VERSTÄNDLICHE WISSENSCHAFT

Verständliche Wissenschaft

Vierzehnter Band

Die Relativitätstheorie

Von

Ludwig Hopf

Berlin · Verlag von Julius Springer · 1931

Die Relativitätstheorie

Von

Dr. Ludwig Hopf
Professor an der Technischen Hochschule
Aachen

1. bis 5. Tausend

Mit 30 Abbildungen

Berlin · Verlag von Julius Springer · 1931

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten.
Copyright 1931 by Julius Springer in Berlin.
Printed in Germany.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

I. Vorbereitung.

1. Kapitel. Die Bedeutung der Relativitätstheorie 1

Die Rolle der Mathematik. — Über Anschaulichkeit. — Die Bedeutung der Relativitätstheorie im naturwissenschaftlichen Denken. — Die Bedeutung der Relativitätstheorie innerhalb der Physik.

2. Kapitel. Mechanisches und elektromagnetisches Weltbild 7

Grundgesetze der Mechanik. — Absolute und relative Bewegung. — Mechanisches Weltbild. — Elektromagnetische und optische Erscheinungen. — Grundvorstellungen Faradays und Maxwells. — Das System der Elektrodynamik. — Das Licht als elektromagnetische Erscheinung. — Maxwells Methode. — Elektromagnetisches Weltbild. — Elektronentheorie. — Übergewicht des elektromagnetischen über das mechanische Weltbild.

II. Die spezielle Relativitätstheorie . . 29

3. Kapitel. Der Widerspruch in den Experimenten . . . 29

Die Frage nach der Bewegung des Äthers. — Experimentelle Fragestellung. — Fizeaus Versuch und Michelsons Versuch. — Die Versuchsanordnungen.

4. Kapitel. Wo liegt der Widerspruch? 41

Gedankenexperimente. — Begriff der Zeitdauer und der Gleichzeitigkeit. — Synchrone Uhren.

5. Kapitel. Die paradoxen Folgerungen 50

Zeitdauer eines Vorgangs. — Gleichzeitigkeit. — Räumliche Abmessungen. — Überlichtgeschwindigkeit. — Experimentelle Prüfung.

6. Kapitel. Die Mechanik der Relativitätstheorie 58

Addition von Geschwindigkeiten. — Abhängigkeit der Masse von der Geschwindigkeit. — Erhaltung der Masse und Erhaltung der Energie. Zahlenwerte.

Seite

7. Kapitel. Allgemeine Betrachtungen zur speziellen Relativitätstheorie 68

Emissionstheorie des Lichtes. — Warum gerade die Lichtausbreitung? — Spezielle Relativitätstheorie und Weltbild. — Die vierdimensionale Welt.

III. Die allgemeine Relativitätstheorie 76

8. Kapitel. Das Problem der allgemeinen Relativität . . 76

Naturgesetze in der speziellen Relativitätstheorie. — Übertragung auf allgemeine Bewegungen. — Erster Einwand.

9. Kapitel. Mechanik und allgemeines Relativitätsprinzip 82

Widerspruch von der Mechanik her. — Mechanische Versuche. — Trägheitskraft. — Mechanik gegen Relativitätsprinzip. — Und dennoch!

10. Kapitel. Trägheit und Gravitation 92

Träge und schwere Masse. — Äquivalenz von Gravitationsfeld und beschleunigter Bewegung. — Überwindung des Widerspruchs der Mechanik.

11. Kapitel. Die Naturgesetze und das allgemeine Relativitätsprinzip 99

Lichtausbreitung im beschleunigten Laboratorium. — Lichtgeschwindigkeit und Lichtstrahlenkrümmung im Gravitationsfeld. — Relativitätsprinzip und Newtonsches Gravitationsgesetz. — Relativität der Masse. — Rotierende Körper.

12. Kapitel. Zeitmessung 109

Aussagen der speziellen Relativitätstheorie. — Uhren im Gravitationsfeld. — Begriff des Gravitationspotentials. — Spektrallinien als Uhren. — Rotverschiebung. — Zwei Methoden der Zeitmessung.

