

ZEITSCHRIFT FÜR DEN PHYSIKALISCHEN UND CHEMISCHEN UNTERRICHT

54. JAHRGANG

1941

HEFT 1

Hörbarmachung von Ultraschall zu Demonstrationszwecken.

Von A. Becker und F. Goos in Heidelberg.

(Mitteilung aus dem Philipp Lenard-Institut der Universität Heidelberg.)

Zur Durchführung akustischer Versuche in begrenzten Räumen, wie sie etwa für Unterrichtszwecke in Betracht kommen können, bietet der Ultraschall infolge seiner kurzen Wellen manche Vorteile. Er eignet sich insbesondere zur experimentellen Verfolgung von Fragen der Schallausbreitung im Luftraum, der Reflexion, Brechung, Beugung und der Interferenz allgemein. Erschwerend steht seiner Verwendung aber häufig die Tatsache entgegen, daß er nicht hörbar ist und daß die prinzipiell brauchbaren objektiven Nachweismittel (wie RAYLEIGHsche Scheibe, KUNDTsche Röhre oder der Hitzdraht) keine erheblichen Versuchsvariationen zulassen. Da andererseits aus Gründen der demonstrativen Wirkung und der Einprägsamkeit der Wunsch besteht, einen akustischen Vorgang möglichst mit dem Ohr zu verfolgen, so haben wir uns bemüht, zu Vorführungszwecken eine Anordnung zu erproben, die unter Zuhilfenahme allgemein gebräuchlicher apparativer Mittel eine „Frequenztransformation“ vom Ultraschall in Hörschall zuläßt.

Das hierfür gewählte Verfahren bedient sich der naheliegenden Methode der Überlagerung, wie sie namentlich auch im elektromagnetischen Hochfrequenzgebiet vielfache Anwendung findet. Der Frequenz des nachzuweisenden Ultraschalls wird eine ebenfalls unhörbare Hilfsfrequenz von solcher Höhe überlagert, daß der Differenzton, dessen Höhe durch Variation der Hilfsfrequenz beliebig einstellbar ist, in den Hörbereich kommt.

Es ist nun bekannt, daß das Ohr selbst unmittelbares Nachweismittel des Überlagerungseffekts sein kann. Bemerkenswert ist das an das Zirpen der Grillen erinnernde Interferenzphänomen, das beim Zusammenwirken zweier benachbarter eben noch hörbarer hoher Töne wahrnehmbar ist, und das hörbare Wandern der Frequenzdifferenz, von langsamen Schwebungen ausgehend über den ganzen Tonbereich hinweg, wenn der eine Ultraschall von der Gleichheit beider Frequenzen aus allmählich verändert wird. Diese Erscheinung ist aber ihrer meist geringen, große Aufmerksamkeit erfordernden Intensität wegen für akustische Demonstrationen in größerem Kreis wenig geeignet.

Man ist daher genötigt, zur Aufnahme des Interferenzvorgangs ein objektives Ultraschall-Aufnahmeelement zu verwenden, das die akustischen Schwingungen in üblicher Weise in elektrische umsetzt, die beliebig verstärkt und darnach wieder als akustische Schwingungen dem Ohr mitgeteilt werden können.

1. Eine einfache Anordnung ist die, daß man beide Töne in einem Mikrophon aufnimmt, wo die Überlagerung stattfindet, die dann an einem über einen Verstärker angeschlossenen Lautsprecher abgehört werden kann. Von Vorteil ist beispielsweise ein zweiseitiges Kristallmikrophon, das, wie Fig. 1 zeigt, zwischen beide Schallquellen gestellt werden kann. Dieses Mikrophon kann unmittelbar mittels eines Kabels an einen Verstärker angeschlossen werden, der zu einem Lautsprecher führt. Q_1 ist die Quelle des zu untersuchenden Ultraschalls, Q_2 ist diejenige des Hilfstones. In beiden Fällen wäre etwa eine GALTON-Pfeife anwendbar; doch ist es für quantitative Feststellungen vorteilhafter, den hochfrequenten Hilfston einem durch einen Tongenerator

gespeisten Lautsprecher zu entnehmen. Dieses Verfahren beansprucht, wie man sieht, verhältnismäßig geringe Hilfsmittel; es besitzt aber den Nachteil, daß beide Schallquellen immer in möglichster Nähe des Mikrophons sich befinden müssen, so daß eine Abtastung eines Schallfeldes in weiteren Grenzen nicht durchführbar erscheint.

2. Diese Schwierigkeit fällt bei einer Anordnung fort, die durch Fig. 2 veranschaulicht wird. Der zu untersuchende Ultraschall wird wieder von einem hochwertigen Mikrophon aufgenommen, das aber jetzt beliebig im Schallfeld verschoben werden kann, da es nicht akustisch an die Quelle des Hilfstons gekoppelt ist. Geeignet ist wieder ein Kristall- oder auch ein Kondensatormikrophon; besonders wirksam wäre eine Spezialtype für hohe Frequenzen, wie sie etwa von SACERDOTE¹ angegeben worden ist. Die Hilfsfrequenz wird wieder einem Tongenerator entnommen,

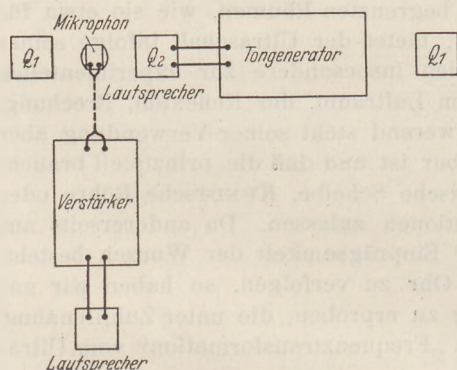


Fig. 1. Akustische Überlagerung.

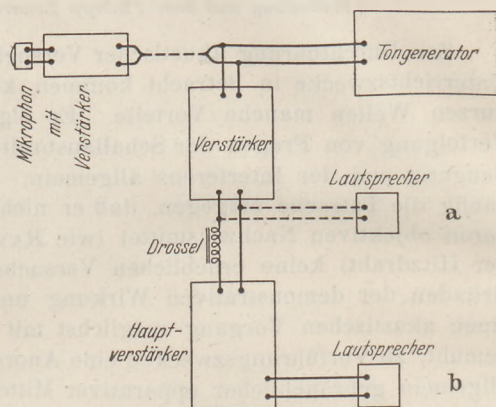


Fig. 2. Elektrische Überlagerung: a mit einfachem Verstärker; b mit Siebdrossel und Nachverstärkung.

nun aber nicht mehr einem Lautsprecher zugeleitet, sondern unmittelbar einem Verstärker zugeführt, der gleichzeitig die vorverstärkten Mikrophonschwingungen aufnimmt. Die Überlagerung beider Frequenzen, die hier eine rein elektrische ist, erfolgt also im Verstärker. An dessen Ausgang kann unmittelbar der zum Abhören des Differenztons erforderliche Lautsprecher angeschlossen werden (Fig. 2 a). Sind die Mittel dazu vorhanden, so ist es bei Vorführungen in einem größeren Kreis zweckmäßig, eine weitere Verstärkung (Hauptverstärker) vorzunehmen und zwischen beide Verstärker noch eine geeignete Drossel einzufügen, um etwa auftretende hohe Begleitöne auszuschließen (Fig. 2 b).

Diese Anordnung gestattet es, das als Schallsonde wirkende Mikrophon beliebig im Schallfeld der Quelle Q_1 zu verschieben, da sein Anschluß an den Überlagerer (Verstärker) durch längeres Kabel erfolgen kann. So kann das Auftreten stehender Wellen des Ultraschalls durch kontinuierliche Verschiebung des Mikrophons vor Q_1 nachgewiesen und zur exakten Frequenzbestimmung benutzt werden. Ein anschaulicher Versuch ist auch der Nachweis der Reflexionsgesetze, wenn Q_1 und Mikrophon in je einem Brennpunkt weit voneinander entfernt aufgestellter metallischer Hohlspiegel angebracht werden. Die durch zwischengeschobene Schirme, Prismen oder Gitter hervorgerufene Beeinflussung des gerichteten Schallstrahls kann dabei ohne weiteres abgehört werden. Ebenso machen sich kleinste Frequenzänderungen des Ultraschalls als genau meßbare Tonhöhenänderungen bemerkbar. Für den Fall, daß die Schätzung der Lautstärke des Differenztons zu quantitativen Intensitätsangaben nicht genügt, besteht immer die Möglichkeit, den Lautsprecher am Ausgang des Verstärkers durch ein geeignetes Voltmeter zu ersetzen.

¹ G. SACERDOTE: Alta Freq. 2, 516 (1933); vgl. Funktechn. Mh. 1939, H. 6, 170.

Kleine Mitteilungen.**Ein neues ballistisches Pendel mit großem Meßbereich.**

Von E. Zachmann in Pforzheim.

I. Das ballistische Pendel in seiner gebräuchlichen Form ist ein Schwerependel, bei dem aus der Größe des Stoßausschlages die dem Pendelkörper durch den unelastischen Stoß eines auftreffenden Geschosses erteilte Bewegungsgröße und daraus die Geschwindigkeit des Geschosses berechnet wird. Die strenge Behandlung des Stoßvorganges setzt aber die Begriffe des Trägheitsmomentes und des Drehimpulses voraus und wird daher in der unterrichtlichen Behandlung durch eine vereinfachte Betrachtung ersetzt, bei der das Pendel als mathematisches Pendel angesehen und die bei der Hebung des Pendelkörpers geleistete Arbeit aus dem in waagrechter Richtung gemessenen Ausschlag berechnet wird. Die wesentliche notwendige Voraussetzung für diese Vereinfachung ist die Beschränkung auf „kleine“ Ausschläge, was zur Folge hat, daß bei gegebenem Verhältnis der Geschossmasse zur Pendelmasse der Meßbereich des ballistischen Pendels auf einen bestimmten Geschwindigkeitsbereich beschränkt ist und nur durch Änderung der Pendellänge erweitert werden kann. Gerade bei den günstigen „kleinen“ Ausschlägen aber fallen die unvermeidlichen Ablesefehler und die durch Reibung und Luftwiderstand hervorgerufenen Verminderungen der Ausschläge besonders stark ins Gewicht.

Es lag daher nahe, als ballistisches Pendel ein schwingfähiges Gebilde zu verwenden, bei dem die Proportionalität von rücktreibender Kraft und Ausschlag unter allen Umständen streng erfüllt ist und bei dem darüber hinaus eine Änderung der rücktreibenden Kraft und damit des Meßbereichs leicht möglich ist. Diese Bedingungen sind bei elastischen Kräften erfüllt, und es soll im folgenden ein solches „elastisches ballistisches Pendel“ in den Grundzügen und in der experimentellen Durchführung beschrieben werden.

Der Einfluß der Schwere sei dadurch ausgeschaltet, daß der als Kugelfang dienende Pendelkörper sich (im Idealfall reibungslos) in waagrechter Richtung bewege und durch die elastische Kraft einer Feder in eine Ruhelage zurückgezogen werde. Es sei:

m die Masse des Geschosses; v_0 seine Geschwindigkeit; M die Masse des Kugelfangs; v die Geschwindigkeit, die der Kugelfang nach dem Stoße besitzt; dann gilt zunächst die Gleichung der Bewegungsgrößen:

$$m \cdot v_0 = (M + m) \cdot v. \quad (1)$$

Bewegt sich der Pendelkörper infolge des Stoßes um die Strecke s aus der Gleichgewichtslage, so daß dadurch in der Feder die Kraft P hervorgerufen wird, so gilt die Energiegleichung:

$$\frac{M + m}{2} \cdot v^2 = P \cdot \frac{s}{2}. \quad (2)$$

Hieraus ergibt sich:

$$v = \sqrt{\frac{P \cdot s}{M + m}}$$

und damit die Grundgleichung (I):

$$v_0 = \frac{M + m}{m} \cdot \sqrt{\frac{P \cdot s}{M + m}} = \frac{1}{m} \sqrt{P \cdot (M + m) \cdot s},$$

oder nach Einführung der „Starre“ f , also mit $P = f \cdot s$:

$$v_0 = \frac{1}{m} \sqrt{f \cdot (M + m) \cdot s};$$

d. h. die Geschwindigkeit v_0 ist dem Ausschlag s streng proportional; die Empfindlichkeit der Anordnung kann durch Änderung der Starre f leicht geändert werden.

Die zunächst nur für geradlinige Bewegung des Pendels gültige Beziehung (I) läßt sich aber ebenso gut auf die technisch leichter zu verwirklichende Bewegung in einer Kreisbahn anwenden, wie aus der folgenden Überlegung hervorgeht.

