Interesse, weil die Abweichungen des experimentell gefundenen Wertes von diesem theoretischen Wert einen Rückschluß ziehen lassen auf das Atomgewicht des sog. Aktiniumbleis, des inaktiven Endproduktes der Aktiniumreihe. Aus dem Atomgewicht des Aktiniumbleis könnte man das Atomgewicht des Aktiniums berechnen, über dessen Größe heute die Meinungen noch auseinandergehen.

Daß überhaupt die „praktischen Atomgewichte“ der aus Isotopen Atomarten bestehenden gewöhnlichen Elemente nach wie vor den Wert von Naturkonstanten besitzen, weil diese Gemische augenscheinlich seit der Stabilisierung der festen Erdkruste an allen Orten die gleichen sind, darauf hat bereits Herr *R. J. Meyer* in seiner eingangs erwähnten Arbeit hingewiesen, so daß sich hier ein weiteres Eingehen darauf erübrigt.

Man sieht aus all diesen Beispielen, daß durch die Auffindung der Isotopie bei vielen chemischen Elementen das praktische Atomgewicht seine große Bedeutung noch durchaus nicht eingebüßt hat. Umgekehrt wird man gerade durch äußerst präzise durchgeführte Atomgewichtsbestimmungen unter Umständen einen Rückschluß auf den inneren Atombau machen können, von dessen genauer Erkenntnis wir heute noch sehr weit entfernt sind.

Zum Schluß sei hier die Tabelle II der Deutschen Atomgewichtskommission für das Jahr 1921, wie sie in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft 54 A, 181–188, 1921, veröffentlicht worden ist, wiedergegeben.

Es ist bei dieser Tabelle leicht einzusehen, daß ihre Angaben noch nicht ganz den hohen Grad von Sicherheit und Genauigkeit haben können, die die Tabelle der praktischen Atomgewichte auszeichnet. Die letztere ist das festgefügte, auf sichersten Grundlagen aufgebaute Ergebnis häufig kontrollierter Experimente, bei dem man sich im Interesse des praktisch arbeitenden Chemikers zu Änderungen nur bei zwingenden Gründen entschließen wird. Die Tabelle II dagegen soll uns ein Bild von dem jeweiligen Stande der noch in voller Entwicklung befindlichen Atom- und Isotopenlehre geben. Entsprechend dieser Aufgabe beabsichtigt die Deutsche Atomgewichtskommission, die Tabelle II jedes Jahr auf den letzten Stand der Forschung zu bringen und zu veröffentlichen.

Die Palimpsestphotographie.

Von G. R. Kögel, Karlsruhe.

Was sind Palimpseste? Handschriften des Altertums und des Mittelalters, deren Text man ausradiert hatte, um das Pergament zu neuer Niederschrift, zur Herstellung neuer Bücher benutzen zu können. Schon Cicero berichtet davon. Der Empfänger eines Briefes löschte nach Kenntnisnahme des Inhaltes den Text, um auf dem

gleichen „Briefbogen“ sofort die Antwort dem Boten übergeben zu können. Aber nicht einzelne Blätter sind es, die der Palimpsestphotographie die große Bedeutung verleihen, sondern ganze Bände reskribierter Codices, die in einzelnen Bibliotheken in großer Anzahl vorliegen. So besitzt die Nationalbibliothek in Wien gegen 200 Bände, deren Inhalt meist noch unbekannt ist. Gerade die radierten Texte, die unter dem oberen, bereits bekannten verborgen liegen, sind die jetzt erreichbaren Quellen der antiken Forschung. Eine Bereicherung an klassischen Stücken können wir außer durch „archäologische Ausgrabungen“ nur mehr durch die Palimpseste erhoffen.