13. Kapitel. Geometrie und Gravitationsfeld 119

Raummessung im rotierenden Laboratorium. — Euklidische Geometrie und Wirklichkeit. — Die beiden Wege der Naturbeschreibung. — Nichteuklidische Geometrie. — Nochmals die beiden Wege.

14. Kapitel. Das Gravitationsgesetz 131

Lichtstrahlen, Gravitationsfeld und Geometrie. — Die Methode der Invarianten. — Der physikalische Inhalt des Einsteinschen Gravitationsgesetzes. — Zusammenfassung.

15. Kapitel. Blick auf das Weltganze 137

Unvollkommenheit der Theorie. — Die kosmologische Erweiterung der Theorie. — Die de Sittersche Kosmologie. — Noch einmal das Weltbild.

Sachverzeichnis 146

Sachverzeichnis.

Ablenkung der Lichtstrahlen 102.
Absolute Bewegung 10f., 30, 136.
Absoluttheorie 31, 35, 42.
Addition von Geschwindigkeiten 12, 33, 58f., 71, 79.
Äquivalenzprinzip 95f., 101, 111, 113.
Äther 15, 18, 22.
Akustik 3, 13, 15, 16, 25.
Ampèresches Gesetz 18.
Anschaulichkeit 3, 4, 22.
Aphel 134.
Arbeit 63, 114.
Astrophysik 67.
Atomistik 8, 13, 32f.
Atomphysik 35, 66.
Axiome 130.
α-Teilchen 67.

Behmlot 33.
Beobachter 41.
Beschleunigung 9, 62, 78, 80, 85, 96, 105.
Beugung des Lichtes 69.
Beugungsgitter 115.
Bewegung des Äthers 29.
β-Teilchen 67.

Cepheiden 143.
Chemie 10.

Doppelsterne 70.
Dopplereffekt 143.
Drehscheibe 11, 89, 90.
Dreieck 123f., 127.

Ebene 122f., 127.
Elektrodynamik 13, 18f., 30, 78, 144.
Elektron 25, 35, 62, 66, 73.
Elektronentheorie 24f., 28, 62.
Emissionstheorie des Lichtes 14, 69.
Energie 63f., 114.
Erdbeschleunigung 94.
Erhaltungssätze 63f.

Faradaysches Gesetz 18.
Federkraft 83f.
Feld, elektromagnetisches 16, 26, 78.
— -stärke 16, 19.
— -wirkung 17, 92.
Fernwirkung 8, 13, 17, 92.
Fizeauscher Versuch 34, 37, 41, 50, 69, 76.
Fliehkraft 87, 88, 89f., 106, 108, 136.
Flüssigkeiten 13, 84.
Flugzeug 97.
Fraunhofersche Linien 57.
Frequenz 115f., 118.

Galileisches Relativitätsprinzip 11, 68.
Gase 13.
Gaußsche Koordinaten 131, 133.
Geodätische Linie 128, 129.
Geometrie 120, 130.
—, Euklidische 120, 122f.
—, Nichteuklidische 126f.
Gerade 122f., 127.
Geradlinigkeit 120.
Gewicht 93, 94.
Gleichstrom 70.
Gleichzeitigkeit 46f., 50.
Gravitation 13, 78, 83, 86, 105, 136.
Gravitationsfeld 92, 109, 131, 132, 144.
— -konstante 133.
— -potential 113f., 116, 117, 133.

Heliumkern 68.
Hexenschaukel 89, 90.
Höhenstrahlung 67.

Induktion, elektromagnetische 14, 17, 20f.
Interferenz 69.
— -streifen 37f., 54, 56.
Invariante 110, 132.

