senkrecht hineinschaut. Wie ist dieser Unterschied zu erklären? **1088**

Wie kann man beweisen, daß die Tiefe eines Gewässers, die nach Augenmaß geschätzt wird (siehe Aufgabe 1088), dann $^3/_4$ seiner tatsächlichen Tiefe beträgt, wenn man in senkrechter Richtung hineinschaut? **1089***

Warum wird der Schatten, der von der Wand *cd* auf den Boden des Gefäßes geworfen wird (Bild 147), beim Füllen des Kastens mit Wasser kürzer? Wie kann man mit dem angegebenen Versuch die Brechzahl von Wasser bestimmen? **1090**

Kann man zwei Glasstücke so zusammenleimen, daß die Leimstelle beim Hindurchsehen nicht bemerkbar ist? **1091**

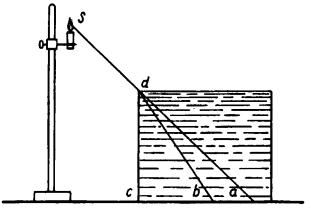


Bild 147

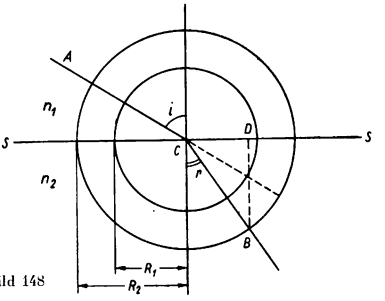


Bild 148

Im Bild 148 ist *SS* der Schnitt durch die Grenzfläche zweier Medien, deren Brechzahlen n_1 und n_2 sind. Wie beweist man, daß für $R_1 : R_2 = n_1 : n_2$ der Winkel der Brechungswinkel zu dem gegebenen Einfallwinkel α ist? Wie konstruiert man den gebrochenen Strahl, ohne zur trigonometrischen Rechnung zu greifen, wenn der einfallende Strahl gegeben ist und die Brechzahlen n_1 und n_2 bekannt sind? **1092***

Das in Aufgabe 1092 gezeigte Verfahren ist für den Fall zu ändern, daß der Lichtstrahl vom Medium mit der größeren Brechzahl zu dem mit der kleineren übergeht. **1093***

Wie kann man die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes in irgendeinem Stoff bestimmen, wenn man die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes im Vakuum kennt? Wie groß ist die Lichtgeschwindigkeit in Wasser und in Glas? **1094**

Ein Lichtstrahl geht von Glas in Wasser über. Der Einfallwinkel ist 45°. Wie groß ist der Brechungswinkel? **1095**

1096 Ein Teil einer geraden Linie, die auf einem Blatt Papier gezeichnet ist, wird durch eine dicke planparallele Glasplatte verdeckt. Warum verschiebt sich die Linie unter der Glasplatte, wenn man unter einem spitzen Winkel zur Oberfläche der Glasplatte durch diese hindurch auf die Linie schaut?

***1097** Wie groß ist die Parallelverschiebung eines Lichtstrahles, die beim Durchgang dieses Strahles durch eine planparallele Glasplatte mit 6 cm Dicke bei einem Einfallwinkel von 60° hervorgerufen wird?

1098 Auf eine Seitenfläche eines gleichseitigen Glasprismas ($n = 1{,}5$) fällt ein Lichtstrahl unter einem Winkel von 45° ein. Zeichnen Sie
a) den Strahlenvorgang im Prisma und beim Austritt aus dem Prisma,
b) die Ablenkung des Lichtes durch das Prisma!

***1099** Wie groß ist die Ablenkung des Lichtstrahles durch ein Prisma, dessen brechender Winkel 60° ist, wenn der Einfallwinkel des Strahles auf der Vorderfläche des Prismas 53° 6′ beträgt und die Brechzahl des Prismenglases 1,6 ist?

***1100** Wie groß ist die Ablenkung eines Lichtstrahles durch ein Glasprisma, dessen brechender Winkel 3° beträgt, wenn der Lichtstrahl unter einem Winkel von 0° auf die Prismenfläche auftrifft?

1101 Ein Lichtstrahl trifft einmal unter 30°, ein andermal unter 45° auf die ebene Fläche eines gläsernen Halbzylinders (Bild 149) auf. Wie verläuft der Strahl im ersten und im zweiten Fall weiter?

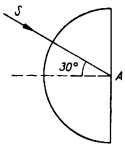


Bild 149

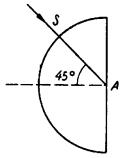


Bild 150

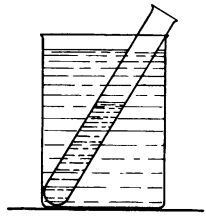


Bild 151

1102 Wenn man ein leeres Reagenzglas schräg in ein Becherglas mit Wasser eintaucht (Bild 150) und von oben auf den eingetauchten Teil des Reagenzglases schaut, so erscheint er uns glänzend, als wäre er versilbert. Füllt man in das Reagenzglas Wasser, so verschwindet diese Erscheinung in dem mit Wasser gefüllten Teil des Reagenzglases. Wie läßt sich beides erklären?

1103 Ein Gefäß ist mit Wasser gefüllt. Auf dem Boden des Gefäßes liegt der Gegenstand A und wird durch einen Trichter bedeckt, dessen Rohr man mit dem Daumen verschließt (Bild 151). Warum ist der Gegenstand nicht zu sehen, wenn man von oben herabsieht? Warum wird er sichtbar, wenn Wasser in den Trichter strömt?

Wie groß ist der Grenzwinkel der Totalreflexion für Wasser und für Diamant? **1104**

Bestimmen Sie unter Benutzung des Verfahrens in Aufgabe 1092 für das dort angegebene Stoffpaar den Grenzwinkel der Totalreflexion! **1105***

Lösen Sie die Aufgabe 1092 für den Fall, daß der Einfallwinkel größer als der Grenzwinkel der Totalreflexion ist! Wie ist das erhaltene Resultat zu deuten? **1106***

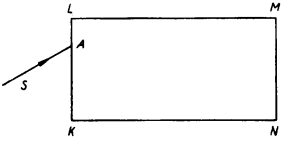


Bild 152

Auf eine rechtwinklige Glasplatte fällt ein Lichtstrahl, wie es im Bild 152 gezeigt ist. Ermitteln Sie in einer Skizze den Strahlengang in der Glasplatte und nach dem Austritt aus ihr! **1107**

Beweisen Sie, daß kein Lichtstrahl, für den das Prismenmaterial eine Brechzahl von 1,5 (oder größer) besitzt, durch dieses Prisma hindurchgehen kann, wenn der brechende Winkel 90° ist! **1108***

Wenn man durch einen Glaswürfel schaut, so erscheint nur die Fläche durchsichtig, die der dem Auge zugekehrten Seite gegenüberliegt. Alle übrigen erscheinen wie Spiegel. Warum? **1109***

Gilt die These, die in der Aufgabe 1109 aufgestellt wurde, auch für ein rechteckiges Gefäß mit Wasser? **1110***

Auf welche Weise kann man mit Hilfe eines rechtwinkligen gleichschenkligen Prismas einen Lichtstrahl um 90° ablenken? Wie erreicht man eine Ablenkung von 180°? **1111**

Kann man das Ablenkprisma (siehe Aufgabe 1111) für die Richtungsänderung eines Lichtstrahles benutzen, der sich in Wasser ausbreitet? **1112**

Bei einzelnen astronomischen Beobachtungen macht es sich notwendig, das Teleskop fast senkrecht in die Höhe zu richten. Eine solche Lage ist für den Beobachter äußerst unbequem. Auf welche Art kann man diese Unbequemlichkeit beseitigen? **1113**

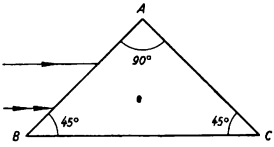


Bild 153

Auf ein rechtwinkliges gleichschenkliges Prisma aus Glas fallen zwei Lichtstrahlen, die parallel zur Seite *BC* des Prismas verlaufen (Bild 153). Wie sind dann Richtung und gegenseitige Lage dieser Lichtstrahlen nach dem Durchgang durch das Prisma? Warum nennt man ein solches Prisma Umkehrprisma? **1114**

1115 Ein Sprung in einem Stück Glas erscheint im durchscheinenden Licht vollkommen undurchsichtig und im reflektierten metallisch glänzend. Wie geht das vor sich?

1116 Schnee erscheint uns weiß und undurchsichtig, doch stellt er nur eine Anhäufung kleiner Eiskristalle dar, die farblos und durchsichtig sind. Wie erklärt sich dieser Unterschied in den optischen Eigenschaften des Schnees und des einzelnen Eiskristalls?

***1117** Ein Tropfen eines durchsichtigen und farblosen Öles, der auf weißes Papier fällt, verursacht darauf einen Fleck, der im durchscheinenden Licht hell und im reflektierten dunkel erscheint. Wie kommt das?

1118 Unter welchen Bedingungen kann ein durchsichtiger und farbloser Gegenstand unsichtbar werden?

***1119** Wodurch erklärt sich der hohe Preis eines Schmuckdiamanten? Warum kann man ihn in diesem Falle nicht mit vollem Erfolg durch Glas ersetzen?

44. Sphärische Spiegel und Linsen

1120 Warum verwendet man beim Mikroskop als Beleuchtungsspiegel gewöhnlich Hohlspiegel?

1121 Warum benutzen Ärzte zur Betrachtung des Augenhintergrundes, des Gehörganges, der Mundhöhle und ähnlichem vorzugsweise Hohlspiegel? Zu welchem Zweck haben diese Spiegel in der Mitte eine kleine Öffnung?

1122 Konvexe Spiegel verschiedener Größe und Art sind häufig Aufbauteile von Schmuckgegenständen (Glasperlen, Knöpfe, Kugeln für den Weihnachtsbaum u. a.). Wie erklärt sich die Bevorzugung der konvexen Spiegel gegenüber den ebenen und den Hohlspiegeln?

1123 Der Krümmungsradius eines sphärischen Hohlspiegels ist 30 cm. In welcher Entfernung vom Spiegel sammelt sich das Licht nach der Reflexion, das von der Sonne ausgeht?

1124 Wie groß ist die Brennweite eines sphärischen Hohlspiegels, wenn bekannt ist, daß sein Durchmesser 40 cm und die Tiefe (Abstand von der Schnittebene bis zum von ihr am weitesten entfernten Punkt der reflektierenden Oberfläche) 40 mm ist?

1125 Die Entfernung eines Lichtpunktes vom Hohlspiegel beträgt $^2/_3$ des Krümmungsradius, wobei er sich auf der optischen Achse des Spiegels befindet. Wo findet man das Bild des Punktes? Was ist es für ein Bild?

1126 Ein Lichtpunkt liegt in einer Entfernung von $^3/_4$ der Brennweite eines Hohl-

spiegels, vom Scheitel aus gerechnet auf dessen optischer Achse. Was für eine Abbildung des Punktes ergibt sich, und wo liegt sie?

Wo liegt das Bild eines Lichtpunktes und was für ein Bild ist es, wenn man den Lichtpunkt in gleicher Entfernung vom Hohlspiegel und dessen Brennpunkt auf die optische Achse legt? **1127**

Auf einen Hohlspiegel mit 24 cm Brennweite fällt konvergentes Licht. Wenn man die Strahlen über den Spiegel hinaus bis zu ihrem Schnittpunkt verlängert, so liegt der Schnittpunkt in 12 cm Entfernung vom Spiegel. In welcher Entfernung vom Spiegel treffen sich die Strahlen nach der Reflexion? **1128***

Vor einem Hohlspiegel mit einem Krümmungsradius von 30 cm steht in 20 cm Entfernung eine Kerze. Die Gesamthöhe der Kerze mit Flamme ist 5 cm. **1129**

a) In welcher Entfernung vom Spiegel entsteht das Bild der Kerze?
b) Was ist das für ein Bild?
c) Wie groß ist die Höhe?
d) Konstruieren Sie das Bild!
e) Wo muß man die Kerze aufstellen, damit man ein reelles Bild der Kerze von 1 cm erhält?
f) Konstruieren Sie dieses Bild ebenfalls!

Ein Gegenstand befindet sich in einer Entfernung $3\,f$ von einem Hohlspiegel. In welcher Entfernung vom Spiegel entsteht das Bild dieses Gegenstandes? Wie ist seine Größe im Vergleich zur Größe des Gegenstandes? **1130**

In welcher Entfernung von einem Hohlspiegel, dessen Brennweite 10 cm beträgt, muß man eine Kerze aufstellen, damit man ein reelles Bild der Flamme in 4facher Größe erhält? In welcher Entfernung vom Spiegel muß sich die Flamme der Kerze befinden, damit man ein scheinbares Bild in derselben Vergrößerung erhält? **1131**

Wie ändern sich Lage und Größe des scheinbaren Bildes einer Kerze bei Annäherung derselben an einen Hohlspiegel bzw. an einen erhabenen Spiegel? **1132**

Für die Bestimmung der Brennweite eines erhabenen Spiegels kann man folgende Methode anwenden: Auf den Spiegel wird ein Bündel paralleler Strahlen gerichtet, dessen Breite a gemessen wird. Dieses Bündel, das vom Spiegel reflektiert wird, ergibt ein divergentes Bündel, dessen Breite b in einer bestimmten Entfernung l vom Spiegel gemessen wird. Beweisen Sie, daß $f = \frac{a \cdot l}{b - a}$ ist! **1133***

Eine punktförmige Lichtquelle von 100 cd Lichtstärke befindet sich im Brennpunkt eines Hohlspiegels, dessen Brennweite 50 cm beträgt. Wie groß ist die Beleuchtungsstärke, die man durch diesen Hohlspiegel erhält, wenn man sämtliche möglichen Verluste vernachlässigt? Um wieviel größer wird die Beleuchtungsstärke dieses Hohlspiegels als die, die man mit derselben Lichtquelle ohne Hohlspiegel erhält, wenn der beleuchtete Gegenstand sich in 1 km Entfernung von der Lichtquelle befindet? **1134***

1135 Beim Hohlspiegel ist $f = r:2$. Ist diese Beziehung auch für Sammellinsen anwendbar?

°**1136** Wie groß ist die Brennweite einer bikonvexen Linse aus Glas mit der Brechzahl 1,5, wenn beide Oberflächen gleiche Krümmungen aufweisen?

1137 Wie groß ist die Brechkraft einer Sammellinse, deren Brennweite 2 m, 0,25 m, 20 cm bzw., 12,5 cm ist? Wie ist die Brechkraft bei einer Zerstreuungslinse mit einer Brennweite von 22 cm bzw. 5 cm?

1138 Wie groß ist die Brennweite der Linsen mit einer Brechkraft von $+3\,\mathrm{dpt}$, $+10\,\mathrm{dpt}$, $+0{,}75\,\mathrm{dpt}$ und $-12{,}5\,\mathrm{dpt}$?

°**1139** Berechnen Sie die Brennweite und die Brechkraft einer Linse mit folgenden Daten: $n = 1{,}5$; $r_1 = r_2 = +12$ cm.

°**1140** Führen Sie dieselben Berechnungen wie in Aufgabe 1139 mit folgenden Werten durch: $n = 1{,}5$; $r_1 = +12$ cm; $r_2 = \infty$!

