

E. LECHER'S
LEHRBUCH DER PHYSIK

FÜR
MEDIZINER, BIOLOGEN UND
PSYCHOLOGEN

FÜNFTE AUFLAGE

BEARBEITET VON

DR. STEFAN MEYER UND DR. EGON SCHWEIDLER

O.Ö. PROFESSOREN DER PHYSIK AN DER UNIVERSITÄT WIEN

MIT 524 FIGUREN IM TEXT



1928

SPRINGER FACHMEDIEN WIESBADEN GMBH

ISBN 978-3-663-15315-3 ISBN 978-3-663-15883-7 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-663-15883-7

COPYRIGHT 1928 BY SPRINGER FACHMEDIEN WIESBADEN
URSPRÜNGLICH ERSCHIENEN BEI B.G. TEUBNER IN LEIPZIG 1928
SOFTCOVER REPRINT OF THE HARDCOVER 5TH EDITION 1928

Vorwort zur ersten Auflage.

Jede Physik für Mediziner hat mit dem oft berechtigten Widerwillen der Studierenden zu kämpfen, als wäre das alles ein ephemerer und überflüssiger Wiederbelebungsversuch von alten, verstaubten Wissensresten aus der eben glücklich beendeten Mittelschulzeit. Darum darf die Widmung „für Mediziner“ nicht nur das Titelblatt zieren.

Vorliegendes Buch bringt natürlich auch die Grundlehren der Physik. Ist doch diese als älteste aller Naturwissenschaften für die jüngeren Schwesterwissenschaften pfadweisend durch ihre Ergebnisse und Methoden. Dabei soll aber hier ganz besonders jener zahlreichen Erfolge gedacht werden, welche die Physik zu Nutz und Frommen der Medizin und Biologie erarbeitet hat. Ein solches möglichstes Eingehen auf medizinische Anwendungen möchte die Daseinsberechtigung dieses Werkes bilden.

Für das Verständnis der gesperrt gedruckten Schlagworte genügt der groß gedruckte Text, indes das Kleingedruckte weitergehende Wissenswünsche befriedigen soll. Die Figuren sind schematisch gehalten, da ja jeder Studierende die betreffenden Versuche in der Vorlesung sieht. Selbststudium einer experimentellen Wissenschaft kann die Anschauung ebensowenig ersetzen, wie das Lesen eines Klavierauszuges das Anhören einer Oper.

Wien, September 1912.

E. Lecher.

Vorwort zur fünften Auflage.

Die Beliebtheit des Lecherschen Lehrbuches, besonders in den Kreisen, für die es geschrieben war, äußert sich darin, daß bereits eine fünfte Auflage notwendig wurde. Als nach dem Tode des Verfassers der Verlag sich an uns wandte, haben wir gerne die Bearbeitung übernommen. Wir haben uns dabei bemüht, einerseits dieselbe in seinem Sinne zu gestalten, d. h. insbesondere die sehr anschauliche Darstellungsweise und die eingehende Berücksichtigung der Anwendung physikalischer Gesetze in Biologie und Medizin beizubehalten, andererseits lautgewordenen Kritiken Rechnung zu tragen sowie durch Ergänzungen und Ver-

änderungen, wie sie die schnell fortschreitende Entwicklung der Physik verlangt, das Buch dem derzeitigen Stande der Erkenntnisse anzupassen. So wurden z. B. die Hauptsätze der mechanischen Wärmetheorie, die Photometrie, Ionisierung der Gase, Röntgenstrahlen, Radioaktivität, die neuen Anschauungen über den Atombau u. a. in teilweise geänderter Form gebracht. Wir hoffen, daß auch unsere Bearbeitung freundlich aufgenommen werden möge.

Wien, September 1928.

Stefan Meyer. Egon Schweidler.

Inhalt.

(Ausführliches Sachregister am Schluß des Buches.)