Die Beweggründe der Textscheuerung waren verschieden. Das Pergament war stets ein sehr teures Schreibmaterial. Die beständigen Kriege der vergangenen Jahrhunderte mit ihren schweren wirtschaftlichen Nöten machten die in Europa erst wieder durch den letzten Krieg bekanntgewordene Papiernot geradezu chronisch. War von einer Handschrift ein Duplikat vorhanden, das vielleicht weniger schön ausgestattet war, war der Text infolge neuer Verhältnisse scheinbar wertlos geworden (Juridica, offizielle Bibeltexte u. a.), erheischten politische Neugestaltungen eine neue, andere „Geschichte“, verlangten wirtschaftliche Umwälzungen eine Umgestaltung der Besitztitel, so wurde die schriftliche Vergangenheit getilgt und durch Neues ersetzt.

Unvermutet hat sich aber neben das Problem der antiken Palimpsestforschung ein ganz modernes gestellt. Es gibt auch Palimpseste der Neuzeit. Der Staatsanwalt aber ist es, der diesen Dokumenten seine sorgsame Aufmerksamkeit zuwendet. Gefälschte Schriftstücke des Privatlebens, des Handels und Verkehrs, wie Rechnungen usw., sind zum neuen Gegenstand der Palimpsestphotographie geworden. Wenn daher das letzte Blatt der antiken Palimpseste bereits entziffert ist, wird das Verfahren seine immerwährenden Dienste der Gerechtigkeit leisten. Dadurch überholt es die Vergangenheit und greift in die Zukunft ein.

Das Grundprinzip der früher angewandten Verfahren beruht, wie überhaupt das der gewöhnlichen Photographie, auf der Erzeugung eines Bildnegatives durch die vom Planum reflektierten Beleuchtungsstrahlen, wobei der radierte Schriftkörper infolge Absorption der Beleuchtungsstrahlen dunkel bleibt. Wesentlich war nicht nur eine möglichst kräftige Beleuchtung, um Maximalkontraste herzustellen, sondern auch eine für den Einzelfall richtige Auswahl von Lichtfiltern. Dieses mußte in seiner Farbe so gewählt werden, daß es die Strahlen absorbierte, die die Eigenfarbe der radierten Schrift darstellten.

Unsichtbares im strengen Sinne des Wortes kann durch sichtbare Strahlen direkt nie sichtbar gemacht werden. Wenn der Laie gelegentlich auf forensischen Photographien „Unsichtbares“ zu Augen bekam, so war es nur „Undeutliches“. So

beurteilte es auch der Fachmann. Gerade das Versagen der bisherigen Technik in vielen Fällen der gerichtlichen Praxis stellte das Problem, Dinge sichtbar zu machen, die tatsächlich schon auf Grund theoretischer physikalischer Erkenntnis für das menschliche Auge und für die photographische Platte unsichtbar sein mußten. So sind Weiß in Weiß, Gelb in Gelb usw., gerade unter der strengen Voraussetzung, daß beide Farbenpaare die physiologische und photochemische Differenzierungsmöglichkeit nicht erreichen, auf dem Wege der optischen Reflexkontraste nicht zu trennen. Körper, deren reflektographische Strahlendifferenzierungen aber einen darstellbaren Schwellenwert nicht erreichen, können chemisch dennoch ganz verschieden sein. Man denke nur an die Unzahl weißer, farbloser Verbindungen.

Wie können nun Körper ohne differenzierte Eigenfarben optisch unterschieden werden? Allgemein dadurch, daß man den einen Teil zum Selbstleuchten anregt, den anderen inaktiv läßt. Mit welchen Hilfsmitteln dies erreicht wird, ist an sich gleichgültig und hängt nur von dem jeweiligen Stande der Technik und der Wirtschaftlichkeit ab.

Bevor wir nun zur Darlegung dieser einzelnen technischen Hilfsmittel kommen, soll die Übertragung der differenzierten Strahlenerregung speziell auf die Palimpseste im allgemeinen gegeben werden.