°**1141** Führen Sie dieselben Berechnungen wie in Aufgabe 1139 mit folgenden Werten durch: $n = 1{,}5$; $r_1 = +8$ cm; $r_2 = -12$ cm!

1142 Zur Herstellung einer plankonvexen Linse mit 20 cm Brennweite benutzte ein Optiker Glas mit der Brechzahl 1,6. Welchen Krümmungsradius muß er der konvexen Oberfläche geben?

1143 Gegeben sind zwei bikonvexe Linsen einer Glassorte, die sich in ihrer Brechkraft stark unterscheiden. Wie kann man beim Betasten die Linse mit der größeren Brechkraft herausfinden?

°**1144** Ein Arzt, der Brillengläser verschreibt, gibt ihre Brechkraft in Dioptrien an, aber in Optikgeschäften, wo die Gläser verkauft werden, begnügt man sich oft mit dem Maß für den Krümmungsradius der Linsen. Man rechnet, daß die Linsenkrümmung ihrer Brechzahl gleich ist. In welchen Fällen ist diese Rechnung richtig?

°**1145** Aus Glas mit der Brechzahl 1,56 soll eine Linse mit einer Brechkraft von $+8\,\mathrm{dpt}$ angefertigt werden. Wie groß müssen die Krümmungsradien beider Linsenoberflächen sein, wenn die Krümmung auf beiden Seiten gleich groß sein soll?

°**1146** Aus Glas mit der Brechkraft 1,54 soll eine bikonvexe Linse mit einer Brennweite von 10 cm hergestellt werden. Wie müssen die Krümmungsradien der Oberflächen der Linse sein, wenn gefordert wird, daß einer von ihnen eineinhalbmal so groß sein soll wie der andere?

°**1147** Aus Glas mit der Brechzahl 1,5 soll eine konkav-konvexe Linse mit einer Brennweite von 24 cm hergestellt werden, wobei gefordert wird, daß einer der Radien zweimal so groß wie der andere sein muß. Wie groß müssen demnach diese Radien sein?

Aus Glas mit der Brechzahl 1,52 soll eine plankonvexe Linse mit einer Brechkraft von $+2$ dpt angefertigt werden. Wie groß muß der Krümmungsradius der Linse sein? 1148°

Vor einem Glasgefäß mit parallelen Wänden steht eine brennende Kerze, in dem Gefäß befinden sich eine Sammellinse und ein Schirm. Auf dem Schirm erhält man ein scharfes Bild der Kerze. Das Gefäß wird danach mit Wasser gefüllt. Wie muß man die Lage des Schirmes verändern, damit man auf ihm wieder ein scharfes Bild der Kerze erhält? Wie veränderte sich die Brennweite der Linse, durch das mit Wasser gefüllte Glasgefäß? 1149

Aus zwei zusammengeklebten Uhrengläsern ist eine bikonvexe Linse mit Luft im Inneren hergestellt worden. Wird diese Linse die Strahlen sammeln oder zerstreuen, wenn sie sich in einem Gefäß mit Wasser im Strahlengang befindet? 1150

Wie wird eine gleichartig (siehe Aufgabe 1150) zusammengeklebte bikonkave „Linse aus Luft" im Wasser wirken? 1151

Eine bikonvexe Linse aus Glas mit einem Krümmungsradius von 6 cm befindet sich im Wasser. Wie groß ist in diesem Falle die Brennweite der Linse? 1152*

Eine bikonvexe Linse aus Glas mit einem Krümmungsradius von 8 cm befindet sich in Schwefelkohlenstoff. Wie wirkt die Linse unter diesen Bedingungen? Wie ist ihre Brennweite? 1153*

Welches ist bei einer Sammellinse die kleinstmögliche Entfernung zwischen dem Gegenstand und seinem reellen Bild? 1154*

Ein Lichtpunkt liegt auf der optischen Achse einer Linse mit 8 cm Durchmesser, deren Brennweite 6 cm beträgt. Bestimmen Sie durch Konstruktion die Grenzen des Gesichtsfeldes für das Bild dieses Punktes bei $g \to \infty$ ($g = 12$ cm, 6 cm, 3 cm)! 1155°

Lösen Sie die vorhergehende Aufgabe für den Fall, daß die Gegenstandsweite $g = -6$ cm beträgt! 1156°

In 18 cm Entfernung von einer Sammellinse mit 12 cm Brennweite befindet sich ein Lichtpunkt, der 6 cm Abstand von der optischen Achse hat. Ermitteln Sie durch Konstruktion die Lage des Bildes von diesem Lichtpunkt und beweisen Sie durch Rechnung das Ergebnis dieser Konstruktion! 1157°

Lösen Sie die vorhergehende Aufgabe unter der Bedingung, daß die Brennweite 6 cm beträgt. Die anderen Bedingungen gelten wie vorher! 1158

Bestimmen Sie durch Konstruktion die Gesichtsfeldgrenzen für das Bild des Punktes S, wenn der Durchmesser der Linse 6 cm beträgt! (Siehe Aufgaben 1157 und 1158!) 1159

Die Brennweite einer Sammellinse ist 24 cm. Wo erhält man das Bild eines Lichtpunktes, der 60 cm von der Linse und 20 cm von der optischen Achse entfernt ist? 1160

1161 Ein Lichtpunkt befindet sich in der Entfernung $g = n \cdot f$ von einer Sammellinse, deren Brennweite f ist. Wie groß ist die Entfernung b des Bildes dieses Punktes, die sich aus den Größen n und f ergibt?

1162 In welcher Entfernung von einer Sammellinse mit einer Brennweite von 8 cm muß man einen Gegenstand aufstellen, damit man ein reelles Bild von gleicher Größe wie der Gegenstand erhält? Konstruieren Sie das Bild!

1163 Eine Sammellinse erzeugt von einem Gegenstand, der sich in 30 cm Entfernung befindet, ein Bild auf der anderen Seite der Linse in 60 cm Entfernung. Wie groß sind die Brennweite und die Brechkraft der Linse? Konstruieren Sie das Bild des Gegenstandes!

1164 Welche Unterschiede nach Lage und Größe zeigen die scheinbaren Bilder eines Gegenstandes, der sich hinter einer Sammellinse bzw. hinter einer Zerstreuungslinse befindet?

1165 Welche Vergrößerung ergibt sich für das Bild, wenn die Entfernung des Gegenstandes von der Linse g ist und die Linse die Brennweite f besitzt?

°**1166** Welche Vergrößerung ergibt sich für das Bild, wenn der Gegenstand die Entfernung $g = n \cdot f$ von der Linse hat?

°**1167** Wie groß muß die Entfernung g eines Gegenstandes von einer Linse mit der Brennweite f sein, wenn die Vergrößerung V sein soll?

°**1168** Wie ändert sich die Vergrößerung eines von einer Sammellinse erzeugten Bildes bei Veränderung von g von ∞ bis 0? Zeigen Sie die Abhängigkeit in einer grafischen Darstellung!

1169 Welche Vergrößerung kann man mit Hilfe eines Projektionsapparates erreichen, dessen Objektiv eine Brennweite von 15 cm hat, wenn die Entfernung vom Objektiv bis zum Schirm 6 m beträgt?

1170 Mit Hilfe eines Projektionsapparates, der 6 m von einem Schirm entfernt steht, soll eine 20fache Vergrößerung erreicht werden. Welche Brennweite muß das Objektiv dieses Apparates haben?

1171 Das Objektiv eines Bildwerfers hat eine Brechkraft von 8 dpt. In welcher Entfernung von einem Schirm muß der Apparat aufgestellt werden, damit man eine 20fache Vergrößerung erhält?

*__1172__ Wenn man auf den Spiegel S eine Sammellinse L legt (Bild 154) und eine Nadel A darüberhält, so stellen bei

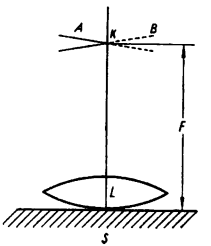


Bild 154

einer bestimmten Entfernung zwischen A und L die Nadel A und ihr Bild B die gegenseitige Verlängerung dar. Zeigen Sie, daß in diesem Fall die Entfernung L gleich der Brennweite der Linse ist!

1173 Wie groß ist die Brechkraft des Systems zweier Linsen mit $+4$ dpt und $+2$ dpt bzw. $+5$ dpt und -2 dpt Brechkraft, wenn man sie aneinanderlegt!

1174* Zur Bestimmung der Brennweite einer Sammellinse kann man folgende Methode anwenden: Ein ebener leuchtender Gegenstand und ein ihm paralleler Schirm haben den Abstand l voneinander. Zwischen ihnen wird die zu untersuchende Linse so aufgestellt, daß auf dem Schirm ein scharfes, vergrößertes Bild des Gegenstandes entsteht. Danach entfernt man die Linse vom Gegenstand so lange, bis auf dem Schirm wieder ein scharfes, aber verkleinertes Bild desselben Gegenstandes zu sehen ist. Die Entfernung s zwischen der ersten und der zweiten Stellung der Linse wird gemessen. Wie kann man, wenn man l und s kennt, die Brennweite der Linse bestimmen?

1175 Wie kann man die Brennweite einer Zerstreuungslinse mit Hilfe einer stärkeren Sammellinse bestimmen?

1176* Zur Bestimmung der Brennweite einer Zerstreuungslinse wurde die folgende Methode angewendet: Auf den Schirm wurde senkrecht zu diesem ein Bündel paralleler Lichtstrahlen gerichtet, die auf den Schirm einen hellen Kreis ergaben. Sein Durchmesser d wurde gemessen. Danach wurde in der Entfernung l vor dem Schirm die Zerstreuungslinse aufgestellt, wodurch der helle Kreis auf dem Schirm vergrößert wurde. Sein Durchmesser D wurde auch gemessen. Zeigen Sie, daß $f = \frac{l \cdot d}{D - d}$ ist!

1177* Ein Lichtpunkt befindet sich auf der optischen Achse einer Linse, deren Brennweite $+3$ cm beträgt, in 4 cm Entfernung von ihrem optischen Mittelpunkt. In 3 cm Entfernung von der ersten Linse befindet sich eine zweite mit derselben Brechkraft. Die optischen Achsen beider Linsen fallen zusammen. Wo erhält man das Bild des Lichtpunktes?

1178 Ein Bündel paralleler Lichtstrahlen fällt auf eine Linse, deren Brennweite $+12$ cm beträgt. In 14 cm Entfernung von der ersten Linse ist eine zweite mit $+2$ cm Brennweite angeordnet. Die optischen Achsen beider Linsen fallen zusammen. Wo erhält man das Bild?

1179 Wo erhält man das Bild unter den Bedingungen der vorhergehenden Aufgabe, wenn die zweite Linse in 13 cm Entfernung von der ersten angeordnet wird?

1180 Wo muß unter den Bedingungen der Aufgabe 1178 die zweite Linse aufgestellt werden, wenn sie eine Brennweite von -2 cm hat, damit die Lichtstrahlen nach der zweiten Linse parallel zur optischen Achse laufen?

45. Das Auge, Optische Geräte

1181 Das Auge kann einen dunklen Gegenstand von einem hellen Hintergrund unterscheiden, wenn das Bild dieses Gegenstandes, das durch das optische System des Auges erzeugt wird, auch ein Zäpfchen der Netzhaut völlig bedeckt. Wie groß ist der Sehwinkel des kleinsten (dunklen) Gegenstandes, den man mit dem Auge bei normaler Sehschärfe noch unterscheiden kann, wenn man als Durchmesser eines Zäpfchens der Netzhaut 5 μm und als Entfernung vom optischen Mittelpunkt des Auges bis zum Zäpfchen 15 mm annimmt?

1182 Wie groß sind unter den Bedingungen der Aufgabe 1181 die kleinsten linearen Abmessungen eines Gegenstandes, den man mit einem normalen Auge in der gegebenen Entfernung d noch unterscheiden kann?

1183 Welche Bedeutung hat die Blende im optischen System eines Fotoapparates? Wie muß sich die Belichtungszeit ändern, damit man wieder die gleiche fotochemische Wirkung erhält, wenn unter sonst gleichen Bedingungen der Durchmesser der Blendenöffnung des Fotoobjektivs auf den n-ten Teil verkleinert wird?

1184 Ein Fotoapparat ist mit einem Objektiv ausgestattet, dessen Brennweite 15 cm beträgt. Mit diesem Apparat soll von einem Menschen, der 1,6 m groß ist, eine Aufnahme in der vollen Größe gemacht werden, und zwar so, daß er auf dem Bild eine Größe von 8 cm hat. In welcher Entfernung vom Menschen muß man den Apparat aufstellen, und wie weit muß der Balg der Kamera auseinandergezogen werden?

1185 Mit Hilfe einer Kamera ($f_{\text{obj.}} = 15$ cm) soll eine Zeichnung mit der Abmessung 10×12 cm auf eine Fotoplatte von 8×8 cm aufgenommen werden. Wie groß muß die Entfernung vom Objektiv zum Original und von der Linse bis zur Platte sein?

1186 In welcher Weise hängt die Beleuchtungsstärke einer Fotoplatte in einem Fotoapparat vom Durchmesser des Objektivs und seiner Brennweite ab? Welche Abhängigkeit besteht zwischen der Belichtungsdauer, dem Durchmesser des Objektivs und seiner Brennweite?

***1187** Das Objektiv des sowjetischen Fotoapparates „Fotokor" hat den Durchmesser $d = 3$ cm und die Brennweite $f = 13{,}5$ cm. Die relative Öffnung des Objektivs ist $d:f = 1:4{,}5$. Bei dem Objektiv der sowjetischen Kamera „FED" (Leica) ist $f = 5$ cm und $d:f = 1:3{,}5$. Um wieviel ist die Lichtstärke des zweiten Objektivs größer als die des ersten?

1188 Man kann einen kleinen Wassertropfen als stark vergrößernde Lupe benutzen. Welche Vergrößerung erreicht man mit einer solchen Lupe, wenn der Durchmesser des Tropfens 2 mm ist?

