

Leitfaden und Aufgabensammlung

für den Unterricht

in der

angewandten Mechanik.

Von

A. Löppl.

I.



Leitfaden

und

Aufgabensammlung für den Unterricht

in der

angewandten Mechanik.

Von

A. Föppl,

Ing., Dr. phil.,
Oberlehrer a. d. k. k. techn. Hochschule in Leipzig.

Erstes Heft.



Leipzig,

Druck und Verlag von B. G. Teubner.

1890.



Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Erster Abschnitt. Mechanik des materiellen Punktes. I.	1—40
Erstes Kapitel. Bewegungslehre des materiellen Punktes	1—14
Gleichförmige Bewegung	2
Geschwindigkeitsdiagramm.	5
Formeln für die gleichförmig veränderte Bewegung.	9
Relative Bewegung	11
Graphische Summe	13
Zweites Kapitel. Die Kräfte und deren Zusammensetzung.	14—29
Trägheit	14
Aktion und Reaktion	15
Einteilung der Kräfte	16
Kräfteinheit	20
Masse	21
Parallelogramm der Kräfte	24
Erster Hauptsatz	27
Drittes Kapitel. Projektionen, Momente und Arbeiten der Kräfte.	29—40
Zweiter Hauptsatz	30
Dritter Hauptsatz	34
Arbeitsdiagramm	37
Vierter Hauptsatz	39
Zweiter Abschnitt. Mechanik der starren Körper. I.	40—62
Erstes Kapitel. Die vier Hauptsätze für starre Körper.	40—53
Pol und Polbahnen	42
Resultierende am starren Körper	44
Zwei Kräfte von entgegengesetzter Richtung und Größe	49
Zweites Kapitel. Zusammensetzung und Zerlegung der Kräfte an starren Körpern	53—58
Verschiebung des Angriffspunktes	54
Parallele Kräfte, Seilpolygon	55
Kräftepaare	56
Drittes Kapitel. Mittelpunkt paralleler Kräfte	58—62
Guldin'sche Regel	62

	Seite
Dritter Abschnitt. Die Maschinen.	63—101
Erstes Kapitel. Kinematik der Maschinen	63—67
Niedere Elementenpaare	64
Paar schluß und Kraftschluß.	66
Zweites Kapitel. Die mechanischen Potenzen.	67—85
Hebel und Wellrad	68
Reibung.	69
Feste Rolle	73
Loose Rolle.	74
Keil	77
Schraube	79
Drittes Kapitel. Zusammengesetzte Maschinen.	85—101
Hebelverbindungen	85
Gleicharmige Waage	86
Dezimalwaage.	88
Kniehebel	89
Wellradverbindungen	91
Winde	97
Flaschenzug	99
Bremsdynamometer	100
Vierter Abschnitt. Die Festigkeitslehre.	101—139
Erstes Kapitel. Allgemeine Gesetze der Elastizität und Festigkeit	101—108
Elastizitätsgesetz	104
Festigkeitsdiagramm	106
Zweites Kapitel. Zug-, Druck- und Schubfestigkeit	108—119
Centrische Belastung	109
Röhren unter innerem Druck	110
Stangenkopf	112
Exzentrische Belastung.	116
Navier'sche Regel	116
Druck im Mauerkörper	118
Drittes Kapitel. Biegungsfestigkeit	119—133
Formel für rechteckigen Querschnitt	122
Schubspannungen.	125
Allgemeine Formel	128
Seilpolygon als Momentenfläche	132
Viertes Kapitel. Torsions- und Knickfestigkeit	134—139
Allgemeine Formel für Torsion.	135
Euler'sche Formel.	138
Tabellen. a) Spezifische Gewichte, b) Reibungscoefficienten, c) Festigkeitscoefficienten	139—140

Erster Abschnitt.

Mechanik des materiellen Punktes. I.

Erstes Kapitel.

Bewegungslehre des materiellen Punktes.