Das Pergament besteht vorwiegend aus organischen Substanzen, sowohl der aromatischen als der aliphatischen Reihe. Durch ultraviolette Strahlen angeregt, fluoreszieren sie. An den Textstellen wurde das Pergament aber zum Teil physikalisch, zum Teil chemisch verändert. Physikalisch infolge Gerbwirkung durch Gerbstoffe, die zur Herstellung der Tinte seinerzeit und heute noch dienen, ferner durch Eisenverbindungen, von denen manche Kolloide fallen. In den radierten Pergamentstellen liegen aber oft noch Reste der Tintenverbindungen als solche vor, wenn auch in unsichtbar geringen Mengen. Diese Eisenverbindungen leuchten unter dem Einfluß der ultravioletten Strahlen nicht. Das Pergament hat an den gleichen Schriftstellen überdies infolge der Gerbung das Lumineszenzvermögen verloren. Die Schriftstellen müssen daher dunkel bleiben, wenn auch ihre gesamte Umgebung, das Pergament, leuchtet. Das so entstandene Gesamtfluoreszenzbild verlangt, um ausschließlich zur photographischen Volldarstellung zu gelangen, den Ausschluß des Tageslichtes. Als „sichtbares“ Licht würde es das Fluoreszenzbild optisch vollständig überstrahlen. Die Durchführung des Verfahrens verlangt also vollkommene Dunkelheit. Die photographische Platte mit Kamera und Objektiv nimmt dann ausschließlich das Fluoreszenzbild auf.

Wie schon erwähnt, bestimmt der jeweilige Stand der Technik, aber auch die Natur des

Gegenstandes die in Einzelfällen anzuwendenden Hilfsmittel. Darüber wurde in der Schrift „Die Palimpsestphotographie“ (Verlag von W. Knapp, Halle a. Saale) berichtet. Nachdem nun die Grundlagen des Verfahrens im allgemeinen dargestellt worden sind, soll der Leser mit einem neuen Fortschritt auf diesem Gebiete bekannt werden, mit der neuen Schnellpalimpsestphotographie. Sie wurde in Anforderung der höchsten Zeitersparnis für wissenschaftliche Expeditionen geschaffen.

Die Lichtquellen¹⁾.

Als Lichtquelle dient die Quecksilberdampflampe. Diese Lampe zündet entweder durch Hand- oder automatische Kippung. Ein Nachregulieren ist nicht erforderlich. Man kann also dauernd arbeiten, ohne sich um die Bedienung der Lichtquelle kümmern zu müssen. Der Brenner der Lampe wird in ein Gehäuse eingeschlossen, das eine runde Öffnung hat, durch die die Strahlen mittels eines eingefügten Kollektors nach außen gelangen. Die Linse des Kollektors muß aus Quarz sein, das die ultravioletten Strahlen, die vom Glas bereits absorbiert würden, ungeschwächt durchläßt. Die Brennweite des Kollektors beträgt ca. 4 cm Durchmesser, dessen Öffnung 5 cm. Der Kollektor wird möglichst nahe an den Brenner gebracht, damit die Ausnutzung des horizontalen gestreckten Lichtbündels der Quarzlampe möglichst groß wird. Der Abstand soll ungefähr 2—4 cm sein.

Quecksilberdampflampen wurden bis vor einiger Zeit nur für Gleichstrom hergestellt, können nun aber auch zum Anschluß an Wechselstrom von der Quarzlampengesellschaft Hanau a. M. bezogen werden. Jede Stromart, jede Voltspannung verlangt jedoch einen verschiedenen Brenner. Für stationäre Anlagen bedeutet dies keinen besonderen Nachteil. Für wissenschaftliche Expeditionen aber, auf denen man stets wechselnden Stromverhältnissen begegnet, müßte eine Anzahl verschiedener Brenner mitgeführt werden. Die Bruchgefahr, die durch die Sprödigkeit der Quarzröhren mit ihren inneren Spannungen bedingt ist, verbietet dies jedoch. Man rüstet sich daher mit einer halbautomatisch regulierenden Bogenlampe aus. Mit einem variablen Widerstand kann die Lampe dann an jede Netzspannung angeschlossen werden. Um dem Bogenlicht eine möglichst starke Ultraviolettstrahlung zu verleihen, benutzt man an Stelle der gewöhnlichen Kohlenstifte solche mit Eisen- oder Nickelfüllung.