In welcher Entfernung muß sich ein betrachteter Gegenstand vor der Lupe befinden, damit sein Bild in der normalen Sehweite s_0 vom optischen Mittelpunkt der Lupe entsteht? Welche Vergrößerung erreicht man mit der Lupe? 1189*

Welche Vergrößerung ergibt eine Lupe, wenn bekannt ist, daß der betrachtete Gegenstand mit seinem Mittelpunkt im Brennpunkt der als Lupe benutzten Linse liegt? 1190*

Ermitteln Sie in einer Zeichnung den Strahlengang in einer Lupe mit 6facher Vergrößerung, wenn angenommen wird, daß sich das Auge des Beobachters auf die normale Sehweite eingestellt hat! 1191°

Warum verwendet man für die Fernrohre Objektive mit großer Brennweite und für Mikroskope solche mit kleiner Brennweite? 1192

Worin liegen die Vorzüge des Prismenfernglases beim Vergleich mit dem Galileischen (holländischen) Fernrohr mit derselben Vergrößerung? 1193*

Welche Vergrößerung erzeugt ein Fernrohr, wenn bekannt ist, daß die Brennweite seines Objektivs 120 cm und die seines Okulars 20 mm beträgt? 1194

Zeichnen Sie den Strahlengang in einem astronomischen Fernrohr mit 6facher Vergrößerung! 1195°

Michael Wassiljewitsch Lomonossow zeigte, daß das Fernrohr nicht nur die Sehwinkel weit entfernter Gegenstände vergrößert, sondern auch die Lichtmenge vergrößert, die durch das Auge des Beobachters von dem betreffenden Lichtpunkt erfaßt wird. Diese Ansicht Lomonossows (in Beziehung auf eine punktförmige Lichtquelle) ist völlig richtig. Wie kann man diese Wirkung des optischen Systems eines Fernrohrs erklären? 1196*

Zeichnen Sie den Strahlengang in einem Galileischen Fernrohr mit 2facher Vergrößerung! 1197°

Welche Vergrößerung besitzt ein Mikroskop, wenn die Brennweite seines Objektivs 5 mm, die Brennweite seines Okulars 20 mm und seine Tubuslänge 12 cm beträgt? 1198*

Ermitteln Sie in einer Zeichnung den Strahlengang in einem Mikroskop, das eine 5fache Objektivvergrößerung und eine 4fache Okularvergrößerung besitzt! Die Tubuslänge des Mikroskops beträgt 12 cm. 1199*

46. Wellennatur des Lichtes

Die größte Frequenz elektromagnetischer Schwingungen, die noch mit dem Auge wahrgenommen werden, beträgt $7{,}5 \cdot 10^{14}$ Hz. Wie groß ist entsprechend dieser Frequenz die Wellenlänge in Luft, und welche Farbe hat das dieser Wellenlänge entsprechende Licht? 1200

1201 Die Wellenlänge des dunkelsten roten Lichtes, das noch vom Auge wahrgenommen wird, beträgt in Luft 0,78 µm. Welche Frequenz hat dieses Licht?

1202 Das gelbe Licht des Natriumdampfes entspricht in Luft einer Wellenlänge von 0,589 µm. Wie groß ist die Wellenlänge dieses Lichtes im Wasser?

1203 Die Wellenlänge des roten Lichtes, das vom Kaliumdampf ausgesendet wird, beträgt in Luft 768 nm. Welche Wellenlänge hat dieses Licht in Glas?

1204 Wieviel Wellen kommen beispielsweise bei rotem, gelbem und ultraviolettem Licht auf 1 cm? (Siehe Aufgaben 1200···1202!)

1205 Beim Übergang des Lichtes aus Luft in einen beliebigen festen oder flüssigen Körper verändert sich die Wellenlänge des Lichtes, aber die Farbe des Lichtes bleibt erhalten. Warum?

1206 Von zwei Lichtquellen S_1 und S_2 fällt kohärentes monochromatisches Licht auf einen in einiger Entfernung stehenden Schirm PP (Bild 155). Als Ergebnis der Interferenz der Lichtwellen, die von S_1 und S_2 ausgesendet werden, erhält man auf dem Schirm auf beiden Seiten des mittleren hellen Streifens abwechselnd dunkle und helle Streifen. In der Zeichnung stellen die durchgehenden Linien die Wellenberge und die unterbrochenen Linien die Wellentäler dar. Erklären Sie an Hand des Bildes 155, an welchen Stellen des Schirmes sich helle Streifen und an welchen Stellen sich dunkle Streifen ergeben! Warum ist das so?

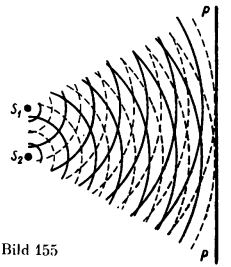


Bild 155

1207 S_1 und S_2 sind zwei Lichtquellen, die kohärentes monochromatisches Licht aussenden (Bild 156). Unter welchen Bedingungen erhält man auf dem Schirm im Punkt M einen hellen bzw. einen dunklen Streifen?

1208 Wie verändert sich die Lage der hellen und dunklen Streifen (siehe Aufgaben 1206 und 1207!), wenn man statt des roten violettes Licht verwendet?

1209 Wir betrachten einen glühenden, leuchtenden Draht durch zwei schmale Spalte in einem undurchsichtigen Schirm, der genügend weit entfernt ist. Wenn die Entfernung zwischen den Spalten klein ist (ungefähr 0,5 mm), so sehen wir außer dem leuchtenden Faden auf beiden Seiten eine Reihe heller Striche, die durch dunkle Zwischenräume voneinander getrennt sind. Wie ist diese Erscheinung zu erklären?

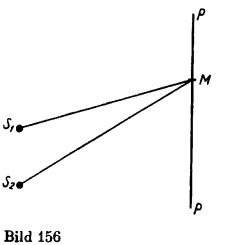


Bild 156

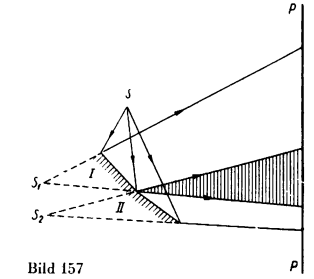


Bild 157

Wenn wir die obere Hälfte des leuchtenden Drahtes (siehe vorhergehende Aufgabe) mit einem roten Glas verdecken, die untere dagegen mit einem blauen, so sehen wir, daß die hellen Streifen oben weiter voneinander entfernt sind als unten. Warum? 1210

Kann man Interferenzerscheinungen des Lichtes beobachten, wenn man zwei leuchtende dünne Drähte in sehr geringer Entfernung voneinander anbringt? 1211

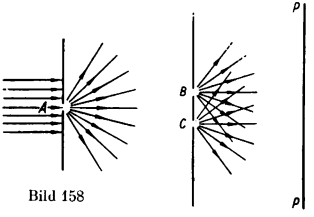


Bild 158

Der Physiker Fresnel erhielt dunkle und helle Interferenzstreifen (siehe Aufgaben 1206 und 1207!) mit Hilfe zweier ebener Spiegel, die unter einem Winkel von annähernd 180° zueinander geneigt waren (Bild 157). Die Lichtstrahlen von dem Lichtpunkt S, die von den beiden Spiegeln I und II reflektiert werden, fallen auf den Schirm PP. S_1 und S_2 sind scheinbare Bilder des Lichtpunktes S in den Spiegeln I und II. Warum ergeben sich auf dem Schirm, auf den das Licht von den beiden Spiegeln I und II fällt, abwechselnd dunkle und helle Streifen? 1212*

Die Entfernung zwischen den Interferenzstreifen (siehe Aufgaben 1206···1209!) hängt von der Wellenlänge des von den Lichtquellen ausgestrahlten Lichtes, von der Entfernung zwischen den Lichtquellen und von der Entfernung des Schirmes von den Lichtquellen ab. Es ist leicht zu zeigen, daß die Entfernung zwischen den Interferenzstreifen $h = \frac{\lambda \cdot l}{d}$ ist. Dabei ist l der Abstand des Schirmes von der Verbindungslinie der Lichtquellen und d die Entfernung zwischen den Lichtquellen. Mit der angegebenen Formel kann man die Wellenlänge des Lichtes berechnen, wenn l, d und h gemessen werden. 1213*

In der Schule wurde folgender Versuch (Versuch von Young) durchgeführt: Das Licht eines Bildwerfers ging durch eine kleine Öffnung A, die mit blauem Glas verdeckt war, fiel dann auf einen Schirm mit zwei kleinen Öffnungen B und C (Entfernung der beiden Öffnungen $d = 1$ mm) und wurde schließlich auf einem Schirm PP ($l = 1{,}7$ m) aufgefangen (Bild 158). Die Entfernung h zwischen den Interferenzstreifen auf dem Schirm betrug 0,8 mm. Welche Wellenlänge ergab sich für das Licht?

Wenn man einen Drahtrahmen in Seifenwasser eintaucht und wieder herauszieht, so erhält man auf ihm ein dünnes Häutchen aus Seifenwasser. Auf einem solchen 1214

Häutchen sind, wenn man es senkrecht aufstellt und mit monochromatischem Licht beleuchtet, eine Reihe abwechselnd heller und dunkler waagerechter Streifen zu sehen (Bild 159). Wie kann man die beobachtete Erscheinung erklären? Warum beobachtet man in ein und denselben Abschnitten des Häutchens abwechselnd einmal helle und einmal dunkle Streifen?

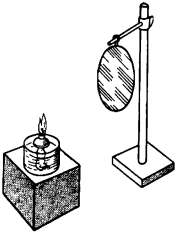


Bild 159

1215 Auf der Wasseroberfläche bilden sich an den Stellen bunte Flecken, wo diese mit Rohöl oder Schmierfett verunreinigt ist. Wie läßt sich diese Erscheinung erklären?

*1216 Die Hülle einer Seifenblase hat an einigen Stellen eine strohgelbe, an anderen eine karmesinrote und an manchen Stellen eine grünlichblaue Färbung. Woher rühren diese Unterschiede in der Färbung? Wie groß ist annähernd die Dicke des Häutchens, das die Hülle der Seifenblase bildet?

1217 Auf Gläsern, die lange Zeit atmosphärischen Einflüssen unterworfen werden oder lange Zeit auf der feuchten Erde liegengelassen werden, beobachtet man schöne regenbogenartige Färbungen. Wie läßt sich diese Erscheinung erklären?

°1218 Eine plankonvexe Linse mit einer sehr kleinen Krümmung liegt auf einer ebenen Fläche. Bei der Beleuchtung mit dem Licht einer Natriumdampflampe bilden sich rings um den Auflagepunkt Newtonsche Ringe. Der Durchmesser des sechsten dunklen Ringes beträgt 8,4 mm. Wie groß ist der Krümmungsradius der Konvexlinse?

°1219 Der Durchmesser des dritten dunklen Newtonschen Ringes beträgt bei der Beleuchtung mit einer Lithiumdampflampe 4 mm. Wie groß ist die Wellenlänge des Lichtes, wenn bekannt ist, daß der Krümmungsradius der konvexen Linse 2 m beträgt?

°1220 Wenn man den Zwischenraum zwischen der ebenen Platte und der konvexen Linse, wo sich die Newtonschen Ringe bilden, mit Wasser oder einer anderen Flüssigkeit ausfüllt, dann verschwinden die Ringe nicht, sondern der Durchmesser aller Ringe wird kleiner. Warum?

°1221 Kann man mit Hilfe der Erscheinung der Newtonschen Ringe die Lichtgeschwindigkeit im Wasser bestimmen, wenn die Lichtgeschwindigkeit in Luft bekannt ist? Wie kann man das erreichen?

1222 Die Gitterkonstante eines Beugungsgitters ist 0,01 mm. Das erste Beugungsbild befindet sich in 2 m Entfernung vom Gitter und im Abstand von 11,8 cm vom mittleren Bild. Wie groß ist die Wellenlänge des verwendeten Lichtes?

1223 Die Wellenlänge des gelben Lichtes einer Natriumdampflampe beträgt 589 nm. Das dritte Beugungsbild lag bei der Beleuchtung mit einer Natriumdampflampe

16,5 cm vom mittleren Bild entfernt. Wie groß ist die Gitterkonstante? (Entfernung Beugungsbild–Gitter: 1,5 m.)

Mit Hilfe eines Beugungsgitters (200 Linien auf 1 mm) wurde ein Spektrum erzeugt. Der Schirm befindet sich in 3 m Entfernung von dem Gitter, wobei die Achse des Lichtes senkrecht zur Schirmoberfläche liegt. Die Entfernung von der mittleren (weißen) Linie bis zum Anfang des violetten Teils des Spektrums erster Ordnung beträgt 24 cm und bis zum Ende des roten Teils 45 cm. Wie groß sind die Wellenlängen des äußersten roten und des äußersten violetten Lichtes? 1224

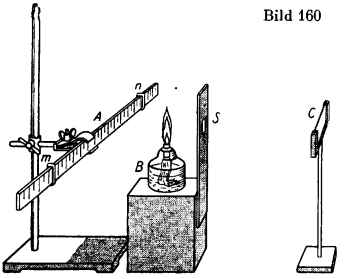


Bild 160

Ein Beugungsgitter hat 500 Linien auf 1 mm. In welcher Entfernung von der mittleren (weißen) Linie zeigen sich der Anfang und das Ende des sichtbaren Teils des Spektrums erster Ordnung auf dem Schirm, der 2 m weit vom Gitter entfernt steht, wenn das Gitter parallel zum Schirm liegt und die Beleuchtung unter einem rechten Winkel zum Gitter erfolgt? 1225

Zur Bestimmung der Wellenlänge des Lichtes stellte ein Schüler die in dem Bild 160 dargestellte Versuchsanordnung zusammen. *C* ist das Beugungsgitter mit der Gitterkonstanten 0,002 cm, *S* ist der Schirm mit dem Spalt. In die Flamme des Brenners *B* hielt der Schüler Watte, die einmal mit Natrium- und einmal mit Lithiumsalzlösung getränkt war. Wenn er dabei durch das Gitter schaute, beobachtete er die Beugungsbilder des Spaltes und ihre Projektion auf das Lineal *A*. Die Ergebnisse der Beobachtungen sind in der folgenden Tabelle eingetragen: 1226

	Abstand des Beugungsbildes vom mittleren Bild in cm	Abstand der Mitte des Beugungsgitters vom Beugungsbild in cm
Natriumdampf	1. Ordnung 3,2	110
	2. Ordnung 6,7	112
	3. Ordnung 10	113
Lithumdampf	1. Ordnung 3,7	110
	2. Ordnung 7,3	113
	3. Ordnung 11,6	114

Wie groß sind nach den erhaltenen Werten die Wellenlängen des Natriumdampflichtes und des Lithiumdampflichtes?

1227 Womit läßt sich die Erscheinung der regenbogenfarbenen Kreise erklären, die man sieht, wenn man durch angelaufene Glasscheiben auf Straßenlaternen schaut oder wenn man durch eine mit Bärlappsamen bestreute Glasplatte auf eine Lampe blickt?

°**1228** Wie geht eine ebene Welle durch eine planparallele Platte und durch ein dreiseitiges Prisma hindurch?

°**1229** Wie geht eine ebene Welle durch eine Sammellinse und durch eine Zerstreuungslinse hindurch?

***1230** Wie geht eine sphärische Welle durch eine Sammellinse und durch eine Zerstreuungslinse?

47. Spektren und Körperfarben

1231 Warum erscheint uns ein leuchtender Gegenstand farbig, wenn man durch ein geschliffenes Stück Glas auf ihn schaut?

1232 Wodurch unterscheiden sich Spektren, die man mit Hilfe von Prismen aus verschiedenen Materialien erhält, wenn die brechenden Winkel gleich sind? Worin liegt der Unterschied zwischen einem Beugungsspektrum und dem Spektrum eines Prismas?

1233 Warum benutzt man bei der genauen Bestimmung der Brechzahl eines Stoffes nicht weißes, sondern monochromatisches Licht?

1234 Die Eigenschaften einiger Mineralwasser hängen von dem Gehalt an gelöstem Lithium ab. Wie kann man das Vorhandensein auch der geringsten Mengen von gelöstem Lithium im Wasser der zu untersuchenden Quelle nachweisen?