Es sei: J die Drehmasse (das Trägheitsmoment) des Pendels; ω_0 die Winkelgeschwindigkeit, mit der das Pendel seine Schwingung beginnt; r der Halbmesser der Kreisbahn; $\hat{\alpha}$ der durch den Stoß bewirkte Ausschlag in Bogenmaß; l die Länge des Bogens $r \cdot \hat{\alpha}$; m die Masse des Geschosses; D_1 die den „Bogen Eins“ bewirkende Drehkraft (Drehmoment). Dann gilt die der Impulsgleichung (1) entsprechende Beziehung:

$$m \cdot r \cdot v_0 = J \cdot \omega_0 \quad (3)$$

und die der Energiegleichung (2) entsprechende:

$$\frac{J \cdot \omega_0^2}{2} = \frac{D_1 \cdot \hat{\alpha}^2}{2} \quad (4)$$

Daraus ergibt sich:

$$\omega_0^2 = \frac{D_1 \cdot \hat{\alpha}^2}{J}$$

und damit (II):

$$v_0 = \frac{J \cdot \omega_0}{m \cdot r} = \frac{\sqrt{D_1 \cdot J}}{m \cdot r} \cdot \hat{\alpha}.$$

Unter der Annahme, daß sich für das Trägheitsmoment J der Ausdruck $(M + m) \cdot r^2$ setzen läßt, d. h. daß man sich die Gesamtmasse des Pendels in seinem Schwerpunkt vereinigt denken darf, sowie mit $\hat{\alpha} = \frac{l}{r}$ und $D_1 = \frac{P \cdot r}{\alpha}$ ergibt sich:

$$v_0 = \frac{\sqrt{\frac{P \cdot r}{\alpha} (M + m) \cdot r^2}}{m \cdot r} \cdot \hat{\alpha} = \frac{l}{m} \sqrt{P \cdot (M + m) \cdot l},$$

also die gleiche Beziehung wie bei der geradlinigen Bewegung, so daß für die elementare Ableitung von der Kreisbewegung abgesehen werden darf.

Von der nur angenäherten Berechnung des Trägheitsmomentes wird die Herleitung unabhängig durch Einführung der Schwingdauer T des Systems. Setzt man in (II) für das Trägheitsmoment J den Ausdruck $\frac{T^2 \cdot D_1}{\pi^2}$ ein, so ergibt sich:

$$v_0 = \frac{\sqrt{T^2 D_1^2 \cdot \hat{\alpha}}}{\pi \cdot m \cdot r} = \frac{T \cdot D_1}{\pi \cdot m \cdot r} \cdot \hat{\alpha}.$$

Mißt man den Ausschlag in Grad und drückt das Drehmoment durch die Feder-

spannung p_α beim Ausschlag α Grad aus, so ist mit $D_1 \cdot \hat{\alpha} = p_\alpha \cdot r$:

$$v_0 = \frac{T \cdot p_\alpha}{\pi \cdot m},$$

oder, wenn die den Ausschlag 1° bewirkende Kraft mit p_1 bezeichnet, also $p_\alpha = p_1 \cdot \alpha$ [Grad] gesetzt wird:

$$v_0 = \frac{p_1 \cdot T}{\pi \cdot m} \cdot \alpha \text{ [Grad]}.$$

II. Das elastische ballistische Pendel besteht (Fig. 1) aus zwei teil-

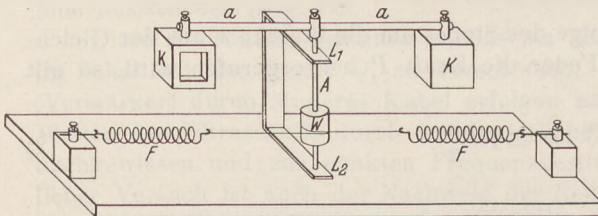


Fig. 1. Aufbau des ballistischen Federpendels. KK Kugelfänge. $a \dots a$ Querarm (Messingrohr). A senkrechte Stahlachse. $L_1 L_2$ Lager. $F F$ Spiralfedern. W Schnurwalze (Holz).

weise mit Blei ausgegossenen offenen Blechwürfeln K mit 5 cm Kantenlänge und je etwa 900 g Gewicht, von denen abwechselnd einer als Kugelfang benutzt wird. Um auch bei großen Geschwindigkeiten, z. B. der eines Kleinkalibergeschosses, ein Durchschlagen zu verhindern, sind die Rückwände der Kugelfänge durch Eisenblechstücke von 2 mm Dicke verstärkt. Die Kugelfänge sind durch Klemmschrauben an den Enden eines 32,5 cm langen, waagrechten Messingrohrs aa von 50 g Gewicht befestigt, so daß ihre Schwerpunkte von der durch die Mitte des Messingrohrs gehenden senkrechten Drehachse A den Abstand 15,3 cm haben. Die Drehachse ist ein Stahlstab mit 0,55 cm

Durchmesser, der in zwei senkrecht übereinander liegenden Lagern L_1 und L_2 läuft davon ist das untere zugleich als Kugellager ausgebildet. Auf die Stahlachse ist eine Holzwalze W mit 3,7 cm Durchmesser aufgesetzt. Über diese läuft eine Angelschnur, an deren Enden die beiden am Grundbrett befestigten Spiralfedern F eingehakt sind. Die Ausschläge werden mittels eines an dem einen der beiden Kugelfänge befestigten Zeigers auf einem waagrechten (in der Figur der Übersichtlichkeit halber weggelassenen) Teilkreis abgelesen.

Es wurden drei verschiedene Federpaare benutzt, die jeweils unter sich möglichst genau abgeglichen waren. Als Maß ihrer Stärke ist die für die Drehung um 1° notwendige, im Schwerpunkt des Pendelkörpers angreifende Kraft p_1 angegeben.

- a) Starke Federn: $p_1 = 1,3$ g/Grad Ausschlag; $T = 1,97$ sec;
- b) mittlere Federn: $p_1 = 0,72$ g/Grad Ausschlag; $T = 2,63$ sec;
- c) schwache Federn: $p_1 = 0,24$ g/Grad Ausschlag; $T = 4,56$ sec.

Es erhebt sich nun die Frage, inwieweit bei dieser Anordnung die bei der elementaren Ableitung gemachte Annahme zulässig ist, daß man sich die Gesamtmasse des Pendels in seinem Schwerpunkt vereinigt denken darf.

Diese Annahme ist gleichbedeutend damit, daß sich das Trägheitsmoment aus der Masse des Pendelkörpers und seinem Abstand von der Drehachse berechnen läßt¹. Außer der Masse des Kugelfangs muß noch die des Querarms berücksichtigt werden, während die Trägheitsmomente der Drehachse und der Holzwalze wegen ihrer Geringfügigkeit vernachlässigt werden dürfen. Man kann ansatzweise zunächst die Masse des Querarms ganz zu der des Kugelfangs hinzuzählen. Dann ergibt sich als Trägheitsmoment $J_{(\text{angenähert})} = (1830 + 50) \cdot 15,3^2 \text{ g} \cdot \text{cm}^2 = 440\,100 \text{ g} \cdot \text{cm}^2$.

Um zu prüfen, ob dieses Verfahren berechtigt ist, vergleichen wir mit dem so erhaltenen Trägheitsmomente den Wert, der sich aus den Federkonstanten und den Schwingdauern ergibt. Für die starken Federn errechnet sich $J = 441\,200 \text{ g} \cdot \text{cm}^2$; für die mittleren $435\,600 \text{ g} \cdot \text{cm}^2$; für die schwachen $436\,100 \text{ g} \cdot \text{cm}^2$. Daraus ergibt sich als Mittelwert: $J_m = 437\,630 \text{ g} \cdot \text{cm}^2$.

Berechnet man hieraus nach der Beziehung $J = \bar{M} \cdot r^2$ mit $r = 15,3$ cm die Masse, die, im Schwerpunkt des Kugelfangs vereinigt, das gleiche Trägheitsmoment liefern würde, so ergibt sich $\bar{M} = 1870 \text{ g}$.

Die gute Übereinstimmung erweist die Berechtigung des Ansatzes.

III. Zur praktischen Erprobung der Anordnung wurde die Geschößgeschwindigkeit des LEYBOLDSchen Experimentiergeschützes gemessen. Bei diesen Messungen handelt es sich zunächst einmal darum, einen unelastischen Stoß zu erhalten. Dazu wurde bei einer Anzahl Versuche auf den Kugelfang ein mit radialen Schlitzern versehener Deckel aus starkem Zeichenpapier gesetzt. Die einzelnen federnden Blättchen lassen die Kugel zwar nach innen durchtreten, verhindern aber ein Zurückfliegen entgegengesetzt der Schußrichtung, so daß die Kugel sich mit dem Kugelfange zusammen als Ganzes weiterbewegen muß. Noch besser bewährte sich auf die Dauer ein anderes

¹ Bei einer genauen Berechnung des Trägheitsmomentes muß außer den Trägheitsmomenten der Drehachse und der Holzwalze auch noch das STEINERSche Zusatz-Trägheitsmoment berücksichtigt werden. Für quaderförmige Körper mit den Kantenlängen a , b und c ist das Trägheitsmoment in Bezug auf eine parallel der Kante c durch den Schwerpunkt gehende Achse $J = \frac{m}{12} (a^2 + b^2)$; das ergibt bei der Höhe $a = 5$ cm und der Dicke $b = 3$ cm: $J = \frac{1830}{12} (25 + 9) \text{ g} \cdot \text{cm}^2 = 5180 \text{ g} \cdot \text{cm}^2$. Für den stabförmigen Querarm von der Länge 16,25 cm und $m = 50$ g ist: $J = \frac{m \cdot l^2}{3} = \frac{50 \cdot 16,25^2}{3} = 4400 \text{ g} \cdot \text{cm}^2$. Dazu kommen noch die Trägheitsmomente der Stahlachse mit $0,95 \text{ g} \cdot \text{cm}^2$ und der Schnurwalze mit $42,8 \text{ g} \cdot \text{cm}^2$, so daß sich im ganzen $J_{(\text{theor.})} \approx 438\,124 \text{ g} \cdot \text{cm}^2$ ergibt.

Es sei noch bemerkt, daß die Gewichte der Kugelfänge bei der Planung der Anordnung so gewählt wurden, daß das vernachlässigte STEINER-Glied den durch Hinzurechnen der ganzen Masse des Querarms statt $\frac{m}{3}$ verursachten Fehler im Trägheitsmoment möglichst ausgleicht.

Verfahren. In die Höhlung des Kugelfangs wird eine etwa 0,2 bis 0,5 cm dicke Plastilinscheibe eingesetzt, deren Dicke für jede Geschößgeschwindigkeit so ausprobiert wird, daß die Kugel tief genug eindringt, um gerade festgehalten zu werden.

Der Weg s wird durch den in Winkelgraden gemessenen Ausschlag α ausgedrückt, also $s = \frac{\pi \cdot r}{180} \cdot \alpha$ gesetzt. Die Rückstellkraft P bestimmt man mittels der Kraft p_1 , die am Schwerpunkt des Kugelfangs angreifend, den Winkelausschlag 1° hervorruft. Damit ergibt sich für v_0 die Beziehung (I) in der Form $v_0 = \frac{1}{m} \cdot \sqrt{\frac{p_1 \cdot \pi \cdot r (M + m)}{180}} \cdot \alpha$. Hierin wird eingesetzt für M : Masse der Kugelfänge (1830 g) + Masse des Querarms (50 g) + Masse des Plastilins (25 g) = 1905 g; für m : Masse der Kugel (20 g). Mit $r = 15,3$ cm und den auf S. 5 angegebenen Werten für p_1 ergibt sich a) für die starken Federn: $v_0 = 40,6 \cdot \alpha$ cm/sec = $0,406 \cdot \alpha$ m/sec; b) für die mittleren Federn: $v_0 = 30,1 \cdot \alpha$ cm/sec = $0,301 \cdot \alpha$ m/sec; c) für die schwachen Federn: $v_0 = 17,5 \cdot \alpha$ cm/sec = $0,175 \cdot \alpha$ m/sec.

Tabelle 1. Ausschläge (in Grad).

Federeinstellung am Experimentier- geschütz	Skalenteile				
	10	20	30	40	45
Starke Federn . .	11,5	15,8	20,6	25,25	27,2
Mittlere Federn . .	14,75	21,5	27,1	33,4	36,2
Schwache Federn	25,2	35,9	45,0	55,1	60,0

Tabelle 1a. Geschwindigkeiten (in m/sec).

Federeinstellung am Experimentier- geschütz	Skalenteile				
	10	20	30	40	45
Starke Federn . .	4,67	6,42	8,37	10,24	11,03
Mittlere Federn . .	4,43	6,47	8,15	10,04	10,87
Schwache Federn	4,42	6,29	7,88	9,65	10,50

Die mit verschiedenen Einstellungen des LEYBOLD-Geschützes durchgeführten Messungen sind in den Tabellen 1 und 1a zusammengestellt; Tabelle 1 zeigt die abgelesenen Ausschläge, Tabelle 1a die daraus berechneten Geschwindigkeiten.

Tabelle 2.

Ausschlag links	Ausschlag rechts	Bogen	Abnahme des Bogens
36,5	33,3	69,8	3,0
		66,8	
33,5	30,3	63,8	3,1
		60,7	
30,4	27,4	57,8	2,9
		54,8	
27,4	25,0	52,4	2,4
25,0			

Starke Federn

Die Geschwindigkeitswerte zeigen eine Abweichung nach unten mit abnehmender Rückstellkraft. Dieser Gang läßt darauf schließen, daß die Ausschläge durch Luftwiderstands- und Reibungskräfte beeinflusst werden. Bei den schwächeren Federn, also bei größeren Ausschlägen, wirken diese auf einem längeren Weg als bei den starken Federn und verursachen größere Abweichungen. Zur Untersuchung dieses Einflusses wurden Schwingungsbeobachtungen durchgeführt und die Abnahme des Bogens bei aufeinanderfolgenden Schwingungen festgestellt. Tabelle 2 zeigt die

Ergebnisse. Daraus geht hervor, daß tatsächlich bei den starken Federn die Dämpfung am geringsten, bei den schwachen Federn am größten ist. Da sich außerdem zeigt, daß

die Abnahme des Bogens sich bei drei bis vier aufeinanderfolgenden Bogen nur sehr wenig ändert, erscheint es berechtigt, folgende Überlegung anzustellen: Der Unterschied zweier Ausschläge nach der gleichen Seite wird verursacht durch die Reibungsverluste, die das Pendel während einer ganzen Schwingung, also beim Vierfachen des Ausschlags, erleidet. Der vierte Teil dieses Unterschiedes ist als Berichtigung zum ersten Ausschlage hinzuzuzählen, um den Wert zu erhalten, den dieser ohne Reibungsverluste gehabt hätte. Diese Berichtigung kann ein für allemal aus den Dämpfungsbeobachtungen bestimmt werden, oder sie wird bei jeder Messung dadurch festgestellt, daß außer dem durch den Schuß bewirkten Ausschlage noch ein zweiter Ausschlag in der gleichen Richtung beobachtet wird. Als Beispiel seien die Messungen mit schwachen Federn wiedergegeben (Tabelle 3).
Mit den in gleicher Weise berichtigten Ausschlägen bei Verwendung der andern Federn ergeben sich die Geschwindigkeitswerte der Tabelle 4.