Kanalstrahlen 58.
Kathodenstrahlen 25, 28.
Kern 35, 66.
Kinetische Energie 63, 65, 106, 114.
Klassische Physik 7, 145.
Kohärenz 38.
Komponenten 110, 133.
Kosmologie 139f.
Kosmologische Konstante 142.
Kraft 9, 78, 82, 84f.
— -linie 17.
Kreisbewegung 81, 86, 88.
Kreisel 97.
Krümmung der Lichtstrahlen 102, 136, 140.
— einer Fläche 128.
— des Raumes 129, 132, 140, 144.

Ladung, elektrische 18, 19.
Längeneinheit 75.
— -messung 54, 60.
Leerer Raum 8, 14, 80, 85, 89.
Leere Welt 142.
Licht s. Optik.
— -geschwindigkeit 15, 20, 26, 48, 65, 74f., 101, 108, 118, 133.
— -strahlendreieck 125, 128.
Liliputsterne 117.

Masse 9, 25f., 61f., 65, 73, 78, 85, 94, 106, 137.
Materie 8, 25, 132, 144.
Mathematik 2, 4, 22, 119f., 122f., 126f., 129f., 131, 132.
Maxwellsche Gleichungen 23, 26, 30, 73, 78, 144.
Mechanik 8f., 82f.
Merkur (Perihelbewegung) 134, 136.
Michelsonscher Versuch 36, 38f., 42, 50, 54, 69, 76.
Milchstraße 137f.

Naturgesetze 4, 52, 76, 77, 80, 104.
Neptun (Entdeckung) 104.
Newtonsche Mechanik 9.
Newtonsches Gravitationsgesetz 78, 95, 102, 104, 133, 138.

Optik 3, 13, 14, 20, 78, 99f.
Organismus 52.

Paradoxe 42, 50f., 58, 113.
Parallele 123, 126.
Pendel 96, 97.
Perihel 134, 136.
Planetenbewegung 134.
Potentielle Energie 106, 114.
Proton 35, 66.
Pythagoräischer Lehrsatz 44, 55, 76, 133.
π (Zahl) 121.

Quantentheorie 7, 67, 70, 145.

Radioaktivität 25, 28, 66f.
Raum 6.
— -messung 120f.
Reibung 84.
Relativitätsprinzip 11, 30f., 36, 51, 68, 76, 79, 89, 98.
— -theorie (Wortbedeutung) 31.
Rotierende Körper 81, 90, 107, 120f.
Rotverschiebung der Spektrallinien 58, 116, 136.

Schall s. Akustik.
— -geschwindigkeit 33.
Schwere Masse 94, 135.
Schwerkraft s. Gravitation.
Schwingungen 13, 21.
Selbstinduktion 26.
Signalgeschwindigkeit 47, 52.
Sonnenfinsternis 102.
Spannung, elektrische 14.
Spektrallinien 57, 114, 143.
Spiralnebel 141.
Statische Welt 142.
Sterngeschwindigkeiten 137.
Strom, elektrischer 14, 18, 19, 25.
Stützkraft 84.
Synchronismus (von Uhren) 46, 48, 60, 70, 118.

Tensorrechnung 133.
Teufelsrad 11, 89, 90.
Trägheit 26, 86f., 91, 92f., 136.
Träge Masse 94, 135.

Überlichtgeschwindigkeit 56, 58, 105.
Überschallgeschwindigkeit 56.

Verödung des Weltraums 138.
Verschiebungsstrom 20, 22, 133.
Vierdimensionale Welt 74f.

Wärmelehre 7, 13, 64.
Wasserstoffkern 68.
Wechselstrom 17.
Wellen, elektrische 21.
Wellentheorie (des Lichtes und Schalles) 3, 15, 37, 109.
Welt, vierdimensionale 74f.
Weltbild 7, 72f., 144.
—, elektromagnetisches 23, 25f.
—, mechanisches 12f., 16, 25f.
Weltradius 140.
— -umfang 140.
Wirbel 18.
Wurfparabel 96.

Zeit 6.
— -dauer 45, 46, 49, 50, 109.
— -einheit 75.
— -messung 44, 46, 60, 71, 74, 109f., 117.
Zentrifugalkraft s. Fliehkraft.
Zwerge, weiße 117.

Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.