1235 Im Funkenspektrum zwischen Elektroden aus unbekanntem Metall zeigten sich unter einer großen Anzahl von Linien auch welche, die einer Wellenlänge von 0,521 μm und 0,546 μm entsprachen. Welches Metall ist nach dem Erscheinen dieser Linien im Spektrum in den Elektroden mit enthalten?

1236 Im Spektrum des Lichtes eines elektrischen Funkens, der zwischen Elektroden aus unbekanntem Material überspringt, sind gleichzeitig sowohl die Linien des Metalls als auch die Linien, die sich durch das Leuchten der Luft ergeben, sichtbar. Wie kann man bei der großen Anzahl der beobachteten Linien unterscheiden, welche von ihnen vom Metall und welche von den Bestandteilen der Luft stammen?

1237 Welches Absorptionsspektrum hat ein schwarzer Stoff?

1238 Was für ein Spektrum erhält man durch Licht, das von einer weißen Fläche zurückgeworfen wird?

Das Licht einer Kohlebogenlampe ist nicht nur viel heller, sondern enthält auch viel mehr weißes Licht als das einer Petroleumlampe. Wiederum erscheint das Licht dieses Bogens im Vergleich mit dem Sonnenlicht gelb. Wie läßt sich dieser Unterschied erklären? 1239

Einige giftige anorganische Farbstoffe sind der Farbe nach dem grünen Pflanzenfarbstoff (Chlorophyll) außerordentlich ähnlich. Auf welche Weise kann man den unschädlichen Pflanzenfarbstoff von dem giftigen anorganischen Farbstoff unterscheiden? 1240

Welche Farben des weißen Lichtes absorbiert ein Stoff, der eine sattblaue Färbung besitzt? In welchem Teil des Spektrums erfolgt die Absorption, die durch einen gelben, grünen oder rosafarbenen Stoff hervorgerufen wird? 1241

Kann man eine gelbe Farbempfindung erzeugen, wenn man farbiges Licht mischt, das keine gelben Lichtstrahlen enthält? 1242*

Wenn man Stückchen von Steinkohle, von Kaliumbichromat, von Kupfersulfat und Kochsalz nebeneinanderlegt und alle gemeinsam in verschiedenfarbiges Licht bringt, so kann man im roten Licht die Kohle vom Kupfersulfat und das Kaliumbichromat vom Kochsalz nur schwer unterscheiden. Im blauen Licht ist das Kaliumbichromat der Kohle und das Kupfersulfat dem farblosen Kochsalz ähnlich. Warum ist das so? 1243

Welche Färbung bekommt das Licht, wenn man reines blaues mit reinem grünen Licht mischt? Wie läßt sich das Ergebnis erklären? 1244

Wir haben karmesinrote, hellblaue und gelbe Filter zur Verfügung. Welche Farben können wir erzeugen, wenn wir diese Filter kombinieren? 1245

Das satte Blau der Kupfersulfatkristalle wird zu einem hellen Türkisblau, wenn man die Kristalle zu einem feinen Pulver zerreibt. Die rotorangenen Kristalle von Kaliumbichromat ergeben unter denselben Bedingungen ein Pulver mit blaßgelber Farbe. Wie kann man die Erscheinung erklären? 1246*

48. Licht und Energie

Direktes Sonnenlicht, das auf eine senkrecht zu den Strahlen liegende Fläche von 1 cm^2 fällt, gibt an diese im Verlauf von einer Minute 2 cal Wärme ab. Wie groß ist die Leistung, die man auf 1 ha waagerecht liegender Ackerfläche von der Sonne erhält, wenn die Sonne 45° hoch steht? Die Absorption in der Atmosphäre ist nicht zu berücksichtigen. 1247

Wie groß ist die Leistung des Energiestromes, den die Erde von der Sonne erhält? (Siehe Aufgabe 1247!) 1248

Wie groß ist die Gesamtleistung der Sonnenstrahlung? (Siehe Aufgabe 1247!) 1249

*1250 Der berühmte russische Gelehrte Lebedew zeigte durch Experimente, daß der Lichtstrom, der im rechten Winkel auf eine absorbierende Fläche auftrifft, auf sie einen Druck ausübt, dessen Größe gleich der auf die Einheit der Fläche bezogenen und durch die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichtes geteilten Leistung dieses Stromes ist. Wie groß ist der Druck des Sonnenlichtes auf die Erdoberfläche, wenn man annimmt, daß diese Oberfläche schwarz ist, und wenn man weiß, daß die Leistung der Sonnenstrahlung auf 1 cm^2 Erdoberfläche, die senkrecht zu den Sonnenstrahlen liegt, 2 cal je min beträgt?

*1251 Unter Verwendung der Größen aus der Aufgabe 1250 soll die Größe der Kraft bestimmt werden, die infolge des Lichtdruckes auf ein Meteorstaubteilchen mit einem Durchmesser von 10^{-6} cm und einer Dichte von $3\ g \cdot cm^{-3}$ wirkt, wenn dieses Teilchen sich in der gleichen Entfernung von der Sonne befindet wie die Erde. Diese Kraft soll mit der Anziehungskraft zwischen diesem Teilchen und der Sonne verglichen werden. Welche Schlußfolgerungen sind aus dieser Gegenüberstellung zu ziehen?

1252 Schwarz nennen wir einen Körper, der die Strahlen des sichtbaren Lichtes weder aussendet noch zerstreut. Ein fotografisches Bild erhält man infolge der Wirkung der Lichtstrahlen auf die Platte, die von dem fotografierten Gegenstand ausgesendet werden. Folglich kann ein schwarzer Gegenstand auf der Fotoplatte kein Bild ergeben. Man kann aber doch eine auf dem Schnee sitzende schwarze Katze fotografieren. Warum ist das so?

49. Bau der Atome

1253 Wie groß ist die Energie von 1 eV in Erg und Kalorien?

1254 Die Größe des elektrischen Elementarquantums wird durch die Formel $e = h \cdot r = \frac{h \cdot c}{\lambda}$ bestimmt, in der h die Plancksche Konstante mit $6{,}625 \cdot 10^{-27}$ erg $\cdot s$, c die Lichtgeschwindigkeit mit $3 \cdot 10^{10}\ cm \cdot s^{-1}$ und λ die Wellenlänge des Lichtes bedeutet. Wie groß ist das Elementarquantum, das einer Wellenlänge von 0,5 µm entspricht?

1255 Wie groß ist das Elementarquantum, das der gelben Natriumlinie entspricht?

1256 Wie groß ist die Wellenlänge, wenn das ihr entsprechende Elementarquantum eine Energie von 10^{-10} erg besitzt? Zu welchem Teil des Spektrums gehört diese Wellenlänge?

1257 Wie ist der Bau des Atomkerns von Stickstoff (N_7^{14}), Kalium (K_{19}^{39}) und Wismut (Bi_{83}^{209})?

1258 Wodurch unterscheiden sich die Kerne der Lithiumisotope Li_3^7 und Li_3^6?

Wie verändert sich das Atomgewicht und die Ordnungszahl des Elementes beim Ausstoßen eines Protons bzw. eines Neutrons aus dem Kern? 1259

Auf einen Stickstoffkern trifft ein α-Teilchen und bleibt in ihm stecken, wobei es aus dem Kern ein Proton herausschlägt. Wie schreibt man diese Kernreaktion? 1260

Ein α-Teilchen trifft auf einen Berylliumkern und bleibt in ihm stecken, wobei ein Proton aus dem Kern herausgeschlagen wird. Wie lautet die Kernreaktion? 1261

Auf welche Weise kann aus dem Kern eines radioaktiven Stoffes ein Elektron ausgesendet werden (β-Zerfall), wo doch der Kern nur aus Protonen und Neutronen besteht? 1262

Lösungen

I. Mechanik

1. Gleichförmige Bewegung

3. 2592000 km
4. 4,8 km · h^{-1}
5. 1224 km · h^{-1}
6. Die Rundfunkhörer um etwa 0,145 s
7. 24 cm
8. 0,5 m · s^{-1}
9. 0,45 m^3 · s^{-1}
10. Das Schiff fährt schneller um etwa 0,3 m · s^{-1}
14. 30 cm; 6 s; 60 cm
16. Nach 3 h; 120 km

2. Gleichmäßig beschleunigte Bewegung

17. 0,1 m · s^{-2}
18. 4 m · s^{-1}
19. 5 cm · s^{-2}
20. 50 s
21. 270 m; 9 m · s^{-1}
22. 20 m
23. 10 cm · s^{-2}; 30 cm · s^{-1}
24. 32 cm · s^{-2}; 40 cm · s^{-1}
25. $\approx$ 24 s; $\approx$ 2,8 m · s^{-2}
26. 2 m; 12,5 m; 5 m · s^{-1}; 2,5 m · s^{-1}
27. 8 cm; 32 cm; 72 cm; 128 cm; 200 cm; gleichförmig
    80 cm; 160 cm; 48 cm; 96 cm
28. 10 m · s^{-2}; 50 m · s^{-1}; 5 m
29. $\approx$ 554000 m · s^{-2}; $\approx$ 0,0016 s
30. 15 m · s^{-1}
31. 10 m · s^{-1}; 100 m
32. 30 s; 0,4 m · s^{-2}
33. 20 s; 120 m; 6 m · s^{-1}
34. 0,001 s; $-$ 400000 m · s^{-2}; $\approx$ 280 m · s^{-1}
35. $-$ 4,2 m · s^{-2}; $\approx$ 8,3 m
36. 25 s; 250 m
37. 10 cm · s^{-2}
38. 5 m · s^{-1}; 55 m
39. 10 cm; 60 cm · s^{-1}
40. 20 s; 60 m; 70 m
41. $\approx$ 16,2 m · s^{-1}
42. 27 m
43. $\approx$ 7,8 m · s^{-2}; $\approx$ 2,9 km
44. 8 s; 5 m · s^{-1}; 32 m; 80 m
45. 5 s; 31,25 m; 18,75 m
49. $\frac{v_o}{2a}$; $\frac{3v_o^2}{8a}$

3. Die Newtonschen Grundgesetze

55. 0,075 m · s^{-2}
56. 0,5 cm; 5 cm · s^{-1}
57. 5000 dyn
58. 20 g
59. 60000 dyn
60. 300 dyn
63. 5,25 · 10^7 dyn

64. $12 \cdot 10^{10}$ dyn
65. 4000 dyn
67. 10 kp
68. $20\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
69. $\approx 1{,}84\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
70. $\approx 1\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
71. 4500 dyn
72. 122,5 m; $49\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
73. 1 s; $9{,}8\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$; $4{,}9\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
74. 78,4 m; 4 s
75. Um 9,8 m
76. 2; 2
77. 0,045 s
78. 30 m; 90 m; 150 m
79. 7 s; ≈ 240 m
80. 58,8 m; 2 s
81. 14,7 m
82. Beide Körper durchfallen gleiche Strecken
83. ≈ 102 s
84. $\approx 3{,}4$ s; ≈ 57 m
85. ≈ 150 m
86. $\approx 0{,}83$ m; $\approx 0{,}74$ m
87. $\frac{d}{g \cdot t} - \frac{t}{2}$
88. 3 s
89. $\approx 4{,}5$ s; $\approx 245\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
90. $\frac{H-h}{2h}\sqrt{2gh}$
91. 0,3 kp
92. Fallbeschleunigung g
94. 196 kg
95. ≈ 2940 kp
96. ≈ 53800 kp
98. $1{,}96\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$; 0,4 kp
99. 49 cm
100. Hat sich nicht verändert; bewegende Kraft = 10 p; 98 cm
101. Die zu bewegende Masse wird doppelt so groß; bewegende Kraft = 5 p; 24,5 cm
102. $\approx 75{,}5$ kp
103. $\approx 102{,}5$ kp
104. ≈ 701 kp; 640 kp; ≈ 579 kp
105. 0,2 g; 0,6 P
106. Die Last P bewegt sich mit größerer Beschleunigung
107. $\approx 18{,}4\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$; 108 s
108. ≈ 2000 kp
109. $\approx 0{,}3$
110. 24 kp
111. 1000 kp
112. 53 kp; 47 kp
113. 1 kp; 11 kp
114. 0,9 kp; $\approx 4{,}8\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
115. 30 s; $\approx 0{,}034$
116. ≈ 81 kp
117. $245\ \mathrm{cm \cdot s^{-2}}$; 225 p
118. ≈ 2750 kp
119. 85 kp
120. ≈ 73 kp
121. 12000 dyn
122. $\approx 0{,}1$ kp
123. $\approx 0{,}3$ kp
124. $\approx 0{,}5$ kp

4. Zusammengesetzte Bewegungen

126. $20\ \mathrm{km \cdot h^{-1}}$
127. $50\ \mathrm{km \cdot h^{-1}}$
128. $\frac{2Sv_1}{v_1^2 - v^2}$; $\frac{2S}{v_1}$
Auf dem Fluß braucht man die $\frac{v_1}{v_1^2 - v_2}$ fache Zeit
129. 35 Tage und Nächte
130. $5\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
132. $65\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$; $35\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$; $\approx 52\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
133. $\approx 3{,}4\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
134. 225 m; 375 m
135. $\approx 8{,}67\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$; $5\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
136. $\approx 7{,}2\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
137. $\approx 0{,}7\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
138. $\approx 4{,}6\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
139. ≈ 103 m; 122,5 m; 5 s; 10 s
140. 44,1 m; $29{,}4\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
141. 44,1 m; 10 s
142. 8800 dyn; 9 p; 37,5 m
143. $\approx 350\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
144. $\frac{3v_0^2}{8g}$
145. 100 m; 150 m; $2v_0t$
146. $\frac{3}{4}H$
147. $\approx 3{,}4$ s
148. 39,2 m; 4 s; 2,8 s

149. $\approx 1{,}3$ m
150. $\approx 1{,}9$ m $\cdot$ s^{-1}; 1,4 m
152. ≈ 218 cm
153. ≈ 150 m
154. ≈ 1430 m
155. ≈ 300 m
156. ≈ 39 m $\cdot$ s^{-1}; $\approx 73°$
157. In ein und demselben Zeitintervall
158. $\frac{S}{2h}\sqrt{2gh}$
160. $\approx 8{,}66$ m $\cdot$ s^{-1}; 5 m $\cdot$ s^{-1}; 1,25 m; ≈ 1 s; $\approx 8{,}66$ m
162. $\approx 1{,}8$ m, $\approx 2{,}1$ m; $\approx 1{,}8$ m
163. 4,9 m
164. ≈ 41 m; $\approx 10{,}2$ m
165. $\approx 1{,}5$ s; ≈ 59 s; ≈ 780 m; 30,7 km; ≈ 520 m $\cdot$ s^{-1}