1. Begriff des materiellen Punktes. Unter dem materiellen Punkte (abgekürzt: mat. P.) versteht man in der Mechanik dasjenige, was man in der Chemie Atom oder Molekül nennt: den möglichst kleinen, nicht weiter teilbaren (daher der Name Atom) Teil der Materie. Man kann auch sagen: Ein mat. P. ist ein geometrischer Punkt, der mit Materie behaftet ist. — Materie ist das, was die Körper aufbaut und braucht nicht weiter erklärt zu werden. Von der chemischen Beschaffenheit der Materie wird in der Folge ganz abgesehen. — Aus der Art, wie sich die benachbarten mat. P. eines Körpers gegeneinander verhalten, folgen die physikalischen Eigenschaften des Körpers (Aggregatzustand, Festigkeit, Elastizität u. s. w.).

2. Absolute Bewegung des mat. P. Bleibt ein mat. P. fortwährend an demselben Orte des Raumes, so befindet er sich im Zustande der Ruhe; wechselt er den Ort, so ist er in Bewegung, er bewegt sich. Aus der Erfahrung (a posteriori) und auch durch Nachdenken allein (a priori) erkennt man, daß diese Bewegung nur kontinuierlich (zusammenhängend) sein kann, d. h. der mat. P. kann von einem Punkte des Raumes zu einem beliebigen anderen nur dadurch gelangen, daß er eine Reihe stetig aufeinander folgender Zwischenlagen durchläuft. Auch bedarf er stets zum Durchlaufen dieser Zwischenreihe, welche die Bahn des mat. P. genannt wird, einen gewissen, wenn auch noch so kleinen Zeitaufwand.

b) Reibungscoefficienten für gleitende Reibung.

Bronze auf Bronze	0,20
Guß Eisen auf Gußeisen oder Bronze, wenig gefettet	0,15
Schmiedeeisen auf Schmiedeeisen, trocken	0,44
„ „ „ „ wenig gefettet, Reibung der	
Ruhe	0,19
Guß Eisen auf Eiche, naß, Reibung der Ruhe	0,65
„ „ „ „ mit Seife, Bewegung	0,19
Eiche auf Eiche, „ mit Seife	0,16
„ „ „ „ trocken, Reibung der Ruhe	0,54—0,62
Hanfseil auf Eiche, Ruhe	0,80
„ „ „ „ Bewegung	0,52
Lederriemen auf Gußeisen, Ruhe	0,28
Schmiedeeisen auf Muschelstall, Ruhe	0,42
Zapfenreibung bei ununterbrochener Schmierung	0,045—0,051

c) Festigkeitscoefficienten bezogen auf kgr pro qcm.

Material.	Bruchbelastung.			Elastizitätsmodul.		Elastizitäts- grenze für Zug und Druck.
	Zug.	Druck.	Schub.	Zug u. Druck.	Schub.	
Stabeisen	3800	3500	3500	2 000 000	750 000	1400
Eisen Draht	5600	—	—	2 000 000	750 000	—
Gußeisen	1250	7500	2000	1 000 000	375 000	900
Gußstahl	6000—10 000	—	—	2 500 000	900 000	3000—6500
Kupferblech	2100	4100	—	1 070 000	400 000	300
Kupferdraht	4200	—	—	1 210 000	—	1000
Blei	130	500	—	50 000	18 750	100
Eichenholz, parallel z. Faser	1100	660	79	117 000	8000	200
Dasf. \perp z. Faser	50	350	—	—	—	—
Kieferholz \parallel z. Faser	1130	450	42	120 000	7000	140
Dasf. \perp z. Faser	48	220	—	—	—	—