Tabelle 2 (Fortsetzung).

Ausschlag links	Ausschlag rechts	Bogen	Abnahme des Bogens	
44,0		86,5		Mittlere Federn
	42,5	82,5	6,0	
40,0		77,0	5,5	
	37,0	71,5	5,5	
34,5		66,5	5,0	
	32,0	62,0	4,5	
30,0		58,0	4,0	
	28,0			
52,6		98,6		Schwache Federn
	46,0	83,0	15,6	
37,0		69,1	13,9	
	32,1	56,7	12,4	
24,6		45,6	11,1	
	21,0	34,7	10,9	
13,7		24,5	10,2	
	10,8	14,4	10,1	
3,6		4,1	10,3	
	0,7			

Tabelle 3.

Federeinstellung am Experimentiergeschütz	Skalenteile				
	10	20	30	40	45
Erster Ausschlag	25,2 ⁰	35,9 ⁰	45,0 ⁰	55,1 ⁰	60,0 ⁰
Zweiter Ausschlag	12,6 ⁰	22,1 ⁰	29,9 ⁰	37,1 ⁰	41,2 ⁰
Unterschied	12,6 ⁰	13,8 ⁰	15,1 ⁰	18,0 ⁰	18,8 ⁰
Berichtigung	3,1 ⁰	3,45 ⁰	3,8 ⁰	4,5 ⁰	4,7 ⁰
Berichtigter Wert	28,3 ⁰	39,3 ⁰	48,8 ⁰	59,6 ⁰	64,7 ⁰
Geschwindigkeit	4,96 m/sec	6,88 m/sec	8,55 m/sec	10,44 m/sec	11,33 m/sec

Tabelle 4. Geschwindigkeiten (in m/sec).

Federeinstellung am Experimentiergeschütz	Skalenteile				
	10	20	30	40	45
Starke Federn . .	4,87	6,67	8,61	10,50	11,32
Mittlere Federn .	4,73	6,77	8,47	10,40	11,24
Schwache Federn.	4,96	6,88	8,55	10,44	11,33
Mittelwert	4,85	6,77	8,54	10,45	11,30

Der in Tabelle 1 a erkennbare Gang der Geschwindigkeitswerte mit der Rückstellkraft ist nicht mehr vorhanden; die Werte streuen mit einer Abweichung von

$\pm 0,5\%$ (bei den größten Geschwindigkeiten) bis $\pm 2,5\%$ (bei den kleinsten Geschwindigkeiten) um einen Mittelwert. Man darf also wohl annehmen, daß die Reibungseinflüsse durch das angewandte Verfahren ausgeschaltet sind, so daß die berichtigten Werte die tatsächlichen Geschwindigkeiten sind.

Zur Ergänzung der angeführten Messungen wurde mit den schwachen Federn die Geschwindigkeit bei der kleinsten möglichen Einstellung des LEYBOLD-Geschützes

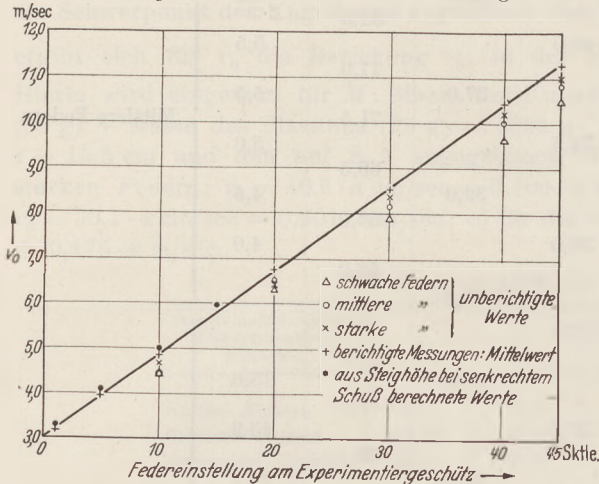


Fig. 2. Abhängigkeit der Geschwindigkeit von der Federeinstellung beim LEYBOLD'schen Experimentiergeschütz.

(1 Skalenteil) und bei 5 Skalenteilen gemessen. Es wurden die Werte $v_0 = 3,18$ m/sec und $v_0 = 3,95$ m/sec erhalten. Damit ergibt sich: Die Geschwindigkeit des Geschosses des LEYBOLD'schen Experimentiergeschützes ist eine lineare Funktion der Federspannung. (Vgl. Fig. 2, in der die unberichtigten Werte für die einzelnen Federpaare und die Mittelwerte der berichtigten Messungen eingetragen sind.)

Die Brauchbarkeit des Pendels zu Messungen innerhalb eines ausgedehnten Geschwindigkeitsbereiches wurde geprüft durch Messen der Mündungsgeschwindigkeit von Kleinkalibergeschossen. Es wurde „schwache“

Munition mit dem Geschößgewicht 1,78 g verwendet. Bei etwa 80 cm Abstand des Pendelkörpers von der Pistolenmündung ergab sich bei Verwendung der starken Federn im Mittel der berichtigte Ausschlag $52,3^\circ$, woraus sich die Geschwindigkeit 237 m/sec mit einer Genauigkeit von $\pm 2\%$ errechnet.

IV. Eine Nachprüfung der Ergebnisse läßt sich auf verschiedenen Wegen durchführen. So kann z. B. in Analogie mit dem ballistischen Schwerependel die Bewegungsenergie des Kugelfangs nach dem Stoß als Hebungarbeit eines Gewichts gemessen werden. Zu diesem Zweck werden die Spiralfedern ausgehängt und um die Holzwalze eine Schnur gelegt, die über eine Rolle läuft und das zu hebende Gewicht trägt. Durch einen Anschlag wird der Querarm festgehalten, so daß die Schnur nicht vollständig ablaufen kann. Aus den Ausschlägen läßt sich der vom Gewicht zurückgelegte Weg s leicht berechnen. In Tabelle 5 sind in der ersten Spalte das Gewicht, in der zweiten der Ausschlag, in der dritten der aus diesem berechnete Weg und in der folgenden Spalte die Arbeit eingetragen.

Tabelle 5. Messungen am LEYBOLD-Geschütz bei der Federspannung 20.

Gewicht g	Ausschlag Grad	Weg s cm	Arbeit erg	Reibungs- korrektur erg	Arbeit korr. erg	Geschwindigkeit m/sec
10	90,0	2,91	30 005	15 050	45 055	6,62
20	57,25	1,86	36 200	9 400	45 600	6,65
40	36,5	1,18	46 200	5 960	52 160	7,12
60	24,75	0,8	47 000	4 040	51 040	7,04
80	20,0	0,646	50 600	3 260	53 860	7,22
160	9,5	0,307	49 865	1 550	49 550	6,93

Mittelwert: 6,93

Auch hier zeigt sich der Reibungseinfluß sehr deutlich. Mit zunehmendem Gewicht nimmt der Weg und damit der Reibungsverlust ab, die berechnete Arbeit aber zu.

Die Größe der Reibung wurde nach dem von K. WILDERMUTH für seinen Reifenapparat angegebenen Verfahren bestimmt (Tabelle 6).

Aus diesen Werten wurde durch graphische Extrapolation für die Ruhereibung der Wert 5050 dyn gefunden, und die Produkte aus Weg und Reibungskraft als Berichtigung zu den Arbeitswerten zugezählt. In Tabelle 5 sind diese Berichtigungen in der fünften Spalte, die berichtigten Werte in der sechsten und die sich daraus ergebenden Geschwindigkeiten in der letzten Spalte angegeben. In ähnlicher Weise durchgeführte Messungen mit einer Einstellung von 40 Skalenteilen am LEYBOLD-Geschütz ergaben den Geschwindigkeitswert 10,22 m/sec. Wenn nun diese Werte auch bei weitem nicht den gleichen Genauigkeitsgrad haben wie die Messungen mit den Federn, weil die Ausschaltung der Reibung schwieriger ist, so kann man sie doch als gute Näherungswerte betrachten. Die verhältnismäßig geringe Abweichung um etwa 2% spricht für die Zuverlässigkeit des Federpendels. Eine weitere Prüfmöglichkeit ist die Bestimmung der Geschwindigkeit aus der Steighöhe bei senkrechtem Schuß. Hierbei ist besonderes Augenmerk auf die richtige Messung der Höhe zu richten. Man darf sie nicht von der Mündung des Geschützes aus messen, sondern von der Stelle aus, von der an das Geschoß frei fliegt. Sie läßt sich bestimmen, indem man bei ungespanntem Geschütz mißt, wie weit der Ladestock in den Lauf hineinragt. Auf diese Weise ergaben sich für kleinere Federspannungen die Werte der nebenstehenden Tabelle 7.

Tabelle 6.

Zuggewicht g	Ablauf Grad	Aufgelaufene Winkelgrade Grad	Reibung
10	1440	400	$\frac{1040}{1840} \cdot 10 \text{ g} = 5,65 \text{ g} = 5540 \text{ dyn}$
	720	200	$\frac{520}{920} \cdot 10 \text{ g} = 5,65 \text{ g} = 5540 \text{ dyn}$
60	720	570	$\frac{150}{1290} \cdot 60 \text{ g} = 6,97 \text{ g} = 6820 \text{ dyn}$
	1440	1130	$\frac{310}{2570} \cdot 60 \text{ g} = 7,24 \text{ g} = 7080 \text{ dyn}$
110	720	615	$\frac{105}{1335} \cdot 110 \text{ g} = 8,66 \text{ g} = 8490 \text{ dyn}$
	1440	1220	$\frac{220}{2660} \cdot 110 \text{ g} = 9,1 \text{ g} = 8920 \text{ dyn}$

Die Werte sind in Fig. 2 mit eingetragen; ihre gute Übereinstimmung mit den berichtigten Werten innerhalb der Fehlergrenzen ist ein weiterer Beweis für die Brauchbarkeit des ballistischen Federpendels.

Tabelle 7.

Federspannung Skalenteile	Steighöhe m	Geschwindigkeit m/sec
1	0,54	3,26
5	0,85	4,09
10	1,25	4,95
15	1,79	5,93

Vereinfachte potentiometrische Methoden im chemischen Unterricht.

Von H. Valentin in Königsberg (Pr.).

Die potentiometrische (elektrometrische) Analyse hat anscheinend wenig oder gar keinen Eingang in die Schullaboratorien gefunden. Eine gewisse Scheu vor der verwickelten und teuren Apparatur und das Empfinden, daß es sich hier im wesentlichen um physikalische Vorgänge handelt, mag der Hauptgrund für diese Tatsache sein.

Indessen ist dieses Verfahren dem Chemielehrer insofern willkommen, als darin eine praktische Anwendung der Ionenlehre gegeben ist, die in der angewandten Chemie viel verwertet wird. Außerdem ist es möglich, mit einfachem, selbst herstellbarem Gerät Messungen auszuführen, die durch die Exaktheit ihrer Ergebnisse verblüffen. In kürzester Zeit können damit Ionen mengenmäßig bestimmt, die Konzentration von Salzlösungen und ihre Wasserstoffionenkonzentration festgestellt werden.

Über das Prinzip der potentiometrischen Titration sei folgendes erwähnt: Taucht ein Metall in die Lösung seiner Ionen, so entsteht ein von der Konzentration der Ionen abhängiges Potential. Kombiniert man eine aus Kupfer in Kupfersulfatlösung bestehende Elektrode mit einer anderen, etwa aus Zink, das von einer Zinksulfatlösung umgeben ist, derart, daß die beiden Metalle miteinander und ebenso die Lösungen, letztere durch ein Diaphragma oder einen Stromschlüssel leitend verbunden sind, so entsteht ein Strom. Nach diesem Prinzip ist das bekannte DANIELLSche Element aufgebaut.

Aber es ist nicht nötig, verschiedene Metalle zu nehmen. Man erhält ein Potentialgefälle und damit elektrischen Strom, wenn man das gleiche Metall, z. B. zwei Silberdrähte, in Lösungen verschiedener Konzentrationen von Silberionen taucht und wie oben die Lösungen und die beiden Silberdrähte verbindet. Die Größe der elektromotorischen Kraft hängt von dem Unterschied der Konzentration der Silberlösungen ab.

Diese Verhältnisse finden ihren einfachen Ausdruck durch die NERNSTsche Formel:

$E = 0,058 \cdot \log \frac{C_1}{C_2} (18^\circ)$, worin E die elektromotorische Kraft in Volt, sowie C_1 und C_2 die molaren Konzentrationen der Lösungen bedeuten.

Die elektromotorische Kraft ändert sich demnach um 0,058 Volt, wenn das Konzentrationsverhältnis um eine Zehnerpotenz geändert wird; sie ist gleich Null, es fließt also kein Strom, wenn $C_1 = C_2$ ist, also die Konzentrationen der Silberlösungen gleich werden. Denn $\log 1$ ist gleich Null.

