

Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte e. V.

München, 24. Oktober 1950

WEYL, Princeton: 50 Jahre Relativitätstheorie.

Prof. Weyl gab zunächst einen Überblick über die historische Entwicklung des Problems der Relativität der Bewegungen, das schon bei Aristoteles erkennbar wird, wenn es auch erst bei Galilei und Newton in voller Schärfe hervortritt. Newton postulierte den absoluten Raum euklidischer Struktur und die absolute Zeit als Ordnungsschema, in das alle physikalischen Vorgänge einzurichten, das Bestreben jeder Theorie wurde. Schwierigkeiten ergaben sich aber zuletzt bei der Einordnung der elektromagnetischen Erscheinungen, und diese wurden gegen Ende des letzten Jahrhunderts immer deutlicher. Das hierdurch gestellte Problem wurde durch Einsteins spezielle Relativitätstheorie 1905 gelöst, und alle Folgerungen aus dieser (insbes. im Bereich der Atomphysik und der Kernphysik) haben sie stets aufs glänzendste bestätigt. Etwa zehn Jahre später gab Einstein auch die Annahme der euklidischen Struktur des Raum-Zeitkontinuums, die in der speziellen Relativitätstheorie noch erhalten geblieben war, auf, um die empirische Gleichheit der Schwere und der Trägheit aller Körper zu erklären. In der allgemeinen Relativitätstheorie wurde die Gravitation auf die metrischen Eigenschaften des Raumes zurückgeführt und ihr sozusagen der Charakter einer Kraft genommen. Die wenigen prüfbaren Folgerungen aus dieser Theorie haben sich zwar innerhalb der in allen Fällen mehr oder weniger beträchtlichen Fehleregebnisse bestätigt, aber von einer scharfen Nachprüfung kann bisher kaum gesprochen werden. Eine neue Phase begann schließlich mit dem Aufkommen der Quantenmechanik seit 1925. Es ergab sich die Frage, ob es möglich ist, in allgemeiner Weise die Relativitätstheorie und die Quantentheorie zu vereinigen. Dies ist trotz allen Anstrengungen bis heute nicht gelungen, und Vortr. bekannte zum Schluß seiner Ausführungen, von denen ein großer Teil der mathematischen Seite der Probleme gewidmet war, seinen Skeptizismus hinsichtlich der Lösbarkeit dieses Problems mit den Worten: „Es ist dafür gesorgt, daß unsere Bäume nicht in den Himmel und hoffentlich auch nicht in die Hölle wachsen.“

HECKMANN, Hamburg: Über Probleme der Kosmologie.

Vortr. behandelte insbes. die Frage, wie weit Theorie und Beobachtung in Einklang miteinander sind oder gebracht werden können. Daß die Vorstellung einer gleichmäßigen Erfüllung des Weltraums mit Materie auf Schwierigkeiten führt, wenn man nach dem Gravitationspotential fragt, erkannte schon Newtons Schüler Halley. Einsteins allgemeine Relativitätstheorie ermöglicht nun ein Bild vom Aufbau der Welt, nach dem diese wie die Oberfläche einer Kugel unbegrenzt und trotzdem endlich ist. Der „Radius“ der Welt ist dann allerdings im allgemeinen nicht mehr zeitlich konstant. Die Zeitabhängigkeit des Weltradius ist damit noch keineswegs festgelegt, es gibt vielmehr mehrere Typen dieser Abhängigkeit von ziemlich verschiedenem Charakter. – Der Bau sehr leistungsfähiger Spiegelfernrohre ermöglicht nun seit einigen Jahrzehnten Vergleiche zwischen der kosmologischen Theorie und den Beobachtungen, und zwar handelt es sich bei den letzteren vor allem um die Rotverschiebung der Linien in den Spektren entfernter Nebel (Sternsysteme) und um Zählungen der Nebel sehr geringer Helligkeit, aber sehr großer Entfernung. Die weitaus plausibelste Deutung der Rotverschiebung ist die als Doppler-Effekt; sie mißt dann die Geschwindigkeit, mit der sich der betrachtete Nebel von uns fortbewegt. Diese Geschwindigkeit ist bei den entferntesten Nebeln, bei denen sie noch gemessen werden konnte, zu 42000 km/sec gefunden worden, also etwa $1/7$ der Lichtgeschwindigkeit; sie ist nach den bisherigen Messungen proportional zur Entfernung des Nebels, deutet also auf eine gleichmäßige Expansion der Welt. Der Proportionalitätsfaktor (Dimension sek^{-1}) liefert ein Maß für die Zeitskala der Ausdehnung der Welt, die sich mit den sonstigen Bestimmungen des Weltalters vergleichen läßt. Die Nebenzählungen geben Aufschluß über die Raumerfüllung und damit die mittlere Dichte im Weltall, welche nach der Theorie mit dem Weltradius korreliert ist. Endlich beobachtet man bei bestimmten Nebeltypen eine zusätzliche Rötung, die aber vielleicht nur kosmogonische, keine kosmologische Bedeutung besitzt. Alle diese Beobachtungen haben aber noch nicht ganz die Genauigkeit, welche für einen sorgfältigen Vergleich mit der Theorie erforderlich wäre. Es ist aber zu erwarten, daß das eben vollendete 5-m-Spiegelfernrohr auf dem Mount Palomar auch für dieses Forschungsgebiet neue Möglichkeiten eröffnet.