I. Einleitung.

	Seite
Definition der Physik. Absolutes Maßsystem	I
Länge, Fläche, Volumen, Winkel. Meter. Schublehre. Mikrometerschraube. Komparatoren. Kathetometer. Parallaxtischer Fehler. Flächen- und Volummaß. Transporteur. Anlege-Goniometer. Spiegelablesung. Lot, Libellen	2
Zeit	8
Kinematik. Geschwindigkeit. Beschleunigung. Freier Fall. Vektoren, Skalare. Resultierende. Wurf	9

II. Mechanik.

1. Mechanik fester Körper.

Masse und Kraft. Trägheit. Dyn. Spezifisches Gewicht. Dichte	15
Energie. Erg. Joule. Watt. Kinetische und potentielle Energie. Erhaltung der Energie. Dimensionen	18
Schwerpunkt. Gleichgewichtsarten. Standfestigkeit. Erhaltung des Massenmittelpunktes. Actio und reactio	20
Mechanische Maschinen. Fixe und bewegliche Rollen. Drehmoment. Virtuelle Verschiebungen. Kräftepaar. Drehmomente am Tierskelette. Freiheitsgrade. Mechanische Funktion der Muskeln. Schiefe Ebene. Keil. Schraube. Reibung.	24
Kreisende Bewegung. Winkelgeschwindigkeit, -beschleunigung. Trägheitsmoment . .	31
Zentralbewegung. Zentrifugalkraft. Zentrifuge. Gravitationsgesetz. Keplersche Gesetze	32
Schwingende Bewegung. Mathematisches Pendel. Schwingungsgesetz. Physisches Pendel. Waagen	35
Molekularphysik fester Körper. Elastizität. Zug. Kompression. Biegung. Torsion. Dynamische Elastizität. Stoß	43

2. Mechanik flüssiger Körper.

Niveauflächen.	50
Fortpflanzung des Druckes. Flüssigkeitsmaschinen. Bodendruck. Hydrostatisches Paradoxon. Auftrieb. Bestimmung von spez. Gewichten. Schwimmen	52
Bewegte Flüssigkeiten. Theorem von Torricelli. Strom in Röhren. Druckgefälle. Viskosität. Dynamischer und statischer Druck. Stromenergie. Intermittierender Druck in Röhren. Herzpumpe und Blutkreislauf	58
Kohäsion und Adhäsion. Kohäsionsdruck. Randwinkel. Kapillarität. Oberflächenspannung. Seifenlamellen. Tropfenbildung	65

3. Mechanik gasförmiger Körper.

Luftdruck. Gasdichte. Versuch von Torricelli. Heber. Barometer. Größe des Luftdruckes. Saug-, Druckpumpe	70
Gesetz von Boyle-Mariotte. Isothermen. Manometer. Aneroid. Blutdruckmessungen. Kolbenpumpe. Atmung. Rotationspumpe. Quecksilberpumpen. Tropfpumpe	75
Bewegte Gase. Ausflußgesetz. Innere Reibung. Molekularpumpe. Aerodynamisches Paradoxon. Bunsenbrenner. Wasserstrahlpumpe	84

III. Akustik.

	Seite
Gehörsempfindungen. Töne. Geräusche. Tonhöhe. Intervalle. Sirene. Absolute Tonhöhe. Gehörgrenze. Musikalisch brauchbare Töne	89
Wellenmechanik. Wellenlänge. Fortschreitende Transversal-, Longitudinalwellen. Reflexion. Interferenz. Stehende Transversal-, Longitudinalwellen	93
Schallerreger. Saite. Schwingungsform und Obertöne. Stimmgabel. Platten. Resonanz. Erzwungenes Mittönen. Perkussion. Pfeifen	98
Schallfortpflanzung. Kugelförmige Ausbreitung. Schallgeschwindigkeit in Luft. Kundtsche Röhre. Akustik von Sälen. Dopplers Prinzip. Schallgeschwindigkeit in festen und flüssigen Substanzen	104
Schwingungsformen und ihre Erkennung. Vibrograph. Kymographion. Mareysche Kapsel. Flammenkapsel von König. Phonograph. Stroboskopie. Schwebungen. Kombinationstöne. Klangfarbe. Lissajous	108
Stimme. Stimmapparat. Vokaltheorie. Stimmkurven. Formanten. Konsonanten	113
Gehör. Gehörorgan. Helmholtzsche Resonanztheorie. Schallbildertheorie. Konsonanz, Dissonanz.	117