Man kann eine Silberbestimmung in folgender Weise ausführen: Man gibt in ein Becherglas eine Suspension von Chlorsilber in 0,01-normaler Schwefelsäure, in einen zweiten Becher die zu untersuchende Silberlösung, taucht in jeden Becher einen Silberdraht und verbindet diese beiden über ein Meßinstrument und die beiden Lösungen mit dem sogenannten Stromschlüssel. Es entsteht ein Strom, wenn die Silberlösungen verschieden konzentriert sind. Läßt man aus einer Bürette eine Chlornatriumlösung mit bekanntem Gehalt zu der zu untersuchenden Silbersalzlösung hinzufießen, so zeigt in dem Augenblick, in dem

sämtliches Silber in Chlorid verwandelt ist, das Meßinstrument keinen Ausschlag mehr, da die Konzentrationen der beiden Silberlösungen gleich sind. Aus der verbrauchten Chlornatriumlösung kann man den Silbergehalt errechnen. Folgende drei Dinge sind zu beachten:

1. Als Meßinstrument ist jedes empfindliche Galvanometer zu gebrauchen. In der Praxis benutzt man sehr gern das Differentialkapillarelektrometer nach E. MÜLLER. Uns genügte das Dosengalvanometer von HARTMANN und BRAUN, das in vielen Schulen vorrätig ist.

2. Sehr wichtig ist das exakte Arbeiten des Stromschlüssels, der leitenden Verbindung zwischen den beiden Silberlösungen. Man stellt ihn sich auf folgende Weise her (Fig. 1): Die langen Schenkel zweier T-Rohre aus Glas werden mit Fließpapier fest verstopft. Zu diesem Zweck wird das Papier zerfetzt, mit der Lösung, die in dem Stromschlüssel enthalten ist — in unserem Falle eine gesättigte Kaliumsulfatlösung —, durchtränkt, die Flüssigkeit herausgepreßt und mit diesem festen Brei das Schenkelrohr, das auf einer Tischplatte ruht, an einem Ende gefüllt und mit einem langen Holzstab kräftig zusammengedrückt, so daß etwa 0,5 cm hohe festsitzende Stopfen entstehen. Die Querschlenkel werden durch ein Gummistück verbunden, auf dem ein Schraubenquetschhahn sitzt. Durch Anziehen dieses Quetschhahns kann man den Widerstand des Schlüssels vergrößern. Dies ist notwendig, wenn der Ausschlag des Galvanometers bei Beginn der Messung zu stark sein sollte. Das entstandene H-Rohr wird mit der Lösung gefüllt und die oberen Schenkel durch einen Gummischlauch verbunden.

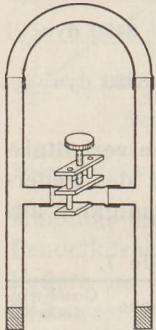


Fig. 1.
Stromschlüssel.

Als Füllflüssigkeit benutzt man eine konzentrierte Lösung eines beliebigen, leicht löslichen Salzes. Diese darf jedoch keine Ionen enthalten, die in den beiden Elektroden bereits zugegen sind. Da wir hier mit Silbernitrat und Natriumchlorid arbeiteten, wählten wir eine gesättigte Kaliumsulfatlösung. Man muß weiter darauf achten, daß die Schenkel bei mehreren Versuchen stets in dieselbe Elektrodenflüssigkeit tauchen und die Stopfen so fest sitzen, daß ein Herausräufeln der Flüssigkeit nicht möglich ist. Nach etwa 10 Bestimmungen muß die Lösung erneuert werden. Der Stromschlüssel soll nur möglichst kurze Zeit, also nur während der Titration, in die Elektrodenflüssigkeiten tauchen. Wird er nicht benutzt, so entleert man ihn, um ein Lockern der Stopfen zu verhindern.

3. Sehr wichtig ist, daß während der Titration mit einem Rührer dauernd für eine gleichmäßige Durchmischung der Flüssigkeit gesorgt wird.

Mit dem geschilderten Geräte lassen sich auch Säuren und Laugen bequem bestimmen, vor allem in solchen Fällen, wo die zu titrierende Flüssigkeit gefärbt ist, so daß ein Indikatorumschlag nicht zu erkennen wäre.

Als Vergleichselektrode benutzt man verschiedene Kombinationen. Am bekanntesten ist wohl die Wasserstoffelektrode, die für Schulversuche ihrer Kompliziertheit wegen nicht in Frage kommt. In ihr wird strömender Wasserstoff von platinierter Platin aufgesaugt, so daß dieses sich so verhält, als ob es aus metallischem Wasserstoff bestände. Genau wie Silber in einer Silberionenlösung ein bestimmtes Potential annimmt, ist es auch bei diesem metallischen Wasserstoff, wenn er in eine Lösung von Wasserstoffionen getaucht wird.

Auch die Kalomelektrode (Fig. 2) erfreut sich großer Beliebtheit. Bei ihr handelt es sich eigentlich um eine Quecksilber-elektrode, die von einer Kalomelschicht umgeben ist und sich in einer Kaliumchloridlösung befindet. Sie ist ebenfalls für unsere Zwecke zu empfindlich.

Empfehlenswert ist die Anwendung einer Antimonelektrode. Sie beruht wohl darauf, daß sich im geschmolzenen Antimon stets etwas Antimonoxyd befindet, das sich in Wasser zu geringen Mengen von $Sb(OH)_3$ auflöst, so daß das Antimon die Sb^{+++} -Ionen vorfindet, auf die es konzentrationsrichtig anspricht, wie das Silber auf die Silberionen. Und ebenso wie das Silber als Elektrode zweiter Ordnung auf Chlorionen anspricht, ist dies auch beim Antimon hinsichtlich der OH^- -Ionen der Fall. Nach der Gleichung des Wassers $\frac{H^+ \cdot (OH)^-}{H_2O} = K$ stehen aber die Wasserstoffionen in einem konstanten Verhältnis zu den Hydroxylionen, so daß auch Wasserstoffionen mit der Antimonelektrode gemessen werden können.

Die Anwendung ist ebenso einfach wie bei der Silberelektrode. Man nimmt zwei Antimonstäbe, die man sich leicht durch Ausgießen des geschmolzenen Antimons in einer Sandrinne herstellen kann, und ordnet sie in der gleichen Weise an, wie es bei der Titration mit Hilfe der Silberelektrode beschrieben ist. Will man eine Säure, etwa Essigsäure, titrieren, so gibt man sie in den einen Becher und stellt einen Antimonstab hinein; den zweiten Becher beschickt man mit einer Natriumazetatlösung von der Konzentration, wie sie bei der Titration entsteht; in diese taucht der zweite Antimonstab hinein. Die Verbindung der Lösungen unter sich und mit dem Meßinstrument ist die gleiche wie bei der Silbertitration. Wenn man etwa eine $1/10$ -n-Essigsäure mit einer $1/10$ -n-Natronlauge titriert, so wird die Konzentration des entstehenden Natriumazetats gleich $1/20$ -normal sein. Bei Zugabe der Natronlauge wird mit dem Antimonstab gut gerührt; auch Einleiten eines Luftstromes ist zu empfehlen.

Man kann auch eine andere Lösung als Vergleichselektrode wählen, die ein der Natriumazetatlösung ähnliches P_H besitzt. Letzteres läßt sich aus der Hydrolysgleichung

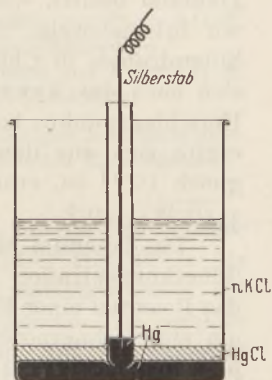


Fig. 2. Kalomelektrode.

$(\text{OH})' = \sqrt{\frac{K_w}{K_s} \cdot C_{\text{salz}}}$ leicht errechnen. Setzen wir für K_w die Dissoziationskonstante des Wassers gleich 10^{-14} , für K_s die der Essigsäure $10^{-4,75}$ und für C_{salz} die Konzentration des Salzes $= 1/20$ ein, so erhalten wir $(\text{OH})' = \sqrt{\frac{10^{-14}}{10^{-4,75} \cdot 20}} = 10^{-5,3}$. Hieraus folgt die Konzentration der Wasserstoffionen $(P_H) = 8,7$.

Wir können also eine Pufferlösung mit diesem P_H an Stelle der Natriumazetat-lösung wählen oder einfach eine Bikarbonatlösung beliebiger Konzentration, deren P_H unabhängig von der Konzentration gleich 8,34 ist. Diese Lösung ist für alle Titrationsen, in denen Phenolphthalein angewandt wird, benutzbar. Für Titrationsen, bei denen sonst Methylorange oder Methylrot anzuwenden ist, kommen Lösungen von P_H 4 bzw. P_H 5, die dem Umschlagspunkte dieser Indikatoren entsprechen, zur Anwendung.

Die potentiometrische Analyse wird also dadurch wesentlich vereinfacht, daß man als Vergleichselektrode jede beliebige Elektrode wählen kann, die das gleiche Potential besitzt, wie es die austitrierte Lösung beim Umschlag haben würde. Wenn wir beispielsweise Silber in der oben beschriebenen Weise unter Verwendung eines Silberdrahtes in Chlorsilbersuspension als Vergleichselektrode benutzt haben, so läßt sich nach der NERNSTschen Formel berechnen, welches Potential diese Elektrode beim Umschlagspunkte besitzt. Die Konzentration des Silbers in einer Chlorsilbersuspension ergibt sich aus dem Löslichkeitsprodukt (Ionenprodukt). Da dieses für Chlorsilber gleich 10^{-10} ist, erhält die Konzentration der Silberionen in dieser Lösung den Wert $\sqrt{10^{-10}} = 10^{-5}$.

Das Potential einer Silberelektrode gegen die Normalkalomelektrode ist für die Silberkonzentration 1 gleich $+0,516$ Volt. Nach der NERNSTschen Gleichung sinkt das Potential einer Elektrode um $0,058$ Volt bei Verminderung der Ionenkonzentration um eine Zehnerpotenz. Folglich ist das Potential des Silbers in der Chlorsilbersuspension $E = +0,516 - 5 \cdot 0,058 = +0,226$ Volt.

Als Umschlagselektrode ist demnach jede Einrichtung anwendbar, die uns eine Spannung von $+0,226$ Volt liefert. Wir entnahmen sie einem Akkumulator, an dem nach der POGGENDORFF-DU BOIS REYMONDSchen Schaltung ein Gefälldräht mit Abzweigung angebracht ist, so daß jedes beliebige Potential entnommen werden kann.

Am meisten haben wir jedoch mit der Chinhydronelektrode gearbeitet. Sie besteht aus einem blanken Platindraht, der in eine mit Chinhydrone, einer Molekülverbindung aus Chinon und Hydrochinon, versetzte Wasserstoffionenlösung gestellt wird. Chinon ($\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2$) und Hydrochinon ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2$) gehen in saurer Lösung infolge von Reduktion bzw. Oxydation leicht ineinander über, wobei sich bei Gegenwart äquimolekularer Mengen schnell ein Gleichgewichtszustand einstellt. Es entsteht auch hier gewissermaßen strömender Wasserstoff, so daß auch diese Elektrode wie eine Wasserstoffelektrode wirkt.

Das Potential der Chinhydronelektrode gegen die Normalkalomelektrode ist $E = +0,420 - 0,058 P_H$, also abhängig vom P_H der Lösung. Darin liegt eine bequeme Variationsmöglichkeit. Löst man die Gleichung nach P_H auf, so erhält man die Form $P_H = \frac{+0,420 - E}{0,058}$.

Es läßt sich also leicht errechnen, welches P_H man wählen muß, um ein bestimmtes Potential zu erhalten. Für die Chlor- oder Silbertitration war oben das Potential $0,226$ errechnet. Setzt man diesen Wert für E in die Gleichung ein, so erhält man $P_H = \frac{0,420 - 0,226}{0,058} = 3,3$. Taucht man demnach einen Platindraht in eine Lösung von $P_H \sim 3$, etwa in eine $1/1000$ -n-Salzsäurelösung oder besser in eine Pufferlösung mit diesem P_H und gibt etwas Chinhydrone hinzu, so kann man diese Elektrode an Stelle des Silberdrahtes in Chlorsilbersuspension als Umschlagselektrode bei der Silber- und Chlortitration benutzen. Die gleiche Elektrode läßt sich für die Titration des

Bleies mit Ferrozyankali benutzen, eine Reaktion, deren Umschlagspotential gleich + 0,26 Volt ist. Man erkennt, daß eine kleine Differenz im Potential nicht viel ausmacht; die Verhältnisse liegen ähnlich wie bei der Verwendung der Indikatoren in der Sättigungsanalyse, wo man in vielen Fällen Indikatoren mit beträchtlich auseinanderliegendem Umschlagspunkt verwenden kann.

Aus der nachstehenden Tabelle kann man die Möglichkeit der Verwendung der Chinhydronelektrode für die Titration auch anderer Stoffe als Säuren entnehmen.