5. Arbeit, Leistung, Energie

166. 4000 kpm
167. 1000 kp
168. 7200 kpm
169. 25 kpm
170. ≈ 30000 kpm
171. 375 kpm
172. 780000 kpm
173. 130000 kpm; $\approx 77\%$
176. ≈ 21 PS
177. 2,4 Mp
178. ≈ 5000 kp
179. $\approx 80\%$
180. 11250 kp
181. 30 PS
182. 60 kp; 360 kp
183. ≈ 1200 PS
184. $\approx 48{,}2$ km $\cdot$ h^{-1}
185. 18 m^3
186. 58 kp, die geforderte Leistung vergrößert sich
190. 1000 erg
191. 49 kg
192. 122,5 kpm
193. ≈ 2531250 erg
194. ≈ 306 kp
195. Im zweiten Teil
196. $\approx 15 \cdot 10^6$ kpm; ≈ 1750 PS
197. $\approx 0{,}5$ kpm
198. ≈ 690 kpm; schlägt nicht durch
199. ≈ 760 m$^3 \cdot$ s^{-1}
200. $\approx 1{,}3$ Ps
201. 45 kW
202. ≈ 204 kp; 0,01 s
203. ≈ 3290 kpm; ≈ 2680 kp; ≈ 18300 PS
204. $\approx 27\%$; ≈ 3300 PS
205. ≈ 43 PS
206. ≈ 37 m
211. $\approx 3{,}9$ kpm
212. $\approx 0{,}05$ kpm
213. 25000 kpm; 175000 kpm; 0; 200000 kpm
214. $\approx 1{,}1$ kpm; ≈ 8 kpm
215. $\approx 10{,}2$ kpm
216. 35 m
217. ≈ 13 PS
218. ≈ 8 kp
219. $\approx 1{,}4$ kpm
220. $\approx 0{,}5$ kpm
221. ≈ 100 kpm
222. $\approx 3{,}6$ kpm
223. ≈ 6 PS
224. Auf $^1/_{27}$
225. $\frac{Ph + \frac{P(v_1^2 - v_2^2)}{2g}}{l}$
226. $\sqrt{2gl}$
227. $\sqrt{v_0^2 - 2gh}$
228. ≈ 4400 kp
229. ≈ 12 kW
230. 75%
231. Auf dem Eise entlang ≈ 25mal soviel

6. Zusammensetzung und Zerlegung von Kräften

234. 5 kp; 8 kp; 10 kp
235. 80 cm $\cdot$ s^{-2}; 76000 dyn
236. $a \approx 2{,}45$ m $\cdot$ s^{-2}; $v \approx 7$ m $\cdot$ s^{-1}
238. 250 p
240. Gleich der zweiten Kraft
241. 20 kp
242. 15 kp; ≈ 21 kp
243. 50 kp; 6 m
244. ≈ 3460 kp
245. Gleich der einen Kraft

246. Bleibt in Ruhe
247. 12 kp; in Richtung der mittleren Kraft
248. 600 p und fällt mit der Richtung der Kraft von 500 p zusammen
249. ≈346 kp; ≈346000 kpm
250. 30 kp
251. ≈173 kpm
252. ≈2,1kp
253. ≈34,6 kp; ≈69,2 kp
254. 9 kp; 15 kp
255. 30 kp; 40 kp
256. ≈29,1 kp
257. 170 kp; verdoppelt sich
258. 25 p; ≈43 p
259. Ungleich: beim Auseinanderziehen der Hände wird die Schnurspannung größer
260. Bei größerem
262. ≈0,03 p
263. 600 kp; ≈520 kp
264. ≈69 kp; ≈34,5 kp
265. ≈1000 kp; ≈500 kp
266. 1 kp
267. ≈29,4 kp
268. 45 kp; 60 kp
269. 0,6 P; 0,8 P
270. 50 kp; ≈87 kp
271. $F_1 = P\frac{h}{l}$; $F_2 = k \cdot P\frac{b}{l}$;

$F_1 = F_2$; $k = \frac{h}{b} = \tan\alpha$

273. ≈0,58
274. 0,01
275. 100 kp
276. ≈2,5 s; ≈8 m · s^{-1}
277. 2 m; 1 m
278. 5 kp; 60 cm; 90 cm
279. 300 kp; 100 kp
280. 4,5 m; 2,5 m
281. Wenn die Seile parallel hängen
282. 20 kp; um 18 cm rechts von der Mitte
283. 30 kp; 30 cm; 75 cm
284. 1,2 kp; 1,8 kp

7. *Schwerpunkt, Gleichgewicht der Körper*

285. 20 cm
287. 3,5 cm; 7 cm; 14 cm
288. 2,5 cm links vom Plattenmittelpunkt
289. Im Symmetriezentrum
290. 1,5 cm vom Plattenmittelpunkt
291. 4 cm vom Schwerpunkt des großen Zylinders
292. ≈1,9 cm von der Mitte der Stange
293. ≈0,55 r vom Mittelpunkt der Zinkkugel (r: Kugelradius)
294. ≈10,5 cm vom Mittelpunkt der Kugel
295. 37,5 cm vom Ende mit einer Last von 1 kp
296. ≈9,7 cm vom Mittelpunkt der großen Kugel
297. Auf $^2/_3$ der Länge
300. 22,5 kpm
301. 0,55 kpm
302. 50 kp
305. Das dicke Ende
306. 0,2 m vom Scheibenmittelpunkt
307. 5 kp
308. 4,5 kp
309. 35 kp; 105 kp
310. 900 kp; 600 kp
312. 562,5 kp; ≈11,25 cm
313. 80 p
314. 250 p; $^1/_3$ der Länge
315. ≈19 cm

8. *Einfache kraftumformende Einrichtungen*

316. 14 kp; 2 kp
317. 30 kp
318. ≈1,7 kp; ≈3,2 kp
320. Auf Grund des Gewichts des Hebels selbst
322. 22,5 kp
323. 80%
327. ≈167 kpm; ≈211 kp
328. 32 kp
329. 62,5 kp; 750 kpm; 1250 kpm
330. 1,8 m; 2,5 kp
331. Das Gleichgewicht wird gestört
332. $^1/_6$ m; ≈83%
333. 80 %
334. $2^2/_3$ kp
335. 80%
336. 2,5 kp
337. Bei den längeren Bohlen ist der Druck größer

338. 88%
339. ≈105 kp; ≈3 kp; 270 kpm; ≈51%
340. 50000 kpm; 45000 kpm; ≈53%
341. 25 PS;
das Auto wird mit geringerer Geschwindigkeit aufwärts fahren
342. ≈270 kp
343. ≈1 kp; ≈58 kp
344. 0,001
345. 120 kp
346. ≈12,6 kp
347. 0,1 kpm; 0,08 kp
348. ≈2700 kp
349. 960 kp
350. 15 kp
351. ≈9,6 kp

9. Druck, Druck in Flüssigkeiten und Gasen

352. 20 Mp
353. 3,6 kp · cm^{-2}
354. 0,6 kp · cm^{-2}, der Panzerwagen kann übers Eis fahren
355. ≈59000 kp; ≈700 m · s^{-1}
356. ≈5,9 · 10^7 dyn · cm^{-2}
357. ≈500 kp
358. 18 kp
359. 4 cm^3
360. 7200 kp
361. 1000 kp
362. ≈0,3 kp · cm^{-2}
363. 0,01 kp
364. 2,5 cm
365. ≈2 cm
366. 3,5 kp · cm^{-2}; 1,75 kp
367. 22,5 kp
368. 0,35 kp · cm^{-2}; 7200 kp
369. ≈48,5 m
370. ≈20,8 m
371. 125 Mp
374. 1,6 kp
375. $h = r$
376. da^3; $\frac{d \cdot a^2}{2}$
377. 152 cm
379. ≈8 km
380. ≈10,5 m
381. 152 Torr; 228 Torr; 304 Torr
382. ≈18,4 kp
383. ≈30 kp

10. Gesetz des Archimedes

384. ≈6,2 kp
385. 200 cm^3
388. 3,5 p · cm^{-3}
389. 7 p · cm^{-3}
390. 1,25 p · cm^{-3}
391. 540 p
392. 0,7 p · cm^{-3}; 1,1 p · cm^{-3}
393. 16 cm^3
394. 0,75 p · cm^{-3}
395. ≈0,57
396. 0,6 p · cm^{-3}; 0,6 seines Volumens
397. ≈168,26 kp
398. Der Kolben geht unter
399. ≈0,00195 p · cm^{-3}
400. 800 m^3; 3000 m^3; 800 Mp
401. 6180 Mp
402. 3000 Mp
403. 3240 Mp
404. 0,1 m; 3,2 Mp
405. $\frac{G}{\gamma \cdot A}$
406. 42
407. ≈186cm^3
408. ≈23 p
409. 14,4 kp
410. ≈1188 m^3
411. 1,875 m^2
412. 800 kp
413. ≈2 m · s^{-2}
414. ≈280 m; ≈218400 kpm

11. Strömung in Flüssigkeiten und Gasen

415. 190 $cm^3 \cdot s^{-1}$
416. 40 cm · s^{-1}
417. ≈450 cm · s^{-1}
418. ≈1,992 at
419. 0,4 cm · s^{-1}; 4 $dm^3 \cdot s^{-1}$
420. ≈36 cm
421. ≈7 m · s^{-1}
422. 6,4 kp
423. ≈177 m · s^{-1}; ≈26 m · s^{-1}

12. Drehbewegung, gleichförmige Kreisbewegung

439. 20
440. 2
441. $\approx 4{,}2\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$; $\approx 10{,}5\ \mathrm{s^{-1}}$
442. 0,05 s; $\approx 125{,}6\ \mathrm{s^{-1}}$; $\approx 18{,}8\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
443. $\approx 4{,}2\ \mathrm{s^{-1}}$
444. $\approx 4{,}5$ m
445. 240 mm
446. $6{,}28\ \mathrm{s^{-2}}$; $62{,}8\ \mathrm{s^{-1}}$
447. 12
449. $\approx 6{,}7$ cm
450. 0,5 kp
451. Das Doppelte
452. 400 p
453. $\approx 74°$
454. Die Zugkraft beträgt im untersten Punkt 3 kp
455. 0,25 l
456. $\approx 2{,}2\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
457. $\approx 2{,}7\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$ $\approx 0{,}87$ kp; 1 kp
458. Um 0,3%
459. ≈ 98 kp; $\approx 5{,}9\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
460. 57°
461. ≈ 287 kp; ≈ 427 kp
462. $\approx 150\ \mathrm{km \cdot h^{-1}}$
463. ≈ 29 cm
464. $\approx 6{,}2$ Mp
465. $\approx \frac{r}{3}$
466. ≈ 1000mal
467. $\approx 51{,}4$ Mp
468. 4,6 Mp
469. 90 kp

13. Das Gravitationsgesetz

470. $6 \cdot 10^{-8}\ \mathrm{cm^3 \cdot g^{-1} \cdot s^{-2}}$
472. ≈ 107 dyn
473. 6 Erdradien vom Mondzentrum entfernt
474. $\approx 175\ \mathrm{cm \cdot s^{-2}}$
475. $\approx 2{,}04 \cdot 10^{19}$ kp
476. $\approx 0{,}2$ kp
477. $\approx 0{,}4\ R$
479. $2{,}45\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$; 1,225 m
480. ≈ 7 kp
481. $\approx 6{,}08 \cdot 10^{27}$ g; $\approx 5{,}5\ \mathrm{g \cdot cm^{-3}}$
482. $\approx 2 \cdot 10^{33}$ g

14. Schwingungen und Wellen, Akustik

483. $S = 5 \sin (4\pi t)$
484. $\frac{T}{4}$; $\frac{T}{12}$; $\frac{T}{6}$
485. Bleibt gleich
486. 0,7 s; 0,8 s; 0,25 m; 2,25 m
487. $\approx 987\ \mathrm{cm \cdot s^{-2}}$
488. $\approx 99{,}44$ cm; $\approx 981{,}5\ \mathrm{cm \cdot s^{-2}}$
489. 99,62 cm; 99,1 cm; 99,45 cm; 99,5 cm
490. 10 s
492. Die Schwingungsdauer wird kleiner. Sie wird noch kleiner, wenn man stehend schaukelt
493. Bei Temperaturanstieg beginnt die Uhr nachzugehen
494. 8,6 s
495. Wegen der Ausdehnung der Stangen I, III und V senkt sich die „Linse" des Pendels, wegen der Ausdehnung von II und IV hebt sie sich. Bei entsprechender Auswahl des Materials und der Länge kompensieren sich diese Veränderungen
496. Die Unruhe, ein kleines Pendel, das eine Drehbewegung in stets abwechselnder Richtung ausführt
497. $mgl \cdot (1 - \cos \alpha)$ (in erg)
498. $\sqrt{2gl\,(1 - \cos\alpha)}$
499. $A\sqrt{\frac{g}{l}}$
500. $A^2 \cdot \frac{mg}{2l}$
501. $\approx 333\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
502. ≈ 4 km
503. ≈ 1 km
504. $1400\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
505. Infolge der vielfachen Reflexion ist der gesamte geschlossene Raum mit der Energie der Schallwellen gefüllt
507. Beim Übergang der Schallwellen aus der Luft in das Glas und aus dem Glas in die Luft erfolgt Reflexion. Infolgedessen wird die Energie, welche in das Zimmer eintritt, geschwächt

508. ≈ 21 m
509. ≈ 4 m
510. In entgegengesetzten
511. ≈ 129 cm
512. 90°
513. 660 Hz
514. $\approx 5277\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
515. $\approx 264\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
518. ≈ 435 Hz
520. $\approx 5{,}3$ m

II. Wärmelehre und Molekularphysik

15. Wärme und Arbeit

521. In Stahl
522. Die größte spezifische Wärme besitzt Eisen, die kleinste Blei
523. $\approx 3{,}5\%$
525. 0,8 l
526. 300 l; 250 l
527. ≈ 91 °C
528. 38,8 grd
529. $\approx 0{,}1\ \mathrm{cal \cdot g^{-1} \cdot grd^{-1}}$
530. $\approx 0{,}09\ \mathrm{cal \cdot g^{-1} \cdot grd^{-1}}$
531. ≈ 22 °C
532. 785 °C
533. Um 1,3 grd
534. $\frac{m_1}{m_2} = \frac{c_2\,(t_0 - t_2)}{c_1\,(t_1 - t_0)}$
535. $\approx 0{,}51\ \mathrm{cal \cdot g^{-1} \cdot grd^{-1}}$
536. ≈ 93 kcal; $\approx 18{,}6$ kp Wasser
538. Zum Verdampfen des Wassers wird Wärme verbraucht
539. $\approx 31{,}4\%$
540. $\approx 38\%$; $\approx 36{,}4\%$
541. Ungefähr 10,2 min
542. Nach etwa 40 s
543. $\approx 436\ \mathrm{kpm \cdot kcal^{-1}}$
544. $\approx 0{,}01$ grd
545. $\approx 1{,}87$ cal
546. Der kupferne Körper
547. Im ersten Fall das 1,25fache
548. ≈ 31 grd
549. ≈ 25mal
550. ≈ 22 min
551. 34,16 kpm
552. ≈ 18 PS
553. $\approx 23\%$
554. $\approx 29\%$
555. $\approx 11{,}3$ kg
556. ≈ 152 h; $\approx 21{,}4$ t
557. $\approx 1{,}2$ t
558. $\approx 19{,}6$ PS
559. $\approx 0{,}3$ kg
560. $\approx 22\%$
561. $\approx 6 \cdot 10^9$ kg
562. $\approx 54\,000$ kcal
563. ≈ 20 grd
564. $\approx 350\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
565. $\approx 28\%$