Das U. V.-Transfilter.

Da das Original mit ausschließlich ultravioletten Strahlen zu beleuchten ist, so muß alles sichtbare Licht aus den Beleuchtungsstrahlen ausgeschieden werden. Dies geschieht mit dem U. V.-Transfilter, das die sichtbaren Strahlen absorbiert, die ultravioletten durchläßt. Es besteht aus einer Doppel- oder einfachen Küvette, die die Form eines Glasrohres von 5 cm Durchmesser und 7 cm Länge besitzt. Dieser Tubus ist an beiden Enden mit Quarzplatten abgeschlossen. Durch Öffnungen an der Oberseite wird diese Küvette mit einer verdünnten Lösung von p-Nitrosodimethylanilin gefüllt. Das große Ausmaß der Küvette garantiert, daß die Lösung unter dem Einfluß der Strahlen nicht zu warm wird und zu schnell verdunstet, wie

¹⁾ Sämtliche Apparate lieferbar durch Firma C. Zeiß-Jena.

dies bei der für die gleichen Zwecke von mir früher vorgeschlagenen Blauviolelasküvette eintreten kann. Dieses Filter läßt nur gelbe und etwas rote Strahlen durch. Die letzteren stören nicht, können aber auch ausgeschieden werden, wenn man einen Teil der Doppelküvette mit einer konzentrierten Kupfersulfatlösung anstatt mit Nitrosodimethylanilin füllen würde. Die gelben Strahlen müssen aber noch ausgeschaltet werden. Dies wird durch eine Scheibe aus Blauviolel-

Ganzdunkel infolge der vorwiegenden Fluoreszenz verschwindet.

Das von dem Lichtfilter freigegebene Ultraviolett muß durch einen Kondensor aus Quarz auf das Original gleichmäßig verteilt werden. Die Brennweite der Kondensorquarzlinse soll 20—30 cm betragen. Durch Verschieben des Kondensors kann man die von demselben gelieferte Lichtscheibe ohne Schwierigkeit auf die Größe des Originals bringen.

Fig. 1. Naturgetreue Photographie des Codex Sangallensis 193. Die vertikale, dunkle Schrift ist die Sekundärschrift, die horizontale, radierte Schrift ist nicht lesbar.

Fig. 2. Fluoreszenzpalimpsestphotographie mit Abdeckungsverfahren f. d. Sekundärschrift, die hell erscheint. Die radierte, horizontale Schrift tritt vollständig hervor.

glas bewirkt, die man der Küvette an deren Ende vorsetzt, das von dem Licht am weitesten entfernt ist. Dadurch wird das etwas empfindliche Glas durch die Strahlung nicht mehr getrübt oder aufgeraut, wie dies der Fall ist, wenn die Küvette selbst aus diesem Glas besteht.

Die Nitrosodimethylanilinlösung stellt man sich auf folgende Weise her. In 100 cem Alkohol löst man 0,1 g und verdünnt 2 cem davon mit 800 cem Wasser. Diese Konzentration ist aber immerhin nicht für alle Fälle die beste. Denn für Schnellarbeit soll je nach der Stärke der benutzten Lichtquelle die gerade zulässige Verdünnung angewandt werden. Man kann dabei nach folgender Regel verfahren. Die Lösung wird auf die Verdünnung gebracht, daß im Halbdunkel das Original einen violetten Schimmer zeigt, der bei