Zu bestimmendes Ion	Titrierlösung	Potential gegen die Normalkalomelektrode Volt	Herstellung der Elektrode
Br'	AgNO ₃	+ 0,18	} Platindraht in Lösung von $P_H = 4$ und Chinhydron
(CNS)	AgNO ₃	+ 0,18	
Pb''	K ₄ Fe(CN) ₆ (75°)	+ 0,18	
Cl'	AgNO ₃	+ 0,24	} Platindraht in Lösung von $P_H = 3$ (z. B. $\frac{1}{1000}$ -n-HCl) und Chinhydron
Pb''	K ₄ Fe(CN) ₆ (18°)	+ 0,26	
Zn''	K ₄ Fe(CN) ₆	+ 0,30	} Platindraht in Lösung von $P_H = 2$ (z. B. $\frac{1}{100}$ -n-HCl) und Chinhydron
Oxalat	KMnO ₄	+ 0,80	
Zn''	KMnO ₄	+ 0,80	} Platindraht in gesättigter Natriumbromidlösung und 3 Tropfen Bromwasser
As'''	KBrO ₂	+ 0,80	

Mannigfaltige Anwendungsmöglichkeiten habe ich geschildert, für die sich in jeder chemischen Arbeitsgemeinschaft genügend Gelegenheiten finden. Der Hauptwert für die Schule liegt aber mehr darin, daß sich hier ein praktisches Betätigungsfeld für die Ionenlehre vorfindet und die auf Theorien beruhenden Kenntnisse der Schüler durch die aus der Praxis entnommenen Arbeiten befestigt werden. Die Schüler sind mit großem Eifer bei der Sache. Als Beweis hierfür mag der Hinweis gelten, daß die vorliegende Mitteilung die häufig im Wortlaut wiedergegebene Niederschrift eines Schülers ist, der diesen Dingen besonders viel Interesse entgegenbrachte.

Für diejenigen Leser, die sich eingehender mit dem Wesen der Potentiometrie beschäftigen wollen, sei auf das im Verlage von Th. Steinkopff-Dresden erschienene Buch von E. MÜLLER, Elektrometrische Maßanalyse, hingewiesen [vgl. diese Zeitschr. 46, 287 (1933)].

Methodisch empfehlenswert ist es, mit Silberbestimmungen zu beginnen. Dieses Element spielt auch sonst eine wesentliche Rolle bei solchen Arbeiten. Nun ist die heutige Zeit nicht gerade geeignet, Edelmetalle in übermäßiger Menge zu verbrauchen. Aber niemals soll ja ein Verbrauch, sondern nur ein Gebrauch wertvollen Materials stattfinden.

Aus diesem Grunde sei auch bei dieser Gelegenheit darauf hingewiesen, daß in erster Linie Silber und Jod in jedem deutschen Laboratorium zu sammeln sind. Es gibt genügend Vorschriften, diese Rückstände in geeigneter Form zu verarbeiten und beide Elemente wieder zu gewinnen.

Die Zusammensetzung der Ameisensäure und Oxalsäure als Schülerarbeit.

Von W. Trautmann in Potsdam.

Die organische Elementaranalyse hat als eine Art Universalverfahren vom instruktiven Standpunkt aus den Nachteil, daß sie alle Substanzen gleich behandelt und meist nichts von besonderen Eigenschaften der untersuchten Stoffe zur Erscheinung kommen läßt. Aus diesem Grunde verdienen alle die Methoden, bei denen sich die Untersuchung an besondere oder charakteristische Reaktionen des betreffenden Stoffes anschließt, den Vorzug, um so mehr, als auf solche Art meist nicht bloß, wie

bei der Elementaranalyse, das einfache Atomzahlenverhältnis, sondern sogleich mindestens die Bruttoformel, oft sogar die rationelle Formel eines Stoffes, gewonnen werden kann. Es bedarf keiner besonderen Begründung, daß Untersuchungen dieser Art auch für die Schule besonders wichtig sind und im weitesten Maße gepflegt werden müssen. Die Auswahl der für Schulzwecke geeigneten Stoffe ist leider nicht groß; in der Ameisensäure und Oxalsäure besitzen wir jedoch zwei Stoffe besonderer Eignung, die es gestatten, bei beschränkter Zeit mit den geringen Mitteln einer Schulsammlung und dem bescheidenen Können unserer Schüler brauchbare Untersuchungsergebnisse zu erzielen. Bei der Ameisensäure liegt der Fall besonders einfach; weniger bei der Oxalsäure, bei der, wie sich im weiteren zeigen wird, einige entscheidende Überlegungen erforderlich sind, um ein einwandfreies Ergebnis zu erzielen. Hierdurch wird die Arbeit zwar bestimmt nicht vereinfacht, aber man hat den Vorteil, daß man vom Schema loskommt. Die Schüler lernen bei solcher Gelegenheit erkennen, daß nicht alles immer so glatt geht und Mißerfolge auch nicht stets in unzureichender Arbeitsweise begründet sind, sondern daß man gelegentlich eben noch Dinge zu berücksichtigen hat, an die man anfänglich nicht gedacht hatte. Dergleichen wirkt ohne Zweifel in besonderem Maße formend auf den jugendlichen Geist, wie immer der Kampf mit den Schwierigkeiten fruchtbarer ist als die beste Kunst, ihnen aus dem Wege zu gehen.

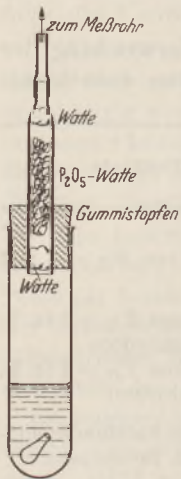


Fig. 1. Ansicht des Reaktionsrohres für Ameisensäure.

1. Die Ameisensäure.

Für die Ameisensäure wie für die Oxalsäure benutzen wir die bekannte Zersetzung durch konzentrierte Schwefelsäure.

Das Gerät, das wir für unsere Zwecke verwenden wollen, besteht aus einem kurzen Reagensglas 15×100 mm und einem Gasmeßrohr mit dem dazu gehörenden Standzylinder. Um ein Entweichen von Wasserdampf aus dem Reaktionsgefäß zu verhindern, ist zwischen beide noch ein Röhrchen zu schalten, das mit Chlorcalcium gefüllt ist. Besser als Chlorcalcium, das durch mitgerissene Schwefelsäuredämpfe möglicherweise zersetzt werden könnte, ist Watte, die mit P_2O_5 bepudert wird. Das letztere besorgt man am besten mit Hilfe einer längeren Pinzette, mit der man kleine lockere Wattebäusche in die Vorratsflasche des Pentoxyds taucht, um sie sogleich darauf in das Röhrchen zu stecken, eine Arbeit, die in wenigen Augenblicken erledigt ist. Dieses P_2O_5 -Rohr wird in die Bohrung des Gummistopfens gesteckt, der auf dem Reaktionsrohr sitzt. Beide Teile bilden eine Einheit und sind stets zusammen zur

Wägung zu bringen (Fig. 1). Die Ameisensäure — möglichst solche zu 100% — wird in einem Fläschchen gewogen, wie sie für Dampflichtbestimmungen im Handel sind, doch ohne den dazu gehörenden Glasstopfen. Bei der Wägung stehen diese Fläschchen aufrecht in einer passenden Bohrung eines Korkscheibchens. Man vermeidet auf diese Weise nicht allein eine Beschmutzung der Waageschalen, sondern auch unnötige Berührungen des Substanzgefäßes, die sonst leicht Verluste mit sich bringen könnten. Der Zusammenbau der Versuchsanordnung ergibt sich aus Fig. 2. Das Reaktionsrohr liegt in einem Sandbade. Das darauf sitzende P_2O_5 -Rohr steht durch einen Schlauch mit dem

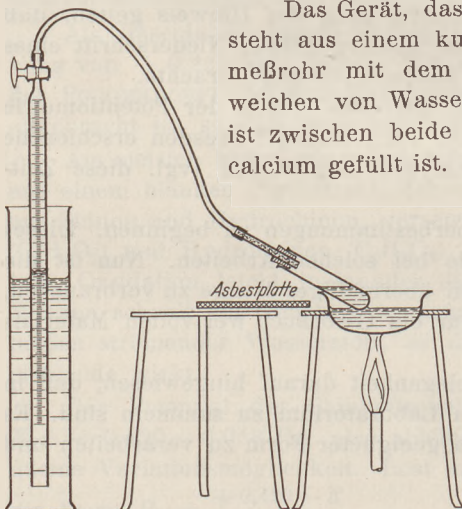


Fig. 2. Versuchsanordnung.

Wägung zu bringen (Fig. 1). Die Ameisensäure — möglichst solche zu 100% — wird in einem Fläschchen gewogen, wie sie für Dampflichtbestimmungen im Handel sind, doch ohne den dazu gehörenden Glasstopfen. Bei der Wägung stehen diese Fläschchen aufrecht in einer passenden Bohrung eines Korkscheibchens. Man vermeidet auf diese Weise nicht allein eine Beschmutzung der Waageschalen, sondern auch unnötige Berührungen des Substanzgefäßes, die sonst leicht Verluste mit sich bringen könnten. Der Zusammenbau der Versuchsanordnung ergibt sich aus Fig. 2. Das Reaktionsrohr liegt in einem Sandbade. Das darauf sitzende P_2O_5 -Rohr steht durch einen Schlauch mit dem

Meßrohr in Verbindung. Zuerst wird das Reaktionsrohr etwa 3 cm hoch mit konzentrierter Schwefelsäure gefüllt und, ähnlich wie das Substanzfläschchen, in einer passenden Bohrung eines Flachkorkens aufrecht stehend mit dem P_2O_5 -Rohr gewogen. Darauf folgt die Wägung des Ameisensäurefläschchens, das zu $\frac{2}{3}$ mit einer Kapillarpipette gefüllt wurde. Unmittelbar vor dem Versuche wird das Fläschchen in die Säure geworfen, der mit dem Schlauch schon verbundene Stopfen sofort aufgesetzt und das Anfangsvolumen im Meßrohr abgelesen. Diese Hantierungen müssen alle schnell erfolgen, damit die Zersetzung der Ameisensäure nicht schon beginnt, ehe man die Ablesung am Meßrohr gemacht hat. Ist dies geschehen, so wird das Reaktionsrohr auf ein Sandbad gesetzt und dort vorsichtig so lange erhitzt, bis sich schwache Nebel von Schwefelsäure zeigen. Während des Prozesses ist zur Vermeidung von Überdruck im Apparat das Meßrohr in dem Maße zu heben, wie sich das Gas entwickelt. Um eine Beschädigung des Gummistopfens durch die vom Brenner aufsteigende Hitze zu vermeiden, wird neben den ersten Dreifuß, auf dem das Sandbad steht, noch ein zweiter gestellt, auf dem eine Asbestpappe oder ein Metallblech liegt, so daß die heiße Luft nicht an den Gummistopfen gelangen kann. Nach Beendigung des Prozesses wird das Reaktionsrohr vom Sandbad abgehoben und der Abkühlung überlassen. Die Zeit, die darüber vergeht, wird zweckmäßig zur Berechnung von v_0 benutzt. Wenn auch die zweite Volumenablesung erst nach völligem Erkalten des Gerätes erfolgen darf, können alle übrigen Zahlen doch schon so weit verrechnet werden, daß nachher nur noch die Größe von v einzusetzen ist. Inzwischen ist die Schwefelsäure so weit abgekühlt, daß man nun das Reaktionsrohr in Wasser von Zimmertemperatur stecken und sehr bald darauf auch die zweite Ablesung am Meßrohr vornehmen kann. Auf keinen Fall versuche man, weil höchst gefährlich, die Schwefelsäure gleich nach Beendigung des Prozesses mit Wasser zu kühlen! Die Dampfspannung des Sperrwassers im Meßrohr ist in diesem Falle zu berücksichtigen, also vom herrschenden Barometerstand abzuziehen. Soll der Versuch dazu dienen, zugleich das Literegewicht oder das Molekulargewicht des Kohlenmonoxyds zu bestimmen, so muß man das Reaktionsgefäß noch ein zweites Mal wägen, wobei das Leergewicht des hineingeworfenen Fläschchens natürlich abzuziehen ist. Will man sich auf die Untersuchung der Ameisensäure beschränken und alles so einfach wie möglich gestalten, so kann man entweder auf die Gasmessung oder auf die zweimalige Wägung des Reaktionsrohres verzichten. Sehr zu empfehlen wäre ein solches Verfahren aber nicht.

Schülerversuch. Reagensglas mit H_2SO_4 und P_2O_5 -Rohr	24,990 g
Fläschchen auf Korkplatte.	0,567 g
Desgleichen mit Ameisensäure	0,637 g
Ameisensäure allein	70 mg
Schlußwägung des Reaktionsrohres mit Korkplättchen	25,584 g

Für CO wurde das Volumen $v_0 = 33,9$ ccm gefunden.

Daraus ergibt sich das Gewicht von CO nach folgender Proportion:

$$33,9 : x = 22,4 : 28; x = 42,4 \text{ mg.}$$

Ameisensäure	70 mg
CO	42,4 mg
mithin Wasser.	27,6 mg

Die untersuchte Ameisensäuremenge enthielt also gewissermaßen $\frac{42,4}{28}$ Moleküle CO

und $\frac{27,6}{18}$ Moleküle Wasser.

$$CO : H_2O = \frac{42,4}{28} : \frac{27,6}{18} = 15,14 : 15,13 = 1 : 1.$$

Da jede organische Säure die Gruppe COOH enthalten muß, so ergibt sich aus $CO \cdot H_2O$ die Formel $H \cdot COOH$.

Andere Berechnung, ohne Benutzung des Gasvolumens.

Reaktionsglas	24,990 g	Reaktionsgefäß mit Korkplättchen	
Ameisensäure	0,070 g	nach dem Versuch	25,584 g
	Zusammen 25,060 g	Fläschchen, leer mit Korkplättchen .	0,567 g
		Differenz = Gewicht des Reaktions-	
		rohres + Fläschchen, nach dem Ver-	
		such	25,017 g

25,060 g — 25,017 g = 0,043 g. Gewicht des entwickelten CO-Gases = 0,043 g.