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Erster Abschnitt. Mechanik des mat. P. und der starren Körper. II.	1—40
Erstes Kapitel. Centrifugalkraft	1—14
Formel für die Centrifugalkraft.	4
Freie Achsen.	7
Regulatoren.	9
Pendel	12
Zweites Kapitel. Lebendige Kraft	15—22
Schwungrad	18
Dimensionen der in der Mechanik vorkommenden Größen.	19
Lebendige Kraft eines rotierenden Körpers	21
Drittes Kapitel. Der Stoß	22—40
Geschwindigkeit nach der ersten Stoßperiode	23
Verlust an lebendiger Kraft	25
Elastischer Stoß	27
Bewegung des Schwerpunktes	29
Einrammen von Pfählen	30
Der schiefe Stoß	34
Excentrischer Stoß	35
Pochwerk	39
Zweiter Abschnitt. Mechanik der flüssigen Körper. I.	40—74
Erstes Kapitel. Gleichgewicht der vollkommen flüssigen Körper	40—51
Gleichheit des Drucks nach verschiedenen Richtungen	41
Verschiedene Arten, den Druck zu messen.	43
Flächen gleichen Drucks	44
Kommunizierende Röhren	47
Arbeitsleistung	48
Zweites Kapitel. Bewegungserscheinungen tropfbarer Flüssigkeiten	51—65
Ausfluß aus Gefäßen	51
Ausfluß unter Wasser.	57
Pitot'sche Röhre	58
Stoß des Wassers	59
Reaktion ausfließenden Wassers	61
Schiefer Stoß	62
Stoß unbegrenzten Wassers	63

	Seite
Drittes Kapitel. Das Wasser als unvollkommene Flüssigkeit	65—74
Oberflächenenergie und Oberflächenspannung	67
Poiseuille'sches Gesetz	69
Bewegung in Wasserleitungsröhren	70
Bewegung in Flüssen und Kanälen	71
Strahlpumpen	73
Dritter Abschnitt. Mechanik der flüssigen Körper II. Energetik.	75—117
Erstes Kapitel. Die Wärme	75—82
Absoluter Nullpunkt.	76
Spezifische Wärme	76
Mischung	77
Latente Wärme	78
Verbindungswärme	79
Erster Hauptsatz	80
Wärmeleitung	81
Wärmestrahlung	81
Zweites Kapitel. Mechanik der Gase	82—96
Zustandsgleichung.	83
Zustandskurve	84
Adiabatische Zustandsänderung	86
Der Kreisprozeß und die calorischen Maschinen	88
Ausfluß aus Gefäßen	90
Bewegung in Schornsteinen ohne Reibung	92
Winddruck	93
Bewegung in Röhren	94
Bewegung in Schornsteinen mit Reibung	95
Drittes Kapitel. Die Dämpfe	96—109
Kritische Temperatur	97
Siedepunkt	99
Verdampfungswärme	101
Die Dampfmaschine	103
Indikatordiagramm	105
Kaldampfmaschine	106
Dämpfe der Salzlösungen	107
Honigmann'sche Maschine	108
Viertes Kapitel. Energetik	109—117
Der zweite Hauptsatz	112
Entropie	115
Umkehrbare Zustandsänderungen	116
Vierter Abschnitt. Elektromechanik	118—178
Erstes Kapitel. Die Elektrizität in Ruhe.	118—135
Mechanische Einheit der Elektrizitätsmenge	121
Potential	122

	Seite
Verteilung der Elektrizität im Leiter	124
Kapazität	127
Influenz	129
Kondensator	131
Spannungsreihe	133
Reibungselektrizität	134
Zweites Kapitel. Die Elektrizität in gleichförmiger Bewegung	135—153
Ohm'sches Gesetz	137
Joule'sches Gesetz	139
Elektrodynamische Kräfte	140
Magnetisches Maßsystem	141
Praktisches Maßsystem	143
Tafel der Einheiten	143
Das galvanische Element	145
Diagramm der Potentialwerte	147
Innerer Widerstand	149
Stromverzweigungen	150
Parallelschaltung	151
Drittes Kapitel. Der Magnetismus	153—164
Magnetisches Moment	155
Kraftlinien	157
Induzierte Magnetisierung	160
Gröblich'sche Formel	163
Viertes Kapitel. Die Elektrizität in ungleichförmiger Bewegung. Induktion	164—178
Induktionscoefficient	166
Strombeschleunigung	168
Induktionsgesetz	170 u. 172
Transformator	173
Dynamomaschine	174
Formeln für die Hauptstrommaschine	176
Tabellen. a) Spezifische Wärme fester und flüssiger Körper; b) Spezifische Wärme und kritische Temperatur luftförmiger Körper; c) Spannkraft gesättigter Wasserdämpfe; d) Verbrennungswärmen; e) Spezifische elektrische Widerstände; f) Dielektrizitätskonstanten	178—180

Erster Abschnitt.