IV. Wärme.

Wärmezustand. Temperatur. Wärmeempfindung. Temperaturdefinition. Temperaturausgleich. Temperaturfixpunkte	121
Wärmeausdehnung. Ausdehnungskoeffizient. Gesetz von Gay-Lussac. Absolute Temperatur. Zustandsgleichung. Wärmeausdehnung von Flüssigkeiten. Kubischer, linearer Ausdehnungskoeffizient. Wärmeausdehnung fester Körper	122
Thermometrie. Skalen. Prüfung. Gasthermometer. Hohe, tiefe Temperaturen. Metastatisches Thermometer. Maximum- und Minimumthermometer. Fieberthermometer. Thermostaten	128
Wärmemenge. Kalorie. Spezifische Wärme. Mischungsmethode. Gesetz von Dulong und Petit. Spezifische Wärme von Gasen	134
Mechanische Wärmetheorie; I. Hauptsatz. Mechanisches Wärmeäquivalent. Kompressionswärme der Gase. Adiabaten. Verhältnis $c_p : c_v$	137
Bewegungshypothese der Wärme. Wärme als Molekularbewegung. Kinetische Gastheorie. Molekel-Geschwindigkeit. Maxwellsches Verteilungsgesetz. Mittlere molekulare Weglänge. Molekel-Größe, Loschmidtsche Zahl	140
Gegenseitige molekulare Mischung von Körpern. Diffusion, Diffusionspumpe. Wässrige Lösungen. Osmotischer Druck. Kolloidale Lösungen.	145
Schmelzen. Schmelzpunkt. Schmelzwärme. Eiskalorimeter. Kältemischung. Kryoskopie. Dissoziation in Elektrolyten	153
Verdampfen. Dampfdruck. Sieden, Siedepunkt, Abhängigkeit vom Druck. Verdampfungswärme. Siedepunkt von Lösungen. Dampfdichte. Luftfeuchtigkeit. Verflüchtigen, Sublimieren	158
Tiefe Temperaturen. Van der Waalssche Gleichung. Kritische Temperatur. Kohlen säure-Isothermen. Thomson-Joule-Effekt. Verflüssigung von Gasen	168
Wärmefortpflanzung. Leitvermögen. Wärme-Konvektion. Wasser- und Luftströmungen.	172
Wärmequellen. Wärmetönung. Verbrennung. Flamme. Paquelin. Verbrennungsbombe. Energie der Nahrungsmittel. Biologische Kalorimeter. Assimilation der lebenden Pflanzenzellen	176

	Seite
Hauptsätze der mechanischen Wärmetheorie; I. Hauptsatz. II. Hauptsatz. Reversible, irreversible Vorgänge. Entropie. Theorem von Boltzmann. Wärmemaschinen. Tierische Muskelmaschine. III. Hauptsatz	183