Ameisensäure	70 mg
CO	43 mg
mithin Wasser	27 mg

$$\text{CO} : \text{H}_2\text{O} = \frac{43}{28} : \frac{27}{18} = 1,54 : 1,50 = 1 : 1.$$

Berechnung des Molekulargewichtes von CO.

$$33,9 : 43 = 22,4 : M; M = 28,4 \text{ statt } 28,0.$$

Der Wert 42,4 darf natürlich in diesem Zusammenhange nicht benutzt werden, da er mit Hilfe des Molekulargewichtes von CO berechnet wurde.

Aus der Proportion 33,9 : 43 = 1000 : L ergibt sich das Litergewicht von CO zu 1,269 g statt 1,250 g.

2. Die Oxalsäure.

Die Ermittlung der Formel der Oxalsäure geschieht in ähnlicher Weise wie bei der Ameisensäure. Bei der Zersetzung der Oxalsäure durch Schwefelsäure entstehen bekanntlich CO und CO₂, die beide quantitativ erfaßt werden müssen. Während das gebildete CO wie bei der Ameisensäure in einem Meßrohr aufgefangen und dann auf Gewicht umgerechnet wird, kann das CO₂ durch Absorption mit Natronkalk direkt gewichtsmäßig bestimmt werden. Das verwendete Gerät gleicht dem bei der Ameisensäure verwendeten weitgehend, nur daß hinter das P₂O₅-Röhrchen noch ein kleines, 10 cm langes gerades „Chlorcalciumrohr“ mit frisch zerkleinertem Natronkalk (Hirsekorngroße) geschaltet wird. Die Art der Anordnung ergibt sich aus Fig. 3.

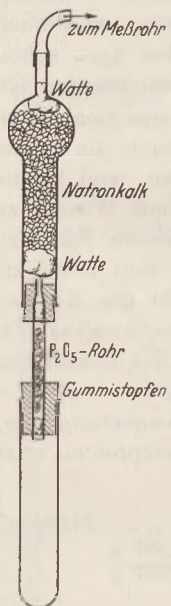


Fig. 3. Reaktionsrohr für Oxalsäure.

Einzelheiten. Das Zersetzungsrohr wird zunächst wieder mit konzentrierter Schwefelsäure gefüllt, und zwar unter Vermeidung einer Benetzung der Gefäßwände. Dies gelingt schon, wenn man in das senkrecht zu haltende Glas die Säure aus einem mit Ausguß versehenen Becherglas in dünnem Strahl laufen läßt. Sicherer ist jedoch die Verwendung eines Kapillartrichters. Das Glas wird mit dem P₂O₅-Rohr zusammen gewogen. Zweckmäßig ist es dabei, den Gummistopfen, der den Anschluß an das Natronkalkrohr vermittelt, auf dem P₂O₅-Rohr zu lassen und nicht herauszuziehen, weil dabei nicht selten lose Teilchen aus der Bohrung des Stopfens verloren gehen, wodurch das Ergebnis fühlbar beeinflusst werden kann. An zweiter Stelle folgt die Wägung des Natronkalkrohres und im Anschluß daran die der Oxalsäure. Entwässerte und kristallwasserhaltige Säure liefern gleich gute Ergebnisse. Die Wägung erfolgt auf einem Stückchen Glanzpapier, wobei man zweckmäßig das doppelte Molekulargewicht in Milligramm, also entweder 180 mg oder 252 mg nehmen läßt, um die Arbeit der Schüler besser überwachen zu können. Die gewogene Oxalsäure kann dann gleich in die Schwefelsäure geschüttet werden, da ihre Zersetzung erst beim Erhitzen erfolgt. Wenn man Zeit hat, wird man das Gewicht des Reaktionsgefäßes besser noch einmal nachprüfen, da beim Einschütten Verluste entstanden sein könnten. Sind solche sicher beobachtet worden, so ist diese Wägung natürlich unerlässlich. Der Zeitverlust für diese Wägung, deren Ergebnis man ja kennt, ist gering. Nach

Zusammenstellung der Versuchsanordnung wird das Anfangsvolumen im Meßrohr abgelesen und dann genau so verfahren wie bei der Ameisensäure. Sobald die Zersetzung beginnt, wird die Flamme vorübergehend entfernt. Sollte der Prozeß trotzdem zunächst noch zu stürmisch vor sich gehen, so muß das Gefäß vom Sandbad abgehoben werden. Gegen Ende des Vorganges muß ziemlich stark erhitzt werden, und zwar bis sich wieder Schwefelsäurenebel zeigen. Dann aber höre man mit dem Erhitzen auf, um den Gummistopfen nicht zu gefährden. Die noch aufsteigenden Bläschen rühren wohl nur noch von Wasserdampf her; bis auf unbedeutende Reste dürfte die Zersetzung der Oxalsäure erfolgt sein. Jetzt hebt man wieder das Reaktionsrohr vom Sandbad ab und überläßt es der Abkühlung. Die Zwischenzeit wird mit den Vorbereitungen zur Berechnung von v_0 ausgefüllt. Nachdem das Entwicklungsgefäß durch Wasserkühlung auf Zimmertemperatur gebracht worden ist, erfolgt die Volumenablesung und die Wägung des Natronkalkrohres sowie des Reaktionsrohres mit seiner Armatur. So weit scheint alles einfach zu sein. Doch wollte man aus den bisher ermittelten Gewichten für CO und CO₂ die Formel der Oxalsäure entwickeln, so würde man finden, daß der Wert für CO₂ regelmäßig zu klein und der für CO zu groß ausfällt. Die Ursache liegt darin, daß in dem Entwicklungsgefäße noch CO₂ enthalten ist, das vom Natronkalk nicht absorbiert wurde, wodurch dessen Gewicht zu klein ausfallen mußte. Da andererseits die nicht absorbierte Kohlensäure Raum beansprucht, so muß das Volumen von CO um eben diesen Betrag zu groß erscheinen. Um nun die Menge dieser nicht absorbierten Kohlensäure zu ermitteln, muß das Entwicklungsrohr noch ein drittes Mal gewogen werden, und zwar nachdem man mit einer Wasserstrahlpumpe unter Verwendung eines Kapillarrohres (um die Gefäßwände nicht zu berühren) das Gemisch von CO und CO₂ aus dem Rohr abgesaugt hat. Diese nicht lange dauernde Arbeit muß sehr sorgfältig ausgeführt werden, da auf jeden Fall eine Berührung des Saugrohres mit den Gefäßwänden vermieden werden muß, weil andernfalls leicht Flüssigkeitströpfchen an ihm haften bleiben könnten, wodurch der zu erwartende Effekt verdorben würde. Bei richtiger Arbeit ergibt sich bei Gefäßen unserer Ausmaße die Gewichtsverminderung 2 mg. Diese 2 mg stellen den Betrag dar, um den das mit (CO + CO₂) gefüllte Rohr schwerer ist als das mit Luft gefüllte. Nehmen wir an, es hätten sich im Glase x Vol CO₂ und y Vol CO befunden, so ergibt sich folgende Gleichung: x Vol CO₂ + y Vol CO — (x Vol Luft + y Vol Luft) = 2 mg. Da nun CO praktisch ebenso schwer ist wie Luft, so vereinfacht sich diese Beziehung zu: x Vol CO₂ — x Vol Luft = 2 mg.

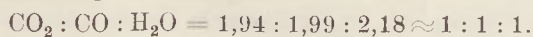
Die Differenz 2 mg ist also der Gewichtsunterschied zweier gleichen Volumina CO₂ und Luft. Die Differenz der nach der AVOGADROSCHEN Regel gleichen Molvolumina von CO₂ und Luft beträgt $44 - 29 = 15$; die Differenz 15 mg entspricht also 44 mg CO₂, unsere Differenz 2 mg demnach $\frac{44 \cdot 2}{15}$ mg ≈ 6 mg. Diese 6 mg sind daher zu dem Betrage zu addieren, der durch Wägung des Natronkalkrohres gefunden wurde.

44 mg CO₂ entsprechen andererseits 28 mg CO; $\frac{44 \cdot 2}{15}$ mg CO₂ mithin $\frac{28 \cdot 44 \cdot 2}{44 \cdot 15}$ = 3,7 mg CO. Dieser Betrag wieder ist von der zuerst berechneten Gewichtsmenge CO abzuziehen. Wenn auf diese Weise die Gewichtsmengen für CO und CO₂ richtig gestellt werden, so ergeben sich recht genaue Resultate.

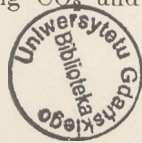
Beispiel. (Schülerversuch in gleicher Front.) Versuchsdauer eine Doppelstunde.

Gruppe 1. 180 mg Oxalsäure ergaben unkorrigiert 79 mg CO₂ und 59,4 mg CO,
 korrigiert 85 mg CO₂ und 55,7 mg CO.

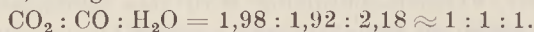
Für H₂O ergibt sich 39,3 mg.



Gruppe 2. 180 mg Oxalsäure ergaben unkorrigiert 81 mg CO₂ und 57,35 mg CO,
 korrigiert 87 mg CO₂ und 53,65 mg CO.

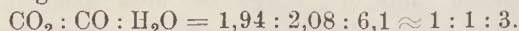


Daraus für Wasser 39,35 mg.



Gruppe 3. 252 mg krist. Oxalsäure ergab unkorrigiert 79 mg CO_2 und 61,2 mg CO, korrigiert 85 mg CO_2 und 57,6 mg CO.

Daraus Wasser 109,4 mg.



Daraus ergibt sich für die Zusammensetzung der Oxalsäure im Falle 1 und 2: $\text{CO}_2 \cdot \text{CO} \cdot \text{H}_2\text{O}$; und im Falle 3: $\text{CO}_2 \cdot \text{CO} \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$.

Da jede organische Säure mindestens eine Carboxylgruppe enthalten muß, so ergibt sich für den Fall 1 und 2 zunächst $\text{COOH} \cdot \text{CO}_2\text{H}$, was sofort zu der endgültigen Formel $\text{COOH} \cdot \text{COOH}$ führt.

Fall 3 ist schwieriger zu deuten und setzt voraus, daß die Oxalsäure, z. B. durch Untersuchung ihrer Kaliumsalze, als zweibasisch erkannt wurde. Enthält sie demnach zwei Carboxylgruppen, so sind die Restatome H_4O_2 am einfachsten als Kristallwasser zu deuten, wenn auch, wie man weiß, hier andere Deutungsmöglichkeiten vorhanden sind. Das Ergebnis lautet also $\text{COOH} \cdot \text{COOH} \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$.

Obgleich die Untersuchung der Oxalsäure ungleich schwieriger ist, als die der Ameisensäure, so ist sie dafür um so lehrreicher und interessanter. Sie eignet sich daher nicht nur zu einer Übung in gleicher Front, sondern kann besonders auch als „Forschungsaufgabe“ gestellt werden, wobei man natürlich den Namen der Substanz nicht vorher angeben wird.

Für die Praxis.

Über die Behandlung von Gummischläuchen und Gummistopfen. Von Günther Simon in Oldenburg i. O. — Gummischläuche und Gummistopfen sind ein außerordentlich wichtiger Bestandteil jeder chemischen Sammlung. Deshalb sollten sie besonders sorgfältig gepflegt werden; und doch findet man die Gummivorräte recht oft in einem nicht gerade verlockenden Zustand. Ein Teil der Schläuche ist brüchig und undicht geworden, die Stopfen sind steinhart oder sitzen fest angewachsen auf zerbrochenen und schmutzigen Rohrtrümmern. Es arbeiten im allgemeinen viele Hände in einer chemischen Sammlung; dazu ist die Zeit der Pause nach der Unterrichtsstunde zur Reinigung der Geräte nur kurz bemessen, und der Sammlungsleiter kann auch nicht jeden Nachmittag zum Reinigen in der Schule stehen. Ich möchte deshalb einige kurze, leicht zu befolgende Ratschläge zur Behandlung der Gummivorräte hier zusammenfassen.

Sämtliche Gummivorräte werden am besten in einer schwach alkalischen Atmosphäre aufbewahrt. Man stellt deshalb in den Kasten, in dem die Schläuche und Stopfen lagern, ein großes Proberohr mit Ammoniumkarbonat. Ammonkarbonat zerfällt an der Luft unter Abgabe von Ammoniak. Von Zeit zu Zeit muß daher das Rohr frisch aufgefüllt werden.

Besonders scharf ist darauf zu achten, daß die Glasstäbe und Glasröhren am Ende auch wirklich rund geschmolzt sind, sonst beschädigt man unweigerlich den Gummi. Im allgemeinen genügen recht kurze Gummistücke zwischen zwei Rohrenden. Nach Beendigung des Versuches löst man zweckmäßig alle Gummiverbindungen und spült sie sofort aus. Ich halte es auch für richtig, die Glasröhren aus den Stopfen nach dem Versuch herauszuziehen. Sie lassen sich dann besser reinigen, und man vermeidet ein Festsitzen auf dem Glasrohr. Das Einführen geht sehr leicht, wenn der Gummi vorher mit Glycerin oder Wasser angefeuchtet ist. Um Glycerin zu sparen, hält man eine kleine Flasche mit wenig Glycerin bereit, die mit einem einfach durchbohrten Stopfen, durch den ein dünner Glasstab geführt ist, verschlossen wird. Damit feuchtet man den Gummistopfen oder Schlauch an, bevor man das Rohr einführt.