16. Ausdehnung fester und flüssiger Körper bei Erwärmung

571. 20,144 cm
572. Er wächst um etwa 3,9 cm
573. Es wird um 0,6 mm kleiner
574. 7,5 cm
575. $10^{-5}\ \mathrm{grd^{-1}}$
576. ≈ 514 °C
577. $\approx 159{,}8$ mm
578. Um 0,0094 der betreffenden Länge
579. ≈ 263 grd
580. $\approx 0{,}011$ mm
581. Es vergrößert sich um 59 $\mathrm{cm^3}$
582. 3,4 l; 2,4 l
583. Es vergrößert sich um 17 $\mathrm{cm^3}$
584. 858 kcal
586. $\approx 0{,}000\,17\ \mathrm{grd^{-1}}$; $\approx 0{,}000\,20\ \mathrm{grd^{-1}}$
587. $\approx 150\ \mathrm{cm^3}$
588. Es werden ungefähr 5,4 $\mathrm{cm^3}$ Petroleum weniger auslaufen
589. Es fließt welches aus
590. $13{,}36\ \mathrm{g \cdot cm^{-3}}$
591. $\approx 18{,}6 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{grd^{-1}}$
592. $\beta = \frac{h_2 - h_1}{h_1 t_2 - h_2 t_1}$; $9{,}3 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{grd^{-1}}$

593. Wegen der Ausdehnung der Gefäßwandung
594. 762,8 Torr

17. Grundlagen der kinetischen Wärmetheorie

601. $\approx 3{,}3 \cdot 10^{22}$
602. $\approx 1{,}08 \cdot 10^{22}$
603. $\approx 3 \cdot 10^{-24}$ g
604. $\approx 2{,}8 \cdot 10^{-8}$ cm

18. Eigenschaften der Gase

605. Es wird das 0,49fache des Anfangsvolumens sein
606. Um 12 cm
607. 21 kp
608. $\approx 8{,}3\,\text{cm}^3$; $15\,\text{cm}^3$; um 375 mm höher; um 375 mm niedriger
609. Sie wird um 6,9 cm kürzer; sie wird um 12,5 cm länger
610. Sie vergrößert sich um 5,2 cm
611. 48 cm
613. $\approx 1{,}4\ \text{cm}^3$
614. Um 273 grd
615. 3 l
616. $-45{,}75\,°\text{C}$
617. $\approx 0{,}0033\ \text{grd}^{-1}$
618. $\approx 1{,}1$ at; 0,91 at
619. ≈ 1890 l
620. $\approx 2{,}9\ \text{m}^3$
621. $\approx 0{,}000\,83\ \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$
622. ≈ 204 kg
623. ≈ 152 at
624. $\approx 6{,}4$ kg
625. ≈ 19 at
626. $\approx 2{,}76$ h
627. ≈ 29 cm
628. Um $\approx 51{,}4$ grd
629. Um $\approx 7{,}4$ cm
630. $\approx 6 \cdot 10^{27}$ Std.; ≈ 200 Md. Jahre

19. Eigenschaften der Flüssigkeiten

637. Das Gefieder wirkt infolge seines Fettüberzuges wasserabstoßend. Dadurch kommt der Körper der Vögel nicht mit dem kalten Wasser in unmittelbare Berührung. Außerdem vergrößert die zwischen den Federn eingeschlossene Luftschicht die Schwimmfähigkeit der Vögel
638. Die Tinte zerfließt, weil zwischen den Papierfasern feine Poren sind, in welche die Tinte einfließt. Von der Feder gezogene gerade Linien fließen auseinander. Um dies zu vermeiden, werden bei der Papierherstellung bestimmte Stoffe (z. B. Leim) zugesetzt
640. Das Öl dringt in die Poren ein, und das Farbpulver bleibt auf der Oberfläche zurück. Hier kann es leicht abgekratzt werden. Auf der grundierten Oberfläche kann das Öl nicht eindringen, sondern es erhärtet zusammen mit dem Farbstoff und bildet dann eine glänzende, sehr dauerhafte und im Wasser unlösliche Schicht
645. $\approx 0{,}023$ p
646. ≈ 24
647. ≈ 58
648. $\approx 76{,}4\ \text{dyn} \cdot \text{cm}^{-1}$
649. $24\ \text{dyn} \cdot \text{cm}^{-1}$
650. $\approx 73{,}5\ \text{dyn} \cdot \text{cm}^{-1}$
651. ≈ 1 cm
652. $\approx 0{,}07\ \text{cm}^2$
653. $\approx 0{,}31$ mm
654. $70{,}6\ \text{dyn} \cdot \text{cm}^{-1}$; $24{,}5\ \text{dyn} \cdot \text{cm}^{-1}$
655. Je größer der Kugelradius, desto kleiner ist der Druck der Oberflächenhaut auf die Luft im Inneren

20. Eigenschaften fester Körper

656. $\approx 0{,}6$ mm
657. $\approx 13\,300\ \text{kp} \cdot \text{mm}^{-2}$
658. $\approx 4{,}5$ kp
659. 31,4 Mp; 3,14 Mp
660. ≈ 4 km
661. 33,3 m
662. 0,25 kpm
663. $\approx 83\ \text{mm}^2$
664. $1210\ \text{kp} \cdot \text{cm}^{-2}$

21. Schmelzen und Erstarren

665. Zum Schmelzen des Eises
666. 525 kcal
667. ≈ 63 kcal
668. ≈ 1530 cal
669. ≈ 0,88
670. 22,5 g
671. 80 cal · g^{-1}
672. ≈ 682 g
673. ≈ 14 °C
674. ≈ 83 cal · g^{-1}
675. Um ≈ 7,6 grd
676. ≈ $6{,}4 \cdot 10^7$ kcal
679. Die Erstarrungstemperatur der Lösung liegt unter 0 °C, deshalb kann man auch ihre Temperatur unter 0°C halten

22. Verdampfen

682. Das Wasser dringt durch die Poren und verdunstet dabei. Dabei wird Wärme verbraucht, die dem Gefäß mit Wasser entnommen wird. Folglich kühlt sich dieses ab, bis die Luft der Umgebung mit Wasserdampf gesättigt ist
684. 575 cal · g^{-1}
685. 31000 kcal
686. 1448 kcal
687. ≈ 97 °C
688. ≈ 22,6 °C
689. ≈ 19,7 g
690. ≈ 537 cal · g^{-1}
691. ≈ 121 g
692. Etwa 45 min
693. ≈ 238 kg
694. ≈ 2 g

23. Luftfeuchtigkeit

700. ≈ 9,9 m
701. ≈ 16,8 °C
702. 2,8 g
703. 80%
704. Verringert sich um 13,4%
705. Ja

24. Arbeit des Dampfes und des Gases

706. Die Wärme, die bei der Kondensation des Dampfes abgegeben wird, ist nur ein geringer Prozentsatz des gesamten Energievorrates des Dampfes
707. ≈ 733 kpm
708. ≈ 5900 kpm
709. Um 45,5 grd
710. ≈ 7,3 cm; ≈ 182,5 kpm
711. ≈ 7,5 kp · cm^{-2}
712. ≈ 9800 kpm
713. 2 U · s^{-1}
714. ≈ 600 PS

III. Elektrizität

25. Elektrische Ladungen, Coulombsches Gesetz

721. Auf Grund der Verteilung der Ladungen in den Kugeln
722. $142 \cdot 10^{13}$ N
723. 0
724. ≈ 23 p
725. 0,21 m
726. $4{,}1 \cdot 10^{-9}$ C
727. $2{,}1 \cdot 10^{-9}$ C

26. Feldstärke, Potential, Arbeit elektrischer Kräfte

728. $3 \cdot 10^5 \frac{V}{m}$
729. Nein
730. Ungleichnamig
732. In einer Entfernung von ≈ 8,8 cm von der kleineren Ladung
734. In einer Entfernung von 7,7 cm von der kleineren Ladung

735. 6 V
736. 6 C
737. $1{,}6 \cdot 10^{-12}$ erg
738. $6 \cdot 10^{7}$ cm · s^{-1}; $6 \cdot 10^{8}$ cm · s^{-1}
739. 0,5 dyn
740. Vergrößert sich um 0,04 cm · s^{-2}

27. Kapazität

741. 0,00002 F; 20 μF
742. $3 \cdot 10^{-6}$ C
743. 20 V
744. ≈90 V
745. 23,4 p
746. $0{,}17 \cdot 10^{-9}$ C
748. ≈1,7 pF; ≈17,7 pF; ≈177 pF
749. ≈400 pF
750. ≈1330 pF
751. 16
752. 100 pF; 200 pF; 400 pF
753. $1{,}2 \cdot 10^{-6}$ cal
754. 40 erg
755. 0,001 J; Energie vervierfacht sich
756. Durch Vergrößerung des Plattenabstandes ist es möglich
757. $C = \frac{r \cdot V_2}{V_1 - V_2}$
758. $C_1 = \frac{C(V - V_1)}{V_1}$; $C_2 = \frac{C(V - V_2)}{V_2}$

28. Ohmsches Gesetz für Teile des Stromkreises, Widerstand der Leiter

759. 2,5 V
760. 32 Ω
761. 24 C; 288 J
762. 2 s
764. 81,6 V; 34 V; 0,68 V
765. 0,5 V; 3,5 V
766. 16 Ω
767. 12,5 km
768. 0,08 V
769. Der dritte Leiter hat den größten, der zweite den kleinsten Widerstand, 0,0375 V · cm^{-1}; 0,0125 V · cm^{-1}; 0,05 V · cm^{-1}
770. 0,24 V
771. ≈1,1 Ω · mm^2 · m^{-1}
772. 157 cm
773. Der erste Leiter; doppelt so schwer
774. ≈1,7mal so groß
775. 9,6 Ω
776. ≈52 kp
777. 44 p
778. ≈2,4 mm^2; ≈8,3 m
779. ≈0,04 V; ≈2,8 V
780. ≈103 m
781. ≈47,6 Ω; ≈61,5 Ω
782. ≈2000 °C
783. ≈20 m
784. ≈20Ω

29. Ohmsches Gesetz für den gesamten Stromkreis

789. 0,375 A
790. 1,5 V; 0,4 V; 1,5 V; 1,9 V
791. 16 Ω; 2 Ω
792. ≈3,8 V
793. Das Element E_1 ergibt einen Strom in der Richtung, die der Stromrichtung vom Akkumulator E entgegengesetzt ist; wenn man die Punkte A und C so wählt, daß die Potentialdifferenz zwischen ihnen gleich der EMK des Elementes E_1 ist. $E_2 : E_1 = l_2 : l_1$, wobei l_2 und l_1 die Längen AC bedeuten, bei denen in den Zweigen mit den Elementen E_2 und E_1 kein Strom fließt
794. 0,2 Ω
795. 1,92 V
796. 0,24 V; 1,44 V
797. 1,68 V
798. ≈11,3m
799. 2 V; 1 Ω
800. $E = \frac{l_1 l_2 (R_1 - R_2)}{l_2 - l_1}$;
$R_i = \frac{l_1 R_1 - l_2 R_2}{l_2 - l_1}$
801. 1,8 V; 0; 0; 3,6 A; 1,65 V; 0,3 A
802. 0,21V; 1,4
803. 80%
804. 50%; 0
805. ≈0,86 A
806. ≈3,8 Ω

30. Reihen- und Parallelschaltung von Leitern

807. 21,67 Ω
808. 10 A
809. 1,6 V; 2 V; 2,4 V
810. 20
811. ≈ 2,8 V
812. 2,8 Ω; ≈ 42 V
813. ≈ 160 V
814. ≈ 281 kp
815. Auf das 11fache
816. 1260 Ω
817. 43,5 V
818. 62,5 Ω
819. 0,48 Ω
820. In 10 Teile
821. 10 Ω
824. 40 Ω; 48 Ω; 60 Ω; 80 Ω; 120 Ω; 240 Ω
825. 3 Ω
826. 0,5 A; 0,12 A; 0,15 A
827. ≈ 5,3 A
828. 0,1 Ω; 0,01 Ω
829. 0,005 Ω
830. 12,9 A
831. $^1/_3$ A; $^1/_6$ A
832. 4 A; 6 A; 10 A; 6,25 A; 2,5 A; 1,25 A
833. ≈ 31 Ω
834. ≈ 43 Ω; er vergrößert die Haltbarkeit des Kabels
835. ≈ 19 Ω
836. ≈ 7,45 Ω
837. ≈ 306 V; ≈ 292 V
838. ≈ 123 V
839. ≈ 3,7 mm²
840. ≈ 3,4 V; ≈ 3,2 V

31. Schaltung von Elementen zur Batterie

841. 5,4 V; 0,9 Ω
842. 1 A
843. 0,4 A
844. 2 A
845. 3,6 V; 0,2 V
846. Hintereinander; parallel
847. 0,75 A; 0,25 A
848. 0,075 A
849. ≈ 78%; ≈ 1,3 Ω
850. ≈ 2,5 V; 1,6 V; 0,9 V
851. 1,5 V; 0,5 V; 1 V; 1,5 V; 0; 50%; 75%
852. 1,7 V
853. 0,89 A; 0,11 A; 0,78 A; 0,8 A

32. Arbeit und Leistung des Stromes

854. 500 J
855. 2,5 W
856. 0,54 W
857. Die Lampe mit 60 W
858. ≈ 403 Ω
859. ≈ 13 Ω
860. 3mal so groß
861. ≈ 38 A; ≈ 22 A
862. ≈ 6 Ω
863. ≈ 740 A
864. 2400 A
865. 2,7 kW; 180 V
866. 90 kWh; 7,20 DM
867. 92%; ≈ 1,39 DM
868. ≈ 302 kWh
869. ≈ 6,5 kW; ≈ 30 A; ≈ 0,054 kWh; 0,004 DM
870. ≈ 25%
871. ≈ 1000 t
872. ≈ 3,6%; 311 t
873. Bei Gleichheit der Widerstände

33. Wärmewirkung des Stromes

877. 2 kcal
878. 14,4 kcal
879. 100 C
880. ≈ 3,5 A
881. ≈ 47,5 Ω
882. ≈ 555 W
883. ≈ 17 min
884. ≈ 49%
885. ≈ 0,01 DM
886. ≈ 57,5%
887. ≈ 10,5 A
888. 4 kW; 32 kWh; 2,56 DM
889. ≈ 2,8 m
890. ≈ 15 m; ≈ 406 W
891. ≈ 57 s
892. ≈ 8 min
893. ≈ 24,5 kcal

894. 8640 cal; die Hälfte
895. 0,5 kcal; 4,5 kcal
896. ≈ 3 W; ≈ 4 W
897. ≈ 14 min; ≈ 7 min; ≈ 28 min
898. 43,2 cal; 39,6 cal; 3,384 cal; 0,216 cal; 0,036 cal
899. 2 Ω
900. ≈ 10,4 kW; ≈ 47 PS; ≈ 22 kg