U. V.-Absorptionsfilter.

Von den auf das Original auffallenden ultravioletten Strahlen wird nur ein Teil in Fluoreszenzstrahlung umgewandelt, der andere Teil reflektiert. Er würde durch das Objektiv in die Kamera und auf die photographische Platte gelangen. Infolge chromatischer Aberration und Überwirkung gegenüber dem schwächeren Fluoreszenzbild würde die Platte verschleiert werden. Die ultravioletten Strahlen müssen daher auf ihrem Weg zum Original abgefangen, die Fluoreszenzstrahlung aber nicht behindert werden. Es bereitete ziemlich große Schwierigkeiten, ein solches Filter ausfindig zu machen. Endlich wurde es in dem Triphenylmethan gefunden. Man stellt eine Lösung von 0,7 g Triphenylmethan in 70 cem Alkohol her und füllt

eine Glasktivette von 3—4 mm Innenweite. Diese Filter bringt man unmittelbar vor dem Objektiv an. Die wasserklare Flüssigkeit läßt die Fluoreszenzstrahlung frei durch, absorbiert aber das reflektierte Ultraviolett vollständig.

Lichtempfindliche Platten und Expositionszeit.

Bei der intensiven Fluoreszenzstrahlung, die durch diese Anordnung erzielt wird, nimmt eine hochempfindliche Platte (Elurultrarapid, Sonja-Ultra) das Bild je nach der Größe des Originals bereits in 3—5 Minuten. Dabei ist ein lichtstarker Anastigmat von $f:4.5$ zu verwenden. Eine photomechanische Platte, die um ein Vielfaches weniger empfindlich ist, das Bild aber in unvergleichlich größeren Kontrasten liefert, erfordert 3—5 Stunden. Auf diese Weise sind bei der hochempfindlichen Platte und relativ auch bei der photomechanischen frühere Stunden zu Minuten geworden.

Helligkeitsumstellung der Sekundärschrift.

In der oben angegebenen Schrift habe ich folgendes Verfahren als das geeignetste bezeichnet, das die zweite Schrift auf den Tonwert des Planums umstellt, ohne die Schärfe der Primärschrift zu beeinträchtigen. Man macht von dem Original das Fluoreszenznegativ und davon die Papierkopie I. Mittels einer orthochromatischen Platte gewinnt man das Negativ mit ausschließlich Sekundärschrift und stellt davon eine Kopie auf einem Transparentfilm her. Dieser wird mit Quecksilberchlorid gebleicht. II wird auf I zur kongruenten Deckung gebracht und dient als Schlußvorlage.

Die Durchführung dieses Verfahrens war seit 1915 unmöglich geworden, weil die Industrie keine solche Transparentfolien mehr herstellt, zuerst wegen Mangels an Material, jetzt wegen der nicht zu leistenden Preise. Nachdem es nun *F. Limmer*¹⁾ seit kurzem gelang, mittels Ammonium bifluoratum auf eine sehr einfache Weise von Platten die Schicht in Form eines Films herabzuziehen, kann eine Diapositivplatte den Transparentfilm ersetzen. Die Schärfe im Bild nimmt damit noch zu, da die Negativschicht dünner ist als der dünne Film.

Besprechungen²⁾.

Chwolson, O. D., Lehrbuch der Physik. Zweite verbesserte und vermehrte Auflage. Zweiter Band, zweite Abteilung: Die Lehre von der strahlenden Energie. Herausgegeben von *Gerhard Schmidt*. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1922. XV, 894 S. und 498 Abbild. $14\frac{1}{2} \times 22\frac{1}{2}$ cm. Preis geh. M. 80,—; geb. M. 100,—.

Dem Herausgeber ist es gelungen, den Band so umzuarbeiten und zu ergänzen, daß man sagen kann, er werde den modernen Forderungen in der Hauptsache gerecht. Das Buch enthält alles Wissenswerte aus dem modernen physikalischen Gebiet der Strahlung und wird, vereint mit dem Band V, der eine zusammenhängende Darstellung der Quantentheorie bringt, nicht nur unserer studierenden Jugend ein willkommener Führer auf dem noch neuen Gebiete sein, sondern auch für alle die von großem Nutzen sein, die sich fortbilden wollen und müssen. Ich denke dabei an die in der In-

dustrie beschäftigten Wissenschaftler, die auf eng begrenzten Spezialgebieten tätig sind, und an die Lehrer an den höheren Schulen. Für beide wird ein Lehrbuch willkommen sein, das auf die Darstellung schwieriger mathematischer Theorien verzichtet und sich darauf beschränkt, über die modernen Forschungsergebnisse in leicht verständlicher Form zu berichten.