KIENLE, Heidelberg: Über Materie und Energie unter kosmischen Bedingungen.

Vortr. begann mit einigen historischen Erinnerungen. Bis etwa 1900 war die Astronomie in der Hauptsache Himmelsmechanik, und die damalige Astrophysik war im wesentlichen eine Hilfswissenschaft der Mechanik des Sternsystems. Physik im eigentlichen Sinne wurde die Astrophysik erst seit dem Aufkommen der Quantentheorie. Um 1925 gab Vortr. einen Aufsatz den programmatischen Titel: „Astronomie als angewandte Physik“; die seitherige Entwicklung hat die damit angekündigte Tendenz nur immer deutlicher hervortreten lassen. – Die Redigungen, unter denen uns die Materie im Weltall entgegentritt, zeigen einen sehr viel weiteren Spielraum als die im Laboratorium realisierbaren. Drucke und Temperaturen sind an vielen Stellen so hoch, daß die Materie nicht nur in Atome zerfallen ist, sondern diese wieder ziemlich vollständig in Atomkerne und Elektronen. In den sog. weißen Zwergsternen begegnet uns das Sterngas in einem Zustand, in dem der Druck fast unabhängig von der Temperatur ist; hierzu bieten höchstens die freien Elektronen in den Metallen ein Analogon. Im Raum zwischen den Sternen

ist die Materie so dünn, daß jedes cm^3 nur 1 Atom oder 1 Ion und 1 Elektron enthält (in der Erdatmosphäre sind es 27 Trillionen). Der Ionisationsgrad ist aber hoch genug, um diesem interstellaren Gas die Eigenschaften der aus den Gasentladungen bekannten Elektronenplasmen zu verleihen. Der Vortrag schloß mit einer Abschätzung der Gesamtenergie der Welt. Zu dieser liefert die Ruhenergie der Materie den größten Beitrag, die kinetische Energie der Ausdehnung der Welt gegen 3% und alle übrigen Anteile (Strahlung, Ultrastrahlung u. a. m.) nur unter 1%. Der in höher organisierten Molekülen vorliegende Bruchteil ist fast unmeßbar klein.

B. [VB 297]

Physikalische Gesellschaft Hessen-Mittelrhein am 21. April 1951, Frankfurt/M.

E. W. BECKER und W. VOGELL, Marburg: Die Verschiebung der Isotopenhäufigkeiten im Lösungsgleichgewicht Blausäure-Eisessig. (Vortr. von E. W. Becker).

Es wird die Verschiebung des Mischungsverhältnisses der Kohlenstoff- und Stickstoff-Isotope zwischen gasförmiger und in Eisessig gelöster Blausäure gemessen. Ziel der Untersuchung ist die Klärung der Frage, ob die Isotopieverschiebung in einem Lösungsgleichgewicht auf den Gitterschwingungen der Lösung, oder auf einer Beeinflussung der inneren Schwingungen der gelösten Moleköl beruht. Da sich für das Verhältnis der Isotopieverschiebungen beim Kohlenstoff und Stickstoff ein merklich von 1 abweichender Wert ergibt ($1,74 \pm 0,3$), wird geschlossen, daß die Beeinflussung der inneren Schwingungen für den Isotopieeffekt wesentlich ist. Für den ^{13}C - und ^{15}N -Austausch werden im einzelnen die Gleichgewichtskonstanten α (^{13}C) = $1,0019 \pm 0,0006$ und α (^{15}N) = $1,0011 \pm 0,0005$ gefunden. Beide Isotope reichern sich in der flüssigen Phase an.