34. Strom in Elektrolyten

901. 6,6 g
902. ≈ 0,33 g
903. ≈ 0,32 mg · C^{-1}
904. ≈ 50 min
905. Das Amperemeter zeigt weniger als notwendig an
906. ≈ 37 W
907. 3 Ω
908. 306 g
909. ≈ 2,35 g
910. Im Stromkreis wirkt außer der EMK der Spannungsquelle E noch die Polarisationsspannung E_1; $I_1 < I$
911. Verschiedene Mengen
912. 178,2 mg; 89,1 mg; 59,4 mg
914. 16 · 10^{-20} C
915. 30 · 4 mg
916. 1,3 mg
917. ≈ 5,9 mg
918. ≈ 12,6 min
919. ≈ 1,9 m; 1 kWh · kg^{-1}
920. 0,02 mm
921. ≈ 11 μm
922. 72 · 10^3 C
923. 0,2 kWh
924. ≈ 16 Ah; ≈ 32 h
925. 1,032 kWh; ≈ 77,5%
926. ≈ 47%
927. 60 Ah; 3 A; 1 A; 20 h
928. 80 V; 76,5 V; 64,8 kcal; 180000 C

35. Strom in Gasen

930. Das Vorhandensein freier elektrischer Ladungsträger ist durch die hohe Temperatur gewährleistet
933. ≈ 555 kWh
934. Es vergrößert sich die freie Weglänge der ionisierten Teilchen
935. ≈ 30000 V · cm^{-1}
937. ≈ 57000 km · s^{-1}
938. ≈ 1,5 · 10^{-8} erg
939. Der Austritt der Elektronen aus der Katode in der Röhre A wird mit Hilfe der Gasionen erreicht. In der Röhre B findet eine Emission der Elektronen durch die glühende Katode statt
942. Im Stromkreis der Röhre fließt der Strom nur im Laufe einer Halbperiode

36. Magnetfeld

947. 10° westlich
948. 30 A · m^{-1}
949. 7,5 dyn
950. 512 A · m^{-1}
951. − 16,8 dyn
952. + 74,25 dyn
953. ≈ 1 cm
954. ≈ 4,5 p
955. 6 V · s · m^{-2}
956. 4 · 10^{-2} V · s
961. Parallele Leiter ziehen einander an

37. Elektromagnetische Induktion

965. Die Schwingungen der Membranen rufen eine Veränderung des Magnetfeldes hervor, und folglich ergibt sich in den Spulen des Telefons ein Strom.
967. Der Ausschlag des Amperemeters 1 wird größer als der des Amperemeters 2
968. 0,05 V
969. 0,05 V
970. 0,50 m · s^{-1}
971. 2 · 10^{-5} V
972. 0,005 V
973. 0; 0,01; 0,0157; 0,01; 0; − 0,01 V usw.
974. 64 Windungen
976. 0,2 A

38. Generatoren und Motoren

977. Zur Regulierung der EMK des Genera-
978. 137,2 V; 112 V [tors

979. 1,5 Ω
980. 180 V
981. 66 V; 54 V; 9 Ω; 81,8%
982. 24 A
983. 204,4 V
984. ≈ 77%
985. 90 V; 180 W; 1620 W; 9 A; 7,5 A; 1,5 A; 81%
986. 116
987. ≈ 125 A
988. ≈ 27 PS
989. Bei langsamer Umdrehung
990. Zum Schutz des Motors vor dem Durchbrennen seiner Wicklungen im Moment des Einschaltens
991. 55 A; 10 A
992. 70 V
993. ≈ 88,6%
994. 50 W
995. ≈ 89%
996. 192,5 V

39. Transformatoren

998. Ja, aber von geringer Stärke
999. 1. Die Selbstinduktionsspannung, die in der Spule entsteht, verringert die Stromstärke bedeutend
2. Nein
3. Nein
1000. Die Stromstärke wird im Primärkreis größer und im Sekundärkreis kleiner
1001. 80%
1002. 6 V
1003. 36 Windungen
1004. 500 V; 50 kW; ≈ 19%; 50 V; 0,5 kW; ≈ 99%
1005. ≈ 13,6 Ω
1006. 1400 V; 2120 V; 100mal so groß

40. Elektromagnetische Schwingungen und Wellen

1009. In den Zweig A schaltet man eine Selbstinduktionsspule ein und in den Zweig B einen Kondensator
1010. Ursachen sind atmosphärische Störungen oder Funken verschiedener Herkunft
1011. Im Röhrenempfänger wird nicht nur die von der Antenne aufgenommene Energie ausgenützt, sondern auch Energie von örtlichen Stromerzeugern, vom Netz oder einer Batterie
1012. 10^{-5} s; 10^{-6} s
1013. $57{,}8 \cdot 10^{-7}$ s; 173000 s^{-1}
1014. 10 cm
1015. ≈ 24,8 m; 2000 m
1016. Sie vergrößert sich
1017. $\approx 4{,}7 \cdot 10^{-6}$ s
1018. 1884 m
1019. Die Kurzwellen laufen zur leitenden Schicht der Atmosphäre und von dort zurück zur Erdoberfläche
1020. Um die Zeit zwischen der Abstrahlung und dem Empfang der von dem Ziel reflektierten Wellen zu messen

IV. Optik

41. Geradlinige Ausbreitung des Lichtes, Lichtgeschwindigkeit

1021. Bei 60 cm Entfernung vom Auge bis zum Lineal unter einem Winkel von ungefähr 6′
1022. ≈ 50 m
1023. ≈ 3000 km
1024. Es ist derselbe
1026. Ja. Die Entfernung von A bis C muß halb so groß sein wie die Entfernung von A bis B
1028. Die horizontale Ausbreitung der Kerzenflamme ist geringer als die vertikale
1030. 19,2 cm; 70% der ursprünglichen Höhe
1031. ≈ 6,3 m

1032. $l \cdot \cot \alpha$
1034. $\approx 1{,}5 \cdot 10^6$ km
1035. Lösung durch Konstruktion
1036. $\approx 30'$
1037. ≈ 9500 km
1039. Man erhält keine scharfen Schatten
1040. ≈ 8 min 20 s
1041. $\approx 2{,}5$ s
1042. $95 \cdot 10^{16}$ cm
1043. ≈ 9 Jahre
1044. $85 \cdot 10^{17}$ km

42. Fotometrie

1045. $4\pi \cdot$ lm
1046. 100 cd
1047. 9,68; 12,56; 14,75; 17,20; 18,50 (in lm $\cdot$ W^{-1})
1048. 104,7 lx
1050. 25 lx
1051. ≈ 160 lx
1052. ≈ 140 cm
1053. Die erste Lampe
1054. $E_\alpha = E_0 \cdot \sin^3 \alpha$ (E_0 ist die Beleuchtungsstärke senkrecht unter der Lampe)
1055. 80 lx
1056. ≈ 60 lx
1057. Die Belichtungszeit muß auf 12,5 s verlängert werden
1058. ≈ 125 lx
1059. $\approx 10^5$ lx
1060. ≈ 7mal so groß
1061. Ja; in 10 cm Entfernung von der Lampe
1062. 16 cd
1063. ≈ 40 cd; 80 lx
1064. In 100 cm Entfernung von der ersten Lampe

43. Reflexion und Brechung des Lichtes

1067. Unter einem Winkel von 45° zur Waagerechten
1068. Unter einem Winkel von 45° zur Waagerechten
1072. Lösung durch Konstruktion
1073. Um den Winkel 2α
1074. Unter einem Winkel von 24° zur Tischplatte
1076. Halb so groß wie der Mensch. Der untere Rand muß sich in halber Höhe des Menschen befinden
1077. Der obere Spiegel! Der untere kann kleiner sein; das Gesichtsfeld verkleinert sich mit Vergrößerung der Höhe
1078. $\approx 6°$; 2 cm
1079. 1,51
1080. 1,33
1081. 26° 43′
1082. 22°
1083. Unter einem größeren Winkel, $\approx 34°$
1084. 50° 24′
1085. 3° 47′ und 28° 27′
1086. 7° 51′; 34° 42′; 90°
1088. Siehe Aufgabe 1087! Ist der Einfallwinkel größer, so werden die Lichtstrahlen stärker gebrochen
1089. Für einen kleinen Einfallwinkel ist eine Konstruktion anzufertigen. Das Verhältnis der Sinus- und Tangenswerte ist dem Verhältnis der Winkel gleichzusetzen
1091. Wenn die Brechzahl n des Leimes gleich der Brechzahl n des Glases ist
1093. Siehe Aufgabe 1092!
1094. $c = \frac{c_0}{n}$; 225000 km/s; 200000 km/s
1095. $\approx 53°$
1096. Siehe Aufgabe 1087!
1097. ≈ 3 cm
1099. 46° 12′
1100. Infolge der sehr kleinen Winkel kann man das Verhältnis der Sinuswerte dem Verhältnis der Winkel gleichsetzen. Die Ablenkung beträgt 1° 30′
1103. Siehe Aufgabe 1102!
1104. 48° 45′ und 24° 37′
1105. Lösung durch Konstruktion. Siehe Aufgabe 1092!
1106. Lösung durch Konstruktion. Siehe Aufgabe 1092!
1107. Der Lichtstrahl wird 2mal gebrochen, und 1mal erfährt er eine totale innere Reflexion

1108. Bei einem beliebigen Einfallwinkel auf der einen Fläche ist der Einfallwinkel auf der anderen Fläche stets größer als der Grenzwinkel
1109. Siehe Aufgabe 1108!
1110. Nein
1112. Nein
1114. Lösung durch Konstruktion
1115. Ursache ist eine totale innere Reflexion
1116. Bei jedem Übergang des Lichtes von Eis in Luft oder umgekehrt wird ein Teil des Lichtes reflektiert
1118. Wenn der Gegenstand von einem Stoff umgeben ist, der die gleiche Brechzahl hat
1119. Die Brechzahl eines Diamanten ist bedeutend größer als bei Glas, und ein großer Teil der in den Diamanten eintretenden Strahlen erfährt in ihm eine innere Totalreflexion

44. Sphärische Spiegel und Linsen

1120. Damit das Licht auf das Präparat hin gesammelt wird
1121. Siehe Aufgabe 1120! Die Öffnung gibt die Möglichkeit, in Richtung der reflektierten Strahlen zu blicken
1122. Konvexe Spiegel zerstreuen das Licht nach allen Seiten und erscheinen so von jedem beliebigen Ort aus glänzend
1123. 15 cm
1124. 26 cm
1125. $b = {}^3/_4\, r$; ein reelles Bild
1126. $b = 4 \cdot f$; ein reelles Bild
1127. $b = -f$; ein scheinbares Bild
1128. $b = 8$ cm
1129. $b = 60$ cm; 15 cm; $g = 90$ cm
1130. $b = {}^3/_2\, f$; ein reelles Bild; halb so groß
1131. 12,5 cm; 7,5 cm
1133. Durch Konstruktion läßt es sich auf Grund der Ähnlichkeit der Dreiecke zeigen
1134. 400 lx; 4000000mal so groß
1135. Nein
1137. +0,5 dpt; +4 dpt; +5 dpt; +8 dpt; $\approx -4{,}5$ dpt; -20 dpt
1138. 33,3 cm; 10 cm; 133,3 cm; -8 cm
1139. 12 cm
1140. 24 cm
1141. 48 cm
1142. $r = 12$ cm
1144. Für $r_1 = r_2$ und $n = 1{,}5$
1145. 14 cm
1146. 9 cm und 13,5 cm
1147. +6 cm und -12 cm
1148. 26 cm
1152. 23,5 cm
1153. -64 cm
1154. $4f$. Experimentell zu finden
1157. $c = 36$ cm; $H = 12$ cm
1158. $c = 9$ cm; $H = 3$ cm
1160. $c = 40$ cm; $H = 13{,}3$ cm
1161. $b = \dfrac{n \cdot f}{n - 1}$
1162. 16 cm
1163. 20 cm; 5 dpt
1165. $\dfrac{f}{g - f}$
1166. $\dfrac{1}{n - 1}$
1167. $\dfrac{V + 1}{V}$
1168. V ist für $g = \infty$ $(2f, f, 0)$ zu bestimmen
1169. 39fache Vergrößerung
1170. 28,6 cm
1171. 325 cm
1173. +6 dpt + 3 dpt
1174. $\dfrac{l^2 - s^2}{4l}$
1175. Siehe Aufgabe 1173!
1176. Durch Konstruktion läßt es sich auf Grund der Ähnlichkeit der Dreiecke zeigen
1177. $f_2 = 2{,}25$ cm
1178. Man erhält kein Bild. Die Strahlen laufen nach der zweiten Linse parallel zueinander
1179. In 11 cm Entfernung von der ersten Linse
1180. In 10 cm Entfernung von der ersten Linse

45. Das Auge, Optische Geräte

1181. $\approx 1'$

1182. $\frac{d}{3000}$

1183. Die Belichtungszeit muß auf das n^2-fache verlängert werden

1184. 315 cm und 15,75 cm

1185. 37,5 cm und 25 cm

1187. $\approx$ 1,65mal so groß

1188. $\approx$ 160fache Vergrößerung

1189. $\frac{s_0 \cdot f}{s_0 + f}$; $\frac{s_0}{f} + 1$

1190. $\frac{s_0}{f}$

1191. Siehe Aufgabe 1189!
$f = 50$ mm und $g = 41{,}7$ mm

1193. Beim Prismenfernglas sind Gesichtsfeld und Lichtstärke größer und das Bild ist plastischer. Vor dem Okular erhält man ein reales Bild, das ausgemessen werden kann

1194. 60fache Vergrößerung

1195. Siehe Aufgabe 1194!

1196. Es ist eine Konstruktion anzufertigen. Das Objektiv des Fernrohres hat eine große Brennweite, das Okular eine geringe. Der Durchmesser des Strahlenbündels ist beim Austritt aus dem Okular viel schmaler als der des breiten Strahlenbündels, das ins Objektiv eintritt

1198. Okularvergrößerung ≈ 13, Objektivvergrößerung ≈ 19, Gesamtvergrößerung ≈ 250

1199. Siehe Aufgabe 1189! $f_2 \approx 80$ mm, $f_1 \approx 10$ mm; Entfernung des Präparates vom Objektiv beträgt 12 mm

46. Wellennatur des Lichtes

1200. $\approx 0{,}4$ µm; dunkelviolett

1201. $\approx 4 \cdot 10^{14}$ Hz

1202. 0,443 µm

1203. 512 nm

1204. $\approx$ 13000, 17000 und 25000

1205. Die Lichtempfindung hängt von der Frequenz und nicht von der Wellenlänge ab

1207. Wenn der Gangunterschied
$S_1M - S_2M = 2n\frac{\lambda}{2}$ bzw.
$S_1M - S_2M = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$ beträgt

1208. Bei violettem Licht liegen die Streifen höher beieinander

1211. Das ist unmöglich, da die beiden Lichtquellen kein kohärentes Licht aussenden

1212. Die Lichtwellen, die von den Spiegeln *I* und *II* reflektiert werden, treffen mit einer gewissen Phasendifferenz auf verschiedene Punkte des Schirmes *PP* auf. Siehe Aufgaben 1206 und 1207!