Es ist leichter, Kritik an einem Buche zu üben, als ein Buch herauszugeben; es ist auch leichter, ein Buch neu zu schreiben, als ein altes Buch unter möglichster Schonung der bestehenden Anlage und unter größtmöglichen Sparsamkeitsrücksichten modernen Forderungen anzupassen. Zu diesen Schwierigkeiten kommt noch eine weitere hinzu. Wir stehen auf dem Gebiete der Physik noch mitten in einer Revolution, Neues und Altes gehen noch nebeneinander her und verhindern eine einheitliche Stilbildung. Wenn ich daher im folgenden manches auszusetzen habe, so bin ich mir bewußt, daß wahrscheinlich auch der Herausgeber in mancher Hinsicht noch weitere Verbesserungen vorgenommen hätte, wenn ihn die eben genannten Gründe nicht daran verhindert hätten. Ich hoffe auch, daß meine nachfolgende Kritik nicht als Tadel aufgefaßt wird, sondern vielmehr als Interesse und Mithilfe, ein recht gutes und nützliches Werk noch weiter zu vervollkommen.

Die meisten Lehrbücher der Physik betonen meines Erachtens zu wenig die Bedeutung der Forschungsergebnisse für die Praxis. Das Interesse an einer Sache wird doch erst lebhaft, wenn man auch weiß, wozu das alles nützt. „Wozu?“ fragt in erster Linie der Schüler. In der Mechanik und Elektrizitätslehre liegen die Dinge anders, dort besitzt schon jeder reichlich viel praktische Erfahrung, so daß er die Frage „wozu“ gar nicht erst zu stellen braucht. So günstig steht es aber bei der Optik nicht, und wenn man hier die praktische Bedeutung der einzelnen Forschungszweige so gut wie nicht erwähnt, so muß dem mit der Optik weniger vertrauten Physiker der Stoff äußerst trocken und langweilig vorkommen. Es sei nur ein Beispiel genannt. Wozu Newtonsche Farbenringe, welche Bedeutung kommt ihnen in der Optotechnik zu? In dieser Hinsicht könnte auch der zu besprechende Band noch einige Verbesserungen erfahren, und vielleicht kann dies ohne wesentliche Vermehrung des Bandes geschehen, wenn der Herausgeber noch etwas weiter geht mit der Streichung von Methoden, die nur noch historischen Wert besitzen, oder wenn die Paragraphen aus der kosmischen Physik stark gekürzt werden. Hierüber gibt es heute genügend gute und leichtverständliche Spezialwerke.

Nach diesen mehr allgemeinen Bemerkungen sollen die einzelnen Kapitel des Bandes besprochen werden.

Das erste Kapitel bringt als Einleitung alles das, was zu dem modernen Begriff der strahlenden Energie führt, und muß sowohl in bezug auf Auswahl des Stoffes und Anordnung als mustergültig bezeichnet werden. In der Terminologie hätte man vielleicht gegen den Ausdruck „Wärmestrahlen“ nicht so hart vorgehen sollen und ihm für die dunklen oder unsichtbaren infraroten Strahlen beibehalten können. Die Gefahr einer bedenklichen Begriffsverwirrung würde dadurch wohl kaum heraufbeschworen. Neu in diesem Kapitel sind die beiden Paragraphen 2 und 3 über die Lichtquanten und über das Elektron. Auch in allen übrigen Abschnitten dieses Kapitels wird über die modernen Forschungsergebnisse ausreichend Bericht erstattet.

¹⁾ Photogr. Mitt. 1922, S. 160.

²⁾ Die Preise der Bücher sind ohne die Teuerungszuschläge eingesetzt.