

# Inhaltsverzeichnis.

## I. Aus der Mechanik.

	Seite
A. Geradlinige Bewegung eines Massenpunktes . . . . .	1
1. Geschwindigkeit, Beschleunigung, Newtons Grundgesetz . . . . .	1
2. Die Kraft ist eine Funktion des Ortes allein. . . . .	3
3. Der Energiesatz . . . . .	6
4. Ein Molekülmodell. . . . .	8
5. Bewegung mit Reibung . . . . .	10
6. Die Kraft hängt explizit von der Zeit ab . . . . .	14
a) Elastische Bindung mit periodischer Kraft . . . . .	15
b) Elastische Bindung mit Stoßkraft . . . . .	16
c) Die Kraft ist eine beliebige Zeitfunktion . . . . .	17
d) Die mittlere Leistung der erregenden Kraft . . . . .	21
e) Eine optische Anwendung . . . . .	21
B. Ein Massenpunkt im Raum . . . . .	22
1. Polarkoordinaten, Skalarprodukt, Bewegungsgleichung . . . . .	22
2. Der Energiesatz . . . . .	25
3. Drehimpuls und Flächengeschwindigkeit . . . . .	28
4. Die Planetenbahn . . . . .	32
I. Ellipsenbahn . . . . .	34
II. Hyperbelbahn bei anziehender Kraft . . . . .	34
III. Hyperbelbahn bei abstoßender Kraft . . . . .	35
5. Rutherfords Streuformel und Bohrs Quantenbedingung . . . . .	35
6. Zusammenfassung in Vektorform . . . . .	38
C. Der Übergang zur Elektrostatik . . . . .	40
D. Mechanik von vielen Massenpunkten . . . . .	46
1. Zwei Massenpunkte . . . . .	47
2. Impuls, Drehimpuls und Energie . . . . .	48
3. Der starre Körper . . . . .	52
a) Die Drehung um eine feste Achse . . . . .	52
b) Die rollende Kugel auf der schießen Ebene . . . . .	55
c) Das physikalische Pendel . . . . .	55
d) Das Reifenpendel . . . . .	56
e) Drehgeschwindigkeit und Drehimpuls bei allgemeiner Bewegung des starren Körpers . . . . .	57

## II. Schwingungen und Wellen.

A. Lineare Schwingungen einer Kette . . . . .	59
1. Die Problemstellung . . . . .	59
2. Die Fälle $n = 2$ und $n = 3$ . . . . .	60
3. Nochmals der Fall $n = 3$ . . . . .	62
4. Eigenwerte und Eigenvektoren einer symmetrischen Matrix . . . . .	66
5. Die quadratische Form . . . . .	68
6. Die Eigenvektoren als orthogonale Matrix . . . . .	69
7. Die $n$ -gliedrige Kette . . . . .	71
B. Längsschwingungen eines Stabes . . . . .	76
1. Der Stab als Kontinuum . . . . .	76
2. Der Stab als Grenzfall der Kette . . . . .	79

	Seite
3. Der Energiesatz . . . . .	80
4. Zwei Arten der Beschreibung des Kontinuums . . . . .	82
5. Die Wellenbewegung . . . . .	85
<b>III. Aus der Wärmelehre.</b>	
Einführung . . . . .	87
1. Der Temperaturbegriff . . . . .	87
2. Einteilung der Wärmelehre . . . . .	88
A Die Wärme als Stoff (Wärmeleitung) . . . . .	90
1. Herleitung der Wärmeleitungsgleichung . . . . .	90
2. Lösungsmethoden . . . . .	93
a) Die Fourier-Entwicklung . . . . .	93
b) Die quellenmäßige Darstellung . . . . .	97
B Thermodynamik . . . . .	100
1. Zustand und Zustandsgleichung . . . . .	100
2. Der erste Hauptsatz . . . . .	103
a) Formulierung . . . . .	103
b) Spezielle Zustandsänderungen . . . . .	105
c) Die Entropie des idealen Gases . . . . .	107
3. Der zweite Hauptsatz . . . . .	108
a) Das Prinzip der Carnotschen Warmekraftmaschine . . . . .	108
b) Die physikalischen Aussagen des zweiten Hauptsatzes . . . . .	110
4. Einige Kreisprozesse . . . . .	112
a) Thermokraft und Peltier-Effekt . . . . .	112
b) Die Verdampfung . . . . .	114
c) Wärmestrahlung und Stephan-Boltzmannsches Gesetz . . . . .	116
C Kinetische Gastheorie . . . . .	117
1. Zustandsgleichung idealer Gase . . . . .	118
2. Die Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung . . . . .	124
3. Boltzmanns Begründung der Maxwellschen Geschwindigkeitsverteilung . . . . .	128
a) Der einzelne Zusammenstoß . . . . .	128
b) Der Stoßzahlenansatz . . . . .	129
c) Die Berechnung von $A$ und $B$ . . . . .	131
d) Die Geschwindigkeitsverteilung . . . . .	131
e) Boltzmanns H-Theorem . . . . .	132
f) Das Vorzeichen der Zeit . . . . .	133
4. Schwankungerscheinungen . . . . .	134
a) Die quadratische Streuung . . . . .	134
b) Dichteschwankungen des idealen Gases . . . . .	135
c) Energieschwankungen eines Gases der Temperatur $T$ . . . . .	136
5. Die barometrische Höhenformel . . . . .	137
a) Herleitung nach den Gesetzen der Mechanik . . . . .	137
b) Höhenformel und kinetische Gastheorie . . . . .	139
c) Höhenformel und Thermodynamik . . . . .	140
d) Höhenformel und Diffusion . . . . .	141
6. Diffusion und Brownsche Bewegung . . . . .	143
a) Diffusion . . . . .	143
b) Brownsche Bewegung . . . . .	144
c) Ein schematisches Modell . . . . .	144
<b>IV. Mathematische Erinnerungen und Beispiele.</b>	
A Aus der Analysis . . . . .	146
1. Kurvendiskussionen . . . . .	146
2. Die Funktionen $e^x$ , $\sin x$ . . . . .	148
3. Komplexe Zahlen . . . . .	151
4. Drehung eines ebenen Koordinatensystems. Coriolis- und Zentrifugalkraft . . . . .	154
5. Weitere Kurvendiskussionen . . . . .	155
6. Die Stirlingsche Formel . . . . .	158

	Inhaltsverzeichnis.	VII
		Seite
<b>B. Aus der Vektorrechnung</b>		160
1. Vektoralgebra		160
2. Vektoranalysis		162
Linienintegral und Fluß		162
Divergenz		163
Gradient		164
Rotation		165
3. Vektoren und Tensoren in der Algebra		166
Orthogonale Transformation		167
Antisymmetrische Tensoren		168
Symmetrische Tensoren		169
<b>Sachverzeichnis</b>		171