L. GENZEL, Frankfurt: Eine Wechsellichtmethodik zur Messung der optischen Konstanten im Ultraroten bei hohen Temperaturen¹.

Bei der Bestimmung des Absorptions- und Reflexionsvermögens hocherhitzter Stoffe in der Optik kommt man mit den bisherigen Meßmethoden bald an eine experimentelle Grenze, nämlich wenn die thermische Eigenstrahlung der zu untersuchenden heißen Körper in vergleichbare Größe zu der zu messenden durchgehenden oder reflektierten Strahlung kommt. Im Normalfall wird das Maximum dieser Eigenstrahlung in den ultravioletten Spektralbereich fallen, wo man noch größtenteils auf relativ unempfindliche thermische Strahlungsempfänger angewiesen ist und dadurch auf besonders große Schwierigkeiten stößt, deren Überwindung nach einem Vorschlag von M. Czerny durch eine Wechsellichtmethodik in überraschend guter Weise gelingt.

Die Meßstrahlung wird dabei – im Gegensatz zur Eigenstrahlung der zu untersuchenden Stoffe – in ihrer Intensität periodisch moduliert. Zudem benötigt man Strahlungsempfänger, die so rasch ansprechen, daß sie dem Lichtwechsel zu folgen vermögen. Als solche stehen etwa die in den letzten Jahren entwickelten Bolometer geringer Trägheit²) und, im kurzweligsten Ultrarot, Halbleiterphotozellen wie PbS zur Verfügung. Das Gemisch aus modulierter Meßstrahlung und unmodulierter Eigenstrahlung des zu untersuchenden Stoffes erzeugt im Strahlungsempfänger im Prinzip einen Gleichstrom, überlagert durch Wechselstrom. Letzteren kann man z. B. durch einen Transformator vom Gleichstrom trennen und mit Hilfe eines Wechselstromverstärkers bis zur bequemen Registrierbarkeit verstärken. Es zeigt sich, daß die Wechsellichtanzeige einer solchen Anordnung selbst bei zusätzlichem Einfall einer die Wechselstrahlung vielfach übersteigenden Gleichstrahlung nicht beeinflußt wird.

Erste Versuche über die Ultrarotabsorption eines Glases im Wellenlängenbereich von 1μ bis 3μ und für Glastemperaturen von 20° bis 1400° C erwiesen die Brauchbarkeit der Methodik. Am Beispiel eines Spiegels aus einer Platin-Rhodium-Legierung konnte gezeigt werden, daß auch das Reflexionsvermögen bei hohen Temperaturen nunmehr leicht der Messung zugänglich ist.

W. HANLE, O. KOTSCHEK und A. SCHARMANN, Gießen: Abklingzeiten organischer Leuchtstoffe.

Die Abklingzeit organischer Leuchtstoffe wird bei Anregung durch Licht und Kathodenstrahlen gemessen. Bei der Anregung durch Licht durchsetzt das Licht einen Trog, in welchem durch einen Schwingquarz eine stehende Ultraschallwelle erzeugt wird. Diese wirkt wie ein Gitter, an welchem das Licht gebrochen wird. Durch einen Spalt wird die nullte Ordnung ausgeblendet. Das durchgehende Licht ist dann mit der doppelten Frequenz (hier etwa 20 MHz) intensitätsmoduliert. Damit wird zunächst ein Streukörper beleuchtet. Das Streulicht durchsetzt einen zweiten Trog, in welchem ein mit der gleichen Frequenz schwingender Quarz eine fortschreitende Ultraschallwelle erzeugt, welche ähnlich wie eine Reihe von Zylinderlinsen wirkt, durch welche das Licht abgelenkt wird. Die Konvergenzstreifen liegen bei Belichtung mit moduliertem Licht an einer ganz bestimmten Stelle. Ersetzt man den Streukörper durch einen Leuchtstoff, so verschieben sich die Streifen infolge der endlichen Abklingzeit des Leuchtstoffes. Aus der Verschiebung kann die Abklingzeit bestimmt werden. Bei Anregung mit Kathodenstrahlen liegt die hochfrequente Spannung an einem Wehnelt-Zylinder und moduliert so den Kathodenstrahl, welcher durch ein dünnes Aluminiumfenster auf den Leuchtstoff trifft und diesen zum Leuchten erregt. Die übrige Apparatur ist die gleiche wie oben beschrieben.

¹ Genzel, Glastechn. Ber. 24, 57 [1951].

² Czerny, Kofink, Lippert, Ann. Phys. 8, 65 [1950].