V. Strahlungs-Energie.

Einleitung. Lichtäther. Temperaturstrahlung. Optische Strahlung	189
Geradlinige Ausbreitung	190
Reflexion. Reflexionsgesetz. Reflexionsgoniometer. Diffuse Reflexion. Konkav- und Konvexspiegel. Sphärische Aberration	191
Brechung. Brechungsgesetz. Planparallele Platten. Ophthalmometer. Prisma. Totale Reflexion. Zeichenapparate. Bestimmung des Brechungsverhältnisses	196
Farbenzerstreuung (Dispersion). Spektrum. Ultrarot, Ultraviolett. Fraunhofersche Linien. Achromatische, geradsichtige Prismen. Regenbogen	202
Linse. Linsentypen. Sammell- und Zerstreuungslinsen. Bildkonstruktion. Dioptrie. Dicke Linsen. Linsenfehler. Blenden. Camera obscura. Projektionsapparat.	206
Dioptrik des Auges. Anatomie. Kardinalpunkte. Reduziertes Auge. Akkommodation. Presbyopie. Ametropie. Korrekturbrillen. Augenspiegel	215
Physikalische Grundlagen der wichtigsten Gesichtsempfindungen. Netzhaut. Mariottescher Versuch. Gesichtswinkel. Stereoskopie. Stereomessungen. Farbmischungen. Farbentafel. Helmholtzsche und Heringsche Farbentheorie	224
Optische Vergrößerungsinstrumente für subjektiven Gebrauch. Vergrößerung. Lupe. Mikroskop. Okular- und Objektivsysteme. Fernrohr. Endoskopische Apparate. Kystoskop. Periskop	234
Spektralanalyse. Spektrum. Spektrometer. Diskontinuierliche Spektren. Ultrarote und ultraviolette Strahlung. Emissionsspektralanalyse. Absorptionsspektralanalyse. Kolorimeter.	243
Temperaturstrahlung und Lumineszenz. Strahlungsgleichgewicht. Kirchhoffsches Gesetz. Schwarzer Körper. Gesamtstrahlung. Energieverteilung im Spektrum. Photolumineszenz. Phosphoreszenz. Fluoreszenz.	249
Chemische Strahlungswirkungen. Photochemische Effekte. Biologische Effekte. Photographie. Farbenphotographie. Assimilation der Pflanzen. Heliotropismus. Photochloride	256
Photometrie. Lichtstärke. Beleuchtung. Photometrie von Lichtquellen. Photometer. Messung der Beleuchtung	261
Lichtgeschwindigkeit. Astronomische Methoden. Methoden von Fizeau, Foucault, Michelson.	267
Wellennatur des Lichtes. Interferenz. Kohärentes Licht. Huygensches Prinzip. Beugung. Gitterspektrum. Bestimmung der Wellenlänge. Tabelle der Wellenlängen. Dopplersches Prinzip. Beugungsgitter. Immersionsmikroskop. Ultraviolett-mikroskop. Dunkelfeldbeleuchtung. Ultramikroskop. Fresnels Spiegelversuch. Farben dünner Blättchen. Interferenz bei großen Gangunterschieden. Stehende Lichtwellen	269
Transversalität der Lichtstrahlen. Turmalin. Polarisation. Schwingungsebene. Kalkspat. Doppelbrechung. Wellenflächen im Kalkspat. Nicol. Polarisation bei Reflexion und Brechung. Drehung der Polarisationssebene durch Quarz. Optisch aktive Substanzen. Magnetische Drehung. Polarimeter. Chromatische Polarisation im parallelen Lichte. Zirkulare Schwingung. Chromatische Polarisation im konvergenten Lichte. Polarisationsmikroskop	282

VI. Elektrizität.

1. Elektrostatik.

	Seite
Fundamentalbegriffe. Ponderomotorische Wirkungen. Harz- und Glaselektrizität. Leiter. Isolator. Konvektion und Leitung. Sitz der Ladung	295
Quantitative Grundlagen. Coulombsches Gesetz. Elektrostatistisches und praktisches Maßsystem. Dielektrizitätskonstante. Elektrostatistisches Feld. Kraftlinien. Potential. Potential eines Leiters	299
Elektrostatistische Influenz. Elektrisierung durch Influenz. Anziehung von Leitern und Isolatoren. Kapazität. Elektrometer. Dielektrizitätskonstante. Kondensatoren. Leidnerflasche. Elektrophor. Influenzmaschine.	305

2. Magnetismus.

Natürliche und künstliche Magnete. Coulombsches Gesetz. Kraftlinien. Para-, dia-, ferromagnetische Körper. Magnetische Induktion. Unterschied zwischen elek- trischer Ladung und Magnetismus. Molekularmagnete. Hysteresis. Magnetostrik- tion. Erdmagnetismus	314
--	-----

3. Elektrochemie.

Chemische Wirkungen elektrischer Vorgänge. Elektrolyse. Sekundäre Prozesse. Wasserzersetzung. Dissoziationstheorie. Ionen. Ionenwanderung. Osmotischer Druck in wässrigen Lösungen. Ionentheorie in Chemie und Physiologie. Faradays Gesetze. Voltmeter. Elektrolytische Messung der Stromstärke. Valenzladung. Konzentrationsänderung. Elektrische Kataphorese	321
Elektrische Wirkungen chemischer Vorgänge. Konzentrationsströme. Lösungstension. Galvanische Elemente. Elektrolytische Polarisation. Zambonisäule. Konstante Elemente. Ursprung der Stromenergie. Normalelemente.	330
Einige wichtige Polarisationserscheinungen. Zink in Schwefelsäure. Akkumulator. Unpolarisierbare Elektroden. Kapillarelektische Erscheinungen	335