Mechanik des materiellen Punktes und der starrten Körper. II.

Erstes Kapitel.

Centrifugalkraft.

1. Ein in Bewegung befindlicher mat. P., an dem keine Kraft wirkt (oder an dem alle angreifenden Kräfte im Gleichgewichte stehen) führt nach dem Gesetze der Trägheit eine geradlinige, gleichförmige Bewegung aus. Geradlinig bleibt die Bewegung auch dann noch, wenn eine resultierende Kraft an dem mat. P. wirkt, welche gleich oder entgegengesetzt gerichtet ist mit der Geschwindigkeit desselben. Die hierher gehörenden Bewegungsercheinungen sind im ersten Teile ausführlich behandelt.

Jetzt haben wir uns mit dem Falle zu beschäftigen, daß eine Kraft an dem mat. P. angreift, welche senkrecht zur Richtung seiner Geschwindigkeit steht. Auf diesen und den bereits früher behandelten Fall läßt sich nämlich jeder andere dadurch zurückführen, daß man eine beliebig gerichtete Kraft in zwei Komponenten zerlegt, von denen eine in die Richtung der Bewegung fällt, während die andere dazu senkrecht steht.

2. Aus dem Grundsätze, daß jede Kraft unabhängig von allen Neben Umständen eine in ihre Richtung fallende gleichförmig beschleunigte Bewegung des von ihr betroffenen mat. P. zur Folge hat, welche sich mit den aus andern Ursachen hervorgehenden Bewegungen zu einer resultierenden Bewegung vereinigt (I, § 60, Prinzip der Superposition) geht unmittelbar hervor, daß die senk-

e) Spezifische elektrische Widerstände.

	Widerstand eines Würfels von 1 cm Seite in Mikrohm.	Widerstand eines Drahtes von 1 m Länge und 1 mm Durchm., Ohm.
Silber, gegläht	1,52	0,019
Silber, gezogen	1,65	0,021
Kupfer, gegläht	1,62	0,020
Kupfer, gezogen	1,65	0,021
Gold, gegläht	2,08	0,026
Aluminium, gegläht	2,24	0,037
Zink, gepreßt	5,69	0,072
Platin, gegläht	9,16	0,117
Eisen, gegläht	9,82	0,125
Nickel, gegläht	12,60	0,160
Blei, gepreßt	19,85	0,253
Antimon, gepreßt	35,90	0,457
Wismuth, gepreßt	132,70	1,689
Quecksilber, flüchtig	99,74	1,225
Neusilber	21,17	0,269
Kohle für Bogenlampen	3930	50

Schwefelsäure beim Maximum des Leitungs- vermögens (30,4%) Widerstand von 1 ^{cm} = 1,44 Ohm	
Reines Wasser nach Kohlensäure	3,76 Megohm
Blimmer	84 · 10 ⁶ Megohm
Guttapercha	450 · 10 ⁹ "
Shellac	9000 · 10 ⁹ "
Ebonit	28 000 · 10 ⁹ "
Paraffin	34 000 · 10 ⁹ "
Glas (kühl)	größer als die vorhergehenden.

f) Dielektrizitätskonstanten.

Luft	1,0000	Flintglas	6,61—9,30
Vacuum	0,9985	Paraffin	1,85—2,47
Kohlensäure	1,0008	Ebonit	2,21—3,15
Wasserstoff	0,9998	Kautschuk	2,12—2,84
Schweflige Säure	1,0037	Petroseum	2,04—2,10
Spiegelglas	5,83—8,45	Rüböl	2,44—3,03
Crown Glas	6,96		