1213. 0,47 µm

1214. Es sind Stellen der Interferenz des Lichtes. Das Seifenwasser fließt ständig in den unteren Teil des Häutchens ab. Deshalb ändert sich die Dicke des Häutchens

1215. Durch die Interferenz des Lichtes

1216. Die Dicke des Häutchens an den Stellen mit Gelbfärbung ist ungefähr 0,15 µm, an denen mit Blaufärbung ist sie fast doppelt so groß. Dieselben Farben können auch an den Stellen beobachtet werden, wo die Dicke des Häutchens ein Vielfaches dieser Werte beträgt

1217. Auf der Glasoberfläche bildet sich eine dünne Schicht eines Glases mit anderer Zusammensetzung. Es entstehen „Farben dünner Plättchen"

1218. 5 m

1219. $\approx 0{,}67$ µm

1220. Die Wellenlänge des Lichtes im Wasser ist kleiner als in Luft

1221. Siehe Nr. 1220! Die Lichtgeschwindigkeit in Luft und Wasser ist dem Quadrat der Radien der Ringe gleicher Ordnung proportional

1222. $\approx 0{,}59$ µm

1223. $\approx 0{,}016$ mm

1224. 0,4 µm und 0,75 µm

1225. 40 cm und 80 cm

1226. 0,572 µm; 0,609 µm; 0,590 µm; 0,673 µm; 0,646 µm; 0,680 µm

1227. Die Kreise sind eine Beugungserscheinung

1228 bis 1230.
Lösung durch Konstruktion

47. Spektren und Körperfarben

1233. Die Brechzahlen verschiedenfarbigen Lichtes sind für ein und denselben Stoff nicht gleich

1235. Siehe Tab. 21!

1236. Man ersetzt die gegebenen Elektroden durch Elektroden aus einem anderen Metall. Die „Luft"linien verändern sich dadurch nicht, aber die Linien des zu untersuchenden Stoffes verschwinden, und andere erscheinen dafür

1237. Alle Strahlen des sichtbaren Lichtes werden absorbiert

1239. Die Temperatur des Bogens ist höher als die Temperatur der Petroleumflamme, aber niedriger als die der Sonne

1240. Das Absorptionsspektrum von Chlorophyll enthält charakteristische Linien, die man in den Spektren der anorganischen Farbstoffe nicht vorfindet

1242. Durch Mischung von rotem und grünem Licht ist es möglich

1245. Karmesinrotes und gelbes Filter ergeben rotes Licht, blaues und gelbes Filter erzeugen grünes, hellblaues und karmesinrotes Filter ergeben violettes Licht. Alle drei Filter zusammen ergeben Schwarz

1246. Der fein zerkleinerte, durchsichtige Stoff zerstreut das auf ihn fallende Licht stark; dadurch dringt das Licht nicht so tief in den zerkleinerten Stoff ein und wird deshalb auch nur wenig absorbiert

48. Licht und Energie

1247. $\approx 10^4$ kW

1248. $\approx 18 \cdot 10^{13}$ kW

1249. $\approx 4 \cdot 10^{23}$ kW

1250. $\approx 47 \cdot 10^{-6}$ dyn $\cdot$ cm^{-2}

1251. $\approx 15 \cdot 10^{-17}$ dyn; $0{,}09 \cdot 10^{-17}$ dyn; Das Teilchen entfernt sich von der Sonne

1252. Der schwarze Körper ergibt tatsächlich kein Bild. Auf dem Negativ entsteht auf der ihm entsprechenden Stelle ein weißer Fleck und folglich auf dem Positiv ein schwarzer. Die Katze ist physikalisch gesehen nicht schwarz

49. Bau der Atome

1253. $1{,}6 \cdot 10^{-12}$ erg; $3{,}84 \cdot 10^{-20}$ cal

1254. $\approx 3{,}98 \cdot 10^{-12}$ erg

1255. $\approx 3{,}37 \cdot 10^{-12}$ erg

1256. $\approx 2 \cdot 10^{-7}$ cm; zum ultravioletten Teil des Spektrums

1257. $7p + 7n$; $19p + 20n$; $83p + 126n$

1258. $_{3}^{7}\mathrm{Li}$ hat ein Neutron mehr als $_{3}^{6}\mathrm{Li}$

1259. Das Atomgewicht verringert sich in jedem Fall um 1, und die Ordnungszahl verringert sich im ersten Fall um 1, im zweiten Fall bleibt sie unverändert

1260. $_{7}^{14}\mathrm{N} + {}_{2}^{4}\mathrm{He} \rightarrow {}_{1}^{1}\mathrm{H} + {}_{8}^{17}\mathrm{O}$

1261. $_{4}^{9}\mathrm{Be} + {}_{2}^{4}\mathrm{He} \rightarrow {}_{0}^{1}\mathrm{n} + {}_{6}^{12}\mathrm{C}$

1262. Nach der Theorie Iwanenkos über den β-Zerfall verwandelt sich eines der Neutronen im Kern des radioaktiven Stoffes in ein Proton und ein Elektron. Das letztere wird dabei abgestrahlt

V. Tabellen physikalischer Größen

Tabelle 1. *Dichte fester Stoffe*
(in $g \cdot cm^{-3}$ oder $kg \cdot dm^{-3}$ oder $t \cdot m^{-3}$)

Diamant	3,5	Ziegelstein	1,8	Kork	0,2
Aluminium	2,7	Messing	8,5	Blei	11,4
Anthrazit	1,5	Eis	0,9	Silber	10,5
Birkenholz (trocken)	0,7	Kupfer	8,9	Kiefer (trocken)	0,5
Beton (Mittelwert)	2,2	Kreide	2,4	Stahl	7,9
Wolfram	19,0	Marmor	2,7	Flaschenglas	2,7
Graphit	2,1	Nickelin	8,8	Fensterglas	2,5
Granit	2,6	Nickel	8,8	Porzellan	2,3
Eiche (trocken)	0,8	Zinn	7,3	Zement	1,4
Fichte (trocken)	0,6	Paraffin	0,9	Zink	7,1
Eisen	7,8	Sand (trocken)	1,5	Roheisen	7,0
Gold	19,3	Platin	21,5	Hartgummi	1,8
Steinkohle	1,3	Kochsalz	2,1		

Tabelle 2. *Dichte flüssiger Stoffe*
(in $g \cdot cm^{-3}$ oder $kg \cdot dm^{-3}$ oder $t \cdot m^{-3}$)

Benzin	0,70	Olivenöl	0,92	Schwefelsäure	
Wasser (4 °C)	1,00	Erdöl	0,76	(konzentriert)	1,84
Meerwasser	1,03	Kupfersulfatlösung		Terpentin	0,86
Glyzerin	1,25	(gesättigt)	1,15	Spiritus	0,80
Petroleum	0,80	Quecksilber (0 °C)	13,60	Äther	0,72

Tabelle 3. *Dichte von Gasen*
(in g/cm^3 bei 0 °C und 760 Torr)

Stickstoff	0,00125	Wasserstoff	0,00009	Neon	0,00090
Ammoniak	0,00077	Helium	0,00018	Kohlendioxyd	0,00198
Azetylen	0,00117	Sauerstoff	0,00143	Chlor	0,00321
Luft	0,00129				

Tabelle 4. *Elastizitätsmodul*
(in $kp \cdot mm^{-2}$)

Aluminium	7000	Blei	1700
Eisen	21000	Stahl	22000
Messing	10000	Roheisen	10000
Kupfer	12000		

Tabelle 5. *Oberflächenspannung der Flüssigkeiten*

(in dyn/cm bei 20 °C)

Wasser	72,5	Petroleum	24	Spiritus	22
Seifenlösung	40	Quecksilber	470	Äther	17

Tabelle 6. *Linearer Ausdehnungskoeffizient fester Körper*

(in grd^{-1})

Aluminium	0,000024	Messing	0,000019	Silber	0,000019
Wolfram	0,000004	Kupfer	0,000017	Stahl	0,000011
Eisen	0,000012	Zinn	0,000027	Glas	0,000009
Gold	0,000014	Platin	0,000009	Zement	0,000014
Invar[1])	0,0000015	Platinit[2])	0,000009	Zink	0,000029
Quarz (geschm.)	0,0000004	Blei	0,000029	Roheisen	0,000010

[1]) Nickelstahl, der 36,1% Nickel, 0,39% Kohlenstoff und 0,39% Mangan enthält.
[2]) Eisen-Nickel-Legierung (58% Eisen, 42% Nickel).

Tabelle 7. *Kubischer Ausdehnungskoeffizient von Flüssigkeiten*

(in grd^{-1})

Wasser		Petroleum	0,0010	Schwefelsäure	0,00056
(Mittelwert)	0,00018	Erdöl	0,0010	Terpentin	0,00067
Glyzerin	0,0005	Quecksilber	0,00018	Spiritus	0,0011

Tabelle 8. *Spezifische Wärme*

(in $cal \cdot g^{-1} \cdot grd^{-1}$)

Aluminium	0,22	Eis	0,50	Terpentin	0,42
Wasser	1,00	Kupfer	0,09	Spiritus	0,58
Glyzerin	0,58	Nickel	0,11	Stahl	0,11
Holz	0,65	Zinn	0,06	Glas	0,20
Eisen, rein	0,11	Sand	0,23	Zement	0,19
Gold	0,03	Platin	0,03	Zink	0,09
Petroleum	0,51	Quecksilber	0,03	Roheisen	0,13
Ziegelstein	0,22	Blei	0,03	Äther	0,56
Messing	0,09	Silber	0,06		

Tabelle 9. *Spezifische Wärme der Gase*

(bei konstantem Druck in $cal \cdot g^{-1} \cdot grd^{-1}$)

Stickstoff	0,25	Luft	0,24	Sauerstoff	0,22
Wasserstoff	3,41	Helium	1,25	Kohlendioxyd	0,20
Wasserdampf	0,47				

Tabelle 10. *Heizwert*

(in cal/g oder kcal/kg)

Benzin	11000	Steinkohle	7000	Schießpulver	900
Braunkohle	4000	Petroleum	11000	Spiritus	7000
Holz	3000	Erdöl	11000	Torf	3500
Holzkohle	8000				

Tabelle 11. *Schmelz- und Erstarrungspunkt*

(in °C)

Aluminium	658	Kupfer	1083	Silber	960
Wasser	0	Naphthalin	80	Terpentin	− 10
Meerwasser	− 2,5	Zinn	232	Spiritus	− 114
Wolfram	3370	Platin	1764	Stahl	1400
Glyzerin	− 19	Kochsalzlösung		Zink	419
Eisen	1520	(gesättigt)	− 18	Roheisen	1150
Gold	1064	Quecksilber	− 39	Äther	− 123
Eis	0	Blei	327		

Tabelle 12. *Schmelzwärme*

(in $cal \cdot g^{-1}$ oder $kcal \cdot kg^{-1}$)

Aluminium	92	Naphthalin	36	Silber	24
Stahl	49	Zinn	14	Zink	27
Gold	16	Platin	27	Grauguß	23
Eis	80	Quecksilber	3		
Kupfer	42	Blei	6		

Tabelle 13. *Siedetemperatur*

(in °C bei normalem Druck)

Aluminium	1800	Glyzerin	290	Quecksilber	357
Stickstoff (flüssig)	− 196	Eisen	2450	Blei	1600
Ammoniak (flüssig)	− 33,5	Gold	2600	Terpentin	160
Wasser	100	Sauerstoff (flüssig)	− 183	Spiritus	78
Wasserstoff (flüssig)	− 253	Kupfer	2300	Chlor (flüssig)	− 35
Luft (flüssig)	− 193	Naphthalin	218	Zink	906
Helium (flüssig)	− 269	Zinn	2300	Äther	35

Tabelle 14. *Verdampfungswärme*

(in $cal \cdot g^{-1}$ oder $kcal \cdot kg^{-1}$)

Wasser	539	Terpentin	70	Äther	89
Quecksilber	68	Spiritus	216		

Tabelle 15. *Temperatur, Dampfspannung und Masse des gesättigten Wasserdampfes*

Temperatur (in °C)	Dampfspannung (in Torr)	Masse (in g/m³)	Temperatur (in °C)	Dampfspannung (in Torr)	Masse (in g/m³)
−10	1,95	2,14	10	9,2	9,4
− 9	2,13	2,33	11	9,8	10,0
− 8	2,32	2,54	12	10,5	10,7
− 7	2,53	2,76	13	11,2	11,4
− 6	2,76	2,99	14	12,0	12,1
− 5	3,01	3,24	15	12,8	12,8
− 4	3,28	3,51	16	13,6	13,6
− 3	3,57	3,81	17	14,5	14,5
− 2	3,88	4,13	18	15,5	15,4
− 1	4,22	4,47	19	16,5	16,3
0	4,58	4,84	20	17,5	17,3
1	4,9	5,2	21	18,7	18,3
2	5,3	5,6	22	19,8	19,4
3	5,7	6,0	23	21,1	20,6
4	6,1	6,4	24	22,4	21,8
5	6,6	6,8	25	23,8	23,0
6	7,0	7,3	26	25,2	24,4
7	7,5	7,8	27	26,7	25,8
8	8,0	8,3	28	28,4	27,2
9	8,6	8,8	29	30,0	28,7

Tabelle 16. *Dielektrizitätskonstanten einiger Stoffe*

Wasser	81	Glimmer	2
Petroleum	2,1	Glas	7
Paraffin	2	Hartgummi	3

Tabelle 17. *Spezifischer Widerstand*
(in $\Omega \cdot mm^2 \cdot m^{-1}$)

Aluminium	0,029	Zink	0,060
Wolfram	0,056	Konstantan	0,50
Eisen	0,12	Manganin	0,43
Kupfer	0,017	Nickelin	0,40
Platin	0,10	Chromnickel	1,10
Quecksilber	0,95	Schwefelsäure (10%)	26000
Blei	0,21	Kochsalzlösung (10%)	83000
Silber	0,016	Kupfersulfatlösung (10%)	315000
Stahl	0,15		

Tabelle 18. *Elektrochemische Äquivalente*
(in $mg \cdot C^{-1}$)

Aluminium (3wertig)	0,093	Kupfer (1wertig)	0,66
Wasserstoff (1wertig)	0,01044	Kupfer (2wertig)	0,33
Eisen (2wertig)	0,29	Nickel (3wertig)	0,30
Eisen (3wertig)	0,19	Silber (1wertig)	1,118
Gold (3wertig)	0,68	Chlor (1wertig)	0,367
Sauerstoff (2wertig)	0,0829	Zink (2wertig)	0,34

Tabelle 19. *Brechzahlen*

Diamant	2,42	Eis	1,31
Wasser	1,33	Schwefelkohlenstoff	1,63
Luft	1,00029	Spiritus	1,36
Steinsalz	1,54	Flintglas (schwer)	1,8
Quarz	1,54	Kronglas (leicht)	1,5

Tabelle 20. *Brechzahlen des Wassers und des Glases für farbiges Licht verschiedener Wellenlängen*

Spektrallinien	A	B	D	F	H
Wellenlängen in nm	759	687	589	486	397
Wasser	1,329	1,331	1,333	1,337	1,344
Glas (Kronglas)	1,510	1,512	1,515	1,521	1,532
Glas (Flintglas)	1,735	1,741	1,752	1,772	1,811

Tabelle 21. *Wellenlängen der wichtigsten Spektrallinien*
(in nm)

Kalium, rot	768	Wasserstoff, blaugrün	486
Lithium, rot	671	Strontium, blau	461
Wasserstoff, rot	656	Wasserstoff, blau	433
Natrium, gelb	589	Kalzium, violett	444
Silber, grün	546	Wasserstoff, violett	410
Kalium, grün	536	Kalium, violett	405
Silber, grün	521		