4. Ohmsches Gesetz.

Einfacher Leiter. Elektrischer Strom. Ohmsches Gesetz. Widerstand. Erdleitung. Stromenergie. \mathcal{O} . \mathcal{A} . \mathcal{V} . Watt. Hintereinanderschaltung von Widerständen . . .	339
Verzweigte Leiter. Kirchhoffsche Gesetze. Shunt. Stromdichte in ausgedehnten Leitern. Meß-Rheostate. Stromschaltungen	344
Messung von Widerständen und elektromotorischen Kräften. Substitutionsmethode. Wheatstonesche Brücke. Spezifischer Widerstand. Leitvermögen. Widerstand von Flüssigkeiten. Voltmeter	349
Einige Schaltungsbehelfe. Schaltung von Elementen. Stromschlüssel. Kommutator. Wippe	354

5. Elektrizität und Wärme.

Stromwärme. Energieumsatz. Kurzschluß. Elektrische Heizung. Glühlampen. Bogen- licht. Hitzdrahtinstrumente	356
Thermoelektrizität. Thermoelemente. Peltier-Effekt. Temperaturmessung. Thermo- säule. Thermobatterie	361

6. Ponderomotorische Wirkung von Strömen.

	Seite
Magnetische Kraftlinien des elektrischen Stromes. Gegenseitige Wirkung von Strömen. Stromwirkung auf Magnethadel. Tangentenbussole. Biot-Savartsches Gesetz. Maßsysteme. Galvanometer. Magnetische Doppelfläche. Elementarströme. Solenoid. Elektromagnet. Federgalvanometer. Elektrische Stimmgabel. Telegraph Morse. Elektrodynamische Rotation. Wirkung magnetischer Kraftlinien auf einen stromdurchflossenen Leiter. Saitengalvanometer. Elektrokardiogramm. Drehspulensinstrumente	363

7. Elektromagnetische Induktion.

Grundtatsachen. Erdinduktor. Wechselstrom. Magnetelektrische Maschinen. Dynamo. Elektromotor. Magnetische Dämpfung. Induktionsgesetze. Transformatoren. Wirbelströme. Wechselstrommaschinen. Drehstrom. Selbstinduktion. Impedanz. Effektive Stromstärke. Medizinische und andere Induktorien. Unterbrecher. Telefon, Mikrophon	376
--	-----

8. Elektromagnetische Schwingungen.

Oszillierende Funkenentladung. Schwingungskreis. Koppelung. Schwingungstransformator. D'Arsonvalisation. Hauteffekt. Physiologische Wirkungen. Diathermie. Elektropathologische Wirkungen. Fulguration. Kaltkauter. Elektrische Resonanz. Elektromagnetische Lichttheorie. Versuche von Hertz. Drahtlose Telegraphie	397
---	-----

9. Elektrische Ströme in Gasen.

Leitung in Gasen. Unselbständige Ströme. Gasionen. Selbständige Entladungen. Quecksilberbogenlampe. Luftsalpetersäure. Elektrische Funken. Ozonerzeugung. Entladungen in verdünnten Gasen. Kathodenstrahlen. Magnetische und elektrische Ablenkung. Elektronen. Lichtelektrische und Glühkathoden-Strahlen. Elektronenröhren. Kanal- und Anodenstrahlen	410
--	-----

10. Röntgenstrahlen.

Entdeckung. Wellennatur. Brems- und charakteristische Strahlung. Sekundärstrahlen. Absorption. Röntgenoskopie. Röntgenphotographie. Röntgenröhren. Härtemesser. Intensitätsmesser. Dosiseneinheit	420
--	-----

11. Elektronik und Atombau.

Elektronen. Masse und Geschwindigkeit. Elektronen in Metallen. Galvanomagnetische, thermomagnetische, optische Effekte. Pyro- und Piezoelektrizität. Atombau und Spektrallinien	431
--	-----

12. Radioaktivität.

Entdeckung. α - β - γ -Strahlen. Sekundärstrahlen. Atomzertrümmerung. Wirkungen radioaktiver Strahlen. Zerfallstheorie. Meßmethoden. Radiumemanation. Übersicht der radioaktiven Elemente	439
Sach- und Namenverzeichnis	451