Auch durch Gummistopfen mit recht enger Bohrung, insbesondere also neue Stopfen, lassen sich Glasröhren einführen, wenn man die Bohrung durch Hindurchschieben von Korkbohrern aufeinanderfolgender Weiten, die mit Glycerin oder Natronlauge angefeuchtet sind, aufweitet. Man schiebt dann immer den nächst weiteren Korkbohrer, während man den vorigen herauszieht, von der anderen Seite hinein. Beim Herausziehen des Korkbohrers mit derselben Weite wie das Rohr wird dieses dann von der anderen Seite her eingeführt. Auch Gummistopfen lassen sich mit einem scharfen Korkbohrer durchbohren, wenn er vorher mit Glycerin oder Natronlauge angefeuchtet ist. Hierzu gab BIELING kürzlich¹ ein zusätzliches Hilfsmittel an. Er füllt eine die Höhe des Stopfens um 1 cm übertreffende Papphülse mit Gipsbrei und drückt den Stopfen so weit hinein, daß das eine Ende gerade noch sichtbar ist. Nach einem Tage läßt sich dann der Stopfen leicht durchbohren, und der Gipsmantel kann anschließend wieder abgeschlagen werden.

Durch Kochen hart gewordene Stopfen lassen sich wieder brauchbar machen, wenn man sie in eine 1%ige Lösung von Kaliumpentasulfid legt. Dieser Stoff wird jedoch im allgemeinen nicht vorrätig sein, und seine Darstellung ist in Anbetracht der geringen notwendigen Menge verhältnismäßig umständlich (man löst 1 g K in 15 ccm Alkohol, sättigt die Lösung mit trockenem Schwefelwasserstoff, fügt 1,64 g S hinzu und kocht etwa 1 Stunde im Wasserstoffstrom. Das Pentasulfid kristallisiert in orangeroten, äußerst hygroskopischen Kristallen)².

Auf Glasröhren, Thermometern u. dgl. festgewachsene Gummistopfen lassen sich nach einem kürzlich von A. J. BAILY³ angegebenen Verfahren lösen. Man hält das Rohr dicht oberhalb des Stopfens mit der linken Hand fest und führt mit der rechten Hand den sechskantigen Schaft einer Dreikantfeile, wie sie zum Anfeilen von Glasröhren benutzt wird, an der Unterseite des Stopfens zwischen Glas und Gummi etwa 3 mm tief ein. Dann dreht man die Feile, wobei sie auf der Innenwandung der Bohrung abrollt und den Gummi vom Glas abreißt. Nachdem ein Teil des Umfangs auf diese Weise vom Gummi abgelöst ist, wird die Feile tiefer eingeschoben, wobei das Drehen fortzusetzen ist, bis schließlich die Spitze des Schaftes an der anderen Seite zum Vorschein kommt. Harte und weiche Stopfen, ganz gleich, wie groß ihr Durchmesser ist, können so abgelöst werden, und die Bruchgefahr ist ausgeschaltet.

¹ Unterrichtsbl. Math. Naturw. 46, 121 (1940).

² L. VANINO: Präparative Chemie I, S. 378.

³ Industr. Engng. Chem. 12, 45 (1940); vgl. Chem. Fabrik 13, 243 (1940).

Berichte.

2. Forschungen und Ergebnisse.

Die Hypothese vom Zerfall des schweren Elektrons¹. Von R. PYRKOSCH in Breslau.

Die Einsicht in das Wesen der von der harten Strahlung erzeugten Schauer ist durch eine neue Auffassung über die Natur der schweren Elektronen gefördert worden. Nach dem Vorgange von YUKAWA wurde von H. FRÖHLICH, W. HEITLER und N. KEMMER (1) gezeigt, daß die Eigenschaften des Protons und Neutrons in neuem Licht erscheinen, wenn man annimmt, daß jedes dieser Teilchen ein schweres positives oder negatives Elektron (Y^+ , Y^-) aussenden kann und sich zugleich in das andere verwandelt. W. HEITLER hat nun weiter untersucht (2), welche

Folgen nach dieser Ansicht der Zusammenstoß eines schweren Elektrons mit einem Atomkerne haben kann.

Da die Protonen und Neutronen in einem solchen Kern für Höhenstrahlungsenergien im allgemeinen als frei angesehen werden können, werden zunächst Vorgänge betrachtet, die sich bei dem Zusammenstoß eines schweren Elektrons mit einem freien Proton P oder Neutron N im Ruhezustand ereignen können. Die einfachsten dieser Art sind $Y^+ + N \rightarrow P + h\nu$ und $Y^- + P \rightarrow N + h\nu$, wobei also die Gesamtenergie des schweren Elektrons, bestehend aus kinetischer und Ruheenergie, von einem Lichtquant $h\nu$ übernommen wird, das, wie eine nähere theoretische Untersuchung lehrt, nach allen Richtungen ausgesandt werden kann. Ferner ergibt diese Untersuchung

¹ Abschluß des Berichts über die Höhenstrahlungsforschung in den Jahren 1937 und 1938.

daß ein schweres Elektron mit der Energie 10^8eV ungefähr 2 m in Pb zurücklegen würde, bevor es auf diese Weise in ein Lichtquant umgewandelt wird. Dieses würde dann alsbald einen gewöhnlichen weichen Schauer erzeugen, welcher nach der Kaskadenlehre bis zu 5 Strahlen enthalten sollte. Wie bereits früher bei den Versuchen von AUGER und HAENNY erwähnt, sind solche von der harten Strahlung hervorgebrachten gewöhnlichen Schauer in der Tat beobachtet worden.

Wenn die beiden angegebenen Vorgänge umgekehrt werden in $h\nu + P \rightarrow N + Y^+$ und $h\nu + N \rightarrow P + Y^-$, ergibt sich ein Weg, auf dem schwere Elektronen durch Lichtquanten erzeugt werden können, und es erhebt sich die Frage, ob die harten Teilchen in Seehöhe vielleicht sämtlich sekundär und von Photonen in der oberen Atmosphäre gebildet sind, besonders da nach der Strahlungstheorie auch 2 oder mehr harte Teilchen durch ein Lichtquant hervorgebracht werden können, im einfachsten Falle nach dem Schema $h\nu + P \rightarrow P + Y^+ + Y^-$.

Um die sekundäre Natur der harten Strahlung nachzuweisen, wurde auf Veranlassung von A. H. COMPTON folgender Versuch von M. SCHEIN und V. C. WILSON ausgeführt (3): 4 Zählrohre waren in Koinzidenzschaltung übereinander angebracht, und zwischen dem 2. und 3. befanden sich dauernd 8,1 cm Pb, um die weiche Strahlung abzuschneiden. Durchdringende Strahlen, die zwischen den Rohren durch einen von oben kommenden nicht ionisierenden Strahl ausgelöst werden, bringen keine Koinzidenz hervor, da sie nicht durch alle Rohre hindurchgehen. Wenn also ein Stück Pb, das 2,2 cm dick war, abwechselnd zwischen die Rohre 2 und 3 in die Lage B und über alle Rohre in die Lage A gelegt wurde, kann man durch den Unterschied der Koinzidenzzahlen den Bruchteil der harten Strahlung erhalten, der in den 2,2 cm Pb erzeugt wird.

Der Versuch wurde in einem Flugzeug bis 7,6 km Höhe vorgenommen, indem die Koinzidenzzahl alle 3 Minuten abgelesen wurde. Bis zu 6 km wurde kein wesentlicher Unterschied zwischen den Zahlen bei A und B gefunden; von da an aber war der Überschuß der Zahl bei A über die bei B ganz deutlich und in 7,6 km Höhe ihr Verhältnis gleich 2,1. Von 6 km an würden danach harte ionisierende Strahlen von nicht ionisierenden, vermutlich Photonen, in Übereinstimmung mit der HEITLERSchen Vorstellung erzeugt werden. Bei dem Fordney-Settle-Stratosphärenfluge war der bei etwa 7,6 km Höhe auftretende Buckel der Höhenstrahlungsionisationskurve, welcher 1914 zwischen 6 und 7 km Höhe von KOLHÖRSTER entdeckt und 1931 von ihm durch Sättigung der Strahlung mit Sekundärstrahlen erklärt worden war (4), bei der mit 6 cm Pb gepanzerten Kammer deutlicher als bei der dünnwandigen [vgl. diese Z. 48, 268 (1935)]. Von SCHEIN und WILSON wird auf Grund ihrer Ergebnisse angenommen, daß der Buckel mit der Erzeugung der harten Sekundärstrahlen zusammenhängt.

Als nächster Vorgang bei der Einwirkung eines schweren Elektrons auf ein Proton oder Neutron wird von HEITLER eine scheinbar einfache Streuung des schweren Elektrons beim Zusammenstoß mit einem Kern nach dem Schema $Y^- + P \rightarrow P + Y_1^-$ oder $Y^- + N \rightarrow N + Y_1^-$ betrachtet, die aber nach der Theorie in 2 Abschnitten verläuft, nämlich im 1. Falle: Das negative schwere Elektron Y^- wird durch das Proton absorbiert, welches dadurch in ein Neutron verwandelt wird; darauf sendet das Neutron ein negatives schweres Elektron Y_1^- aus und wird wieder zum Proton; entsprechend im 2. Falle. Auch hier sind nach der Theorie mehrfache Vorgänge möglich, indem außerdem vom Kern noch Paare schwerer Elektronen ausgestoßen werden, deren Zahl nur durch die Energie des auslösenden Teilchens begrenzt wird, falls diese die Größenordnung $\mu c^2 \sim 10^8\text{eV}$ hat, wo μ die Ruhmasse von etwa 150 Elektronenmassen bedeutet. Auf diese Weise werden die harten aus durchdringenden Teilchen bestehenden Schauer erklärt, welche den 2. Gipfel der Rossi-Kurve verursachen. Da dieser bei etwa 20 cm Pb auftritt, müßten die Schauerteilchen etwa 20 cm Pb durchdringen können, wie die Teilchen der von AUGER untersuchten großen atmosphärischen Schauer [vgl. diese Z. 53, 83 (1940)]. Aber nach der Theorie sollten diese Schauer im Gegensatz zur Erfahrung [vgl. diese Z. 53, 82 (1940)] eine große Winkelöffnung haben. Von G. WENTZEL ist ein Versuch gemacht worden, die Theorie so abzuändern, daß diese Unstimmigkeit beseitigt wird (5).

HEITLER beschäftigt sich schließlich mit den seltenen Schauern von schweren ionisierenden Teilchen. Wenn die Protonen und Neutronen eines Kerns nicht mehr als frei angesehen werden können, sondern ihre Bindung berücksichtigt werden muß, werde man zu Vorgängen folgender Art geführt: Ein schweres Elektron Y^+ mit der Energie E wird von einem gebundenen Neutron absorbiert. Indem das Neutron von der erhaltenen Energie an die übrigen Kernteilchen abgibt, wird E nach Vorstellungen von N. BOHR (6) als eine Art Wärmeenergie im Kern aufgespeichert. Im Laufe der Zeit „verdampft“ der Kern und sendet eine Zahl schwerer Teilchen: Protonen, Neutronen und vielleicht auch Photonen aus, welche letztere alsbald Elektronenpaare erzeugen würden. Diese Teilchen können nach allen Richtungen ausgehen und würden folglich als Schauer mit der Winkelöffnung 4π erscheinen; es kann geschätzt werden, daß die Zahl schwerer Teilchen, welche dabei von einem Kern mit einer Anregungsenergie von einigen 10^8eV ausgeschleudert werden, zwischen 2 und 10 liegt, so daß diese Ergebnisse mit der Erfahrung, wie z. B. bei den Versuchen von BLAU und WAMBACHER [vgl. diese Z. 53, 30 (1940)], vollkommen übereinstimmen.

Diese Kernzertrümmerungen sind von HEITLER noch genauer in einer späteren Arbeit (7) untersucht worden mit dem Ergebnis, daß ein Kern bei einer Anregungsenergie der Größenordnung 10^8eV etwa 20 schwere Teilchen aussendet, von denen aber wenigstens die Hälfte Neutronen sind, so daß

wieder bis zu 10 ionisierende Teilchen übrig bleiben.

Solche Neutronen in Schauern schwerer Teilchen sind von D. K. FROMAN und I. C. STEARNS auf folgende Weise festgestellt worden (8): Eine 2 cm dicke Pb-Platte wurde 4 cm über dem oberen Rohr eines Zählrohdreikants angebracht. Die beiden unteren Rohre waren allseitig mit 10 cm Pb gepanzert. Ein Paraffinblock befand sich abwechselnd in *A* und *B*, wo *A* eine Lage zwischen der Pb-Platte und dem oberen Rohre, *B* eine Lage zwischen diesem und dem Panzer der unteren Rohre ist. Mit dem Paraffin in *B* werden ionisierende Teilchen, die aus ihm durch Neutronen herausgeworfen werden, keine Koinzidenzen ergeben, wohl aber mit dem Paraffin in *A*. Das Verhältnis der Koinzidenzzahlen in den Fällen *A* und *B* war $1,30 \pm 0,06$, so daß der Austritt von Neutronen aus der Pb-Platte als gesichert erscheint.

In der ersten seiner beiden oben erwähnten Arbeiten bemerkt HETTLER noch, daß der Wirkungsquerschnitt bei der Erzeugung der harten Schauer mit zunehmender Energie des auslösenden schweren Elektrons wahrscheinlich abnimmt, und daß die schweren Elektronen infolgedessen nur für Energien über μc^2 sehr durchdringend sind. Sie würden absorbierbar, sobald ihre Energie auf etwa 10^8 eV herabgesunken ist. Möglicherweise sei dies der Grund, warum nur sehr wenige harte Teilchen mit niedrigen Energien beobachtet werden. Die Annahme von BLACKETT dagegen [vgl. diese Z. 52, 207 (1939)], daß die schweren Elektronen bei Energien dieser Größenordnung sich in gewöhnliche Elektronen verwandelten, sei theoretisch nicht zu verstehen.

Die Auffassung von BLACKETT wird auch von P. EHRENFEST jr. auf Grund seiner Versuche abgelehnt (9), die er mit dem großen Elektromagneten der Pariser Akademie und der doppelten Nebelkammer zur Bestimmung des Energieverlustes der harten Teilchen angestellt hat [vgl. diese Z. 53, 82 (1940)]. Die Doppelkammer wurde dabei von 2 Zählrohren gesteuert, die unmittelbar über und unter der oberen Kammer angebracht waren. Die weiche Strahlung wurde durch 16 cm Pb mit dem Gewicht 6 t über dem Elektromagneten abgeschnitten. Als Absorptionsschicht wurde für die harte Strahlung ein Goldblock von 9 cm Dicke zwischen beiden Kammern benutzt. Auf diese Weise konnten die Energien E_1 und E_2 eines harten ionisierenden Teilchens vor und hinter dem Gold aus den Krümmungen seiner Spuren in den beiden Kammern bestimmt werden. Wie bei BLACKETT wird dann der relative Energieverlust im Au durch $R = \frac{E_1 - E_2 - t \cdot E_i}{t \cdot \frac{1}{2} (E_1 + E_2)}$ gemessen,

wo $t = 15,5$ die Dicke der Pb-Schicht in Zentimetern ist, welche dem Goldblock massengleich ist, und $E_i = 16 \cdot 10^6$ eV nach BETHE und HETTLER (1934) den Energieverlust durch Ionisation je cm Pb, also $E_i \cdot t = 250 \cdot 10^6$ eV den für 9 cm Au bedeutet, der mit den Messungen gut im Einklange war. Als wichtigstes Ergebnis der Messungen wird

die Abwesenheit von Energieverlusten mittlerer Größe zwischen $R = 0,07$ und $0,12$ hervorgehoben, die das Vorhandensein einer wohl definierten Gruppe, eben der harten Teilchen von AUGER, anzeige, welche nur wenig Energie verlieren. Daß die harten Strahlen aber, wie BLACKETT behauptet, in einem gewissen Energiebereich seltene, aber sehr große Verluste erleiden und sich dabei in gewöhnliche Elektronen verwandeln, gehe aus den Messungen nicht hervor. Denn um mit BLACKETT in 1 cm Pb mittlere Verluste von $R = 0,15$ zu erhalten, müßten wenigstens 15 von 100 Strahlen dieses Schicksal erleiden, wobei ihr $R = 1$ wird, und dies würde zur Folge haben, daß in 9 cm Au 90 von 100 harten Teilchen angehalten werden — BLACKETT hatte mit seiner 2-cm-Au-Platte 19 von 35 gefunden — ein Bruchteil, der den von EHRENFEST beobachteten weit übersteigt.

Die Ansichten über die Natur der schweren Elektronen oder Mesotronen¹, wie sie nach einem Vorschlage von N. BOHR benannt worden sind, haben sich auch nach anderer Richtung hin weiter entwickelt. Besondere Bedeutung hat dabei ihre Unbeständigkeit erlangt. Nach YUKAWA hat ein schweres Elektron mit der Energie $\gamma \mu c^2$, wenn $\gamma \gg 1$ ist, die mittlere Lebensdauer $\tau = \gamma \tau_0$, wo τ_0 seine Ruhelebensdauer von der Größenordnung 10^{-6} sec ist. Im freien Raume würde also ein Mesotron großer Geschwindigkeit einen mittleren Weg $L = c\tau$ zurücklegen, bevor es von selbst in ein Elektron und ein Neutrino zerfällt. Diese Auffassung ist von H. EULER und W. HEISENBERG (10) benutzt worden, um eine Unstimmigkeit in der Absorption der harten Höhenstrahlung aufzuklären. Während diese im allgemeinen massenproportional verläuft, macht die Luft davon eine Ausnahme, da in ihr die Absorption größer ist als in Wasser und Erde [vgl. diese Z. 52, 30 (1939)], wie von A. EHMERT und H. KULENKAMPFF zuerst gefunden wurde. In dichten Stoffen ist nämlich die durch die Ionisation bestimmte Reichweite viel kleiner als die mittlere Weglänge L , so daß fast keine schweren Elektronen von selbst zerfallen, bevor sie durch Ionisation zur Ruhe kommen. In Gasen dagegen hat die Reichweite der Ionisation dieselbe Größe oder ist noch größer als L , so daß viele Mesotronen zerfallen, ehe sie durch Ionisation angehalten werden und dadurch eine scheinbare zusätzliche Absorption bewirken. EULER und HEISENBERG haben nun gezeigt, daß die Unstimmigkeit der Absorption in Luft beseitigt wird, wenn man $\tau_0 = 2,7 \cdot 10^{-6}$ sec annimmt und voraussetzt, daß die schweren Elektronen am Gipfel der atmosphärischen Höhenstrahlungskurve gebildet werden, also für senkrechte Strahlen bei etwa 8 cm Hg-Druck in ungefähr 16 km Höhe.

Die durchdringende Höhenstrahlung würde folglich, soweit sie aus Mesotronen besteht, auf ihrem Wege durch Materie in verschiedener Weise absorbiert werden. Erstens erleiden die schweren Elektronen eine Bremsung durch Ionisation, wie

¹ Vgl. den Aufsatz v. J. JORDAN: Das neue Elementarteilchen, diese Z. 52, 49 (1939).

andere geladene Teilchen auch; zweitens können sie von selbst zerfallen; drittens können sie Schauer erzeugen und viertens, wenn BLACKETT und WILSON recht haben, eine Bremsung erfahren, die nur für ein gewisses Energiegebiet statthat, dort aber bis zum 10fachen der Ionisationsbremsung beträgt und vielleicht auf der Wechselwirkung zwischen einem schweren Elektron und einem Atomkern beruht (11).

Weiter hat BLACKETT mit dem Zerfall der Mesotronen die Abnahme der Höhenstrahlungsstärke mit zunehmender Lufttemperatur erklärt (12), wiesie z. B. von COMPTON und TURNER beobachtet worden war [vgl. diese Z. 53, 25 (1940)]. Diese Abnahme rührt nach ihm von der größeren Ausdehnung einer warmen Atmosphäre nach oben her, infolge deren die schweren Elektronen in größeren Höhen erzeugt werden und einen längeren Weg bis zur Erdoberfläche zurücklegen müssen, so daß die Wahrscheinlichkeit des Zerfalls größer ist. Zur näheren Ausführung wird vorausgesetzt, daß alle schweren Elektronen, um die es sich hier handelt, die Energie $3 \cdot 10^6 \text{ eV}$ haben. Wird ferner ihre Masse μ gleich 150 Elektronenmassen gesetzt, so berechnet sich μc^2 zu $7,5 \cdot 10^6 \text{ eV}$ und γ zu 40, also mit $\tau_0 = 2,7 \cdot 10^{-6} \text{ sec}$ die mittlere Lebensdauer zu $\tau = 1,08 \cdot 10^{-4}$ und die mittlere Weglänge bis zum Zerfall zu $L = 32 \text{ km}$, wenn die Geschwindigkeit der des Lichts nahezu gleichgesetzt wird. Ist $\delta\Theta$ die Zunahme der mittleren atmosphärischen Temperatur und δz die durch $\delta\Theta$ bewirkte Höhenzunahme der Luftschicht, in der die Mesotronen gebildet werden, so wird der Temperaturkoeffizient der Höhenstrahlung gegeben sein durch

$$\alpha = - \frac{\delta z}{L \cdot \delta\Theta}.$$

Wird hier $\delta z \sim 500 \text{ m}$ genommen, wie für die mittlere Sommer-Wintertemperaturdifferenz beobachtet worden ist, so ergibt sich $\alpha = -0,16\%$ je Grad C, in guter Übereinstimmung mit dem Wert $-0,18\%$ je Grad C von COMPTON und TURNER.

Damit sei auch leicht zu erklären, warum die Zunahme der Strahlungsstärke hinter dem Fallen des Barometers zurückbleiben kann und umgekehrt [vgl. diese Z. 51, 76 (1938)]. Da nämlich die durchschnittliche Temperatur auf der Front vieler Depressionen höher als auf ihrer Rückseite ist, wird die Strahlungsstärke sich entgegengesetzt verhalten, so daß ihr Höchstwert gegen den Mindestwert des Luftdrucks verzögert wird.

Auf den Barometereffekt der Höhenstrahlung an sich ist die Zerfallshypothese des Mesotrons von H. RATHGEBER angewandt worden (13). Denn ebenso wie die atmosphärische Schicht, in der die Mesotronen entstehen, ihre Höhe mit der Temperatur ändert, wird sie das auch am Ort der Messungen bei einer Änderung des Luftdrucks tun, so daß der Weg der harter Strahlung von ihrem Ursprung bis zu den Meßapparaten und folglich auch ihre Stärke vom Barometerstand abhängt. Deshalb kann der Barometereffekt nicht einfach daraus berechnet werden, daß die Höhenstrahlen bei hohem Luftdruck eine größere Luftmasse zu durchlaufen haben als bei niedrigem.

In entsprechender Weise läßt sich nach BLACKETT und ROSSI (14) eine Unstimmigkeit beseitigen, die sich bei den Messungen der Höhenstrahlungsstärke unter verschiedenen Zenitwinkeln an demselben Ort herausgestellt hat. Solche Messungen wurden z. B. von AUGER und Mitarbeitern (15) in 4 Laboratorien, auf dem Jungfraujoch und in Paris an der Erdoberfläche, wie in den beiden unterirdischen Versuchsräumen, mit Koinzidenzanordnungen von je 3 Zählrohren übereinander ausgeführt, deren Achsen beliebig gegen die Senkrechte geneigt werden konnte. Zwischen den Rohren waren Pb-Schichten angebracht, um die weiche Strahlung abzuschneiden [vgl. diese Z. 52, 204 (1939)]. Dabei ergab sich an jedem Ort die Absorption nicht der bei jedem Zenitwinkel durchlaufenen Masse proportional, also die Absorptionszahl konstant, sondern mit wachsendem Winkel als zunehmend, was wieder darauf zurückgeführt werden kann, daß die atmosphärische Schicht, in welcher die Mesotronen gebildet werden, mit wachsendem Zenitwinkel von dem Meßgerät weiterrückt.

Schrifttumsverzeichnis.

1. Proc. Roy. Soc. A 166, 127, 154 (1938). —
2. Proc. Roy. Soc. A 166, 529 (1938). — 3. Physic. Rev. 54, 304 (1938). — 4. Naturwiss. 19, 574 (1931). —
5. Physic. Rev. 54, 869 (1938). — 6. Science (N.Y.) 86, 161 (1937). — 7. Physic. Rev. 54, 873 (1938). —
8. Physic. Rev. 54, 969 (1938). — 9. C. r. Acad. Sci. Paris 207, 573 (1938). — 10. Erg. exakt. Naturwiss. 1938, 40f. — 11. Ann. Physik 5. Folge 33, 594 (1938). —
12. Physic. Rev. 54, 973 (1938). — 13. Naturwiss. 26, 842 (1938). — 14. Nature (Lond.) 142, 992 (1938). —
15. C. r. Acad. Sci. Paris 204, 257 (1937).

Neu erschienene Bücher und Schriften.

Die Lösung angewandter Differentialgleichungen mittels Laplacescher Transformation. Von H. W. DROSTE, mit einem Vorwort von G. DOETSCH. Heft 1 der Schriftenreihe „Neuere Rechenverfahren der Technik“, herausgeg. von H. W. DROSTE. 35 S. Berlin: E. S. Mittler u. Sohn 1939. Preis geh. RM 5,—.

Im Anschluß an die nicht unbekanntete symbolische Methode von HEAVISIDE entwickelt der Verfasser ein auf der LAPLACE-Transformation be-

ruhendes allgemeines Verfahren zur Integration gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen. Es löst die Probleme nach einheitlichen Prinzipien und macht daher Kunstgriffe überflüssig, wie sie bei den üblichen Methoden erforderlich sind. So reizvoll das an sich ist, so ist doch die bis zur vollen Beherrschung nötige Einarbeitung schwieriger, als daß ein baldiges Eindringen des Verfahrens in die Ingenieurpraxis zu erwarten wäre. Dieser aber die Bahn zu ebnen, ist das Ziel des Verfassers.
H. Bock.

Methoden der mathematischen Physik. Von R. COURBANDT und D. HILBERT. Zweiter Band. (Band XLVIII der „Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungsgebiete.“) XVI, 549 Seiten mit 57 Abbildungen. Berlin: Julius Springer 1937. Preis geh. RM 38,—; geb. RM 39,80.

Der vorliegende Band enthält, wie es im Vorwort heißt, „Teilgebiete aus der Theorie der partiellen Differentialgleichungen, welche mit Begriffen der Physik zusammenhängen“. Er umfaßt aber weit mehr, als man nach diesem Satz vermuten könnte; er gibt im wesentlichen eine Theorie der partiellen Differentialgleichungen überhaupt, und zwar vielfach unter ganz neuen Gesichtspunkten. In 7 Kapiteln werden behandelt: Grundbegriffe; allgemeine Theorie der partiellen Differentialgleichungen erster Ordnung; lineare Differentialgleichungen höherer Ordnung im allgemeinen; elliptische Differentialgleichungen, insbesondere Potentialtheorie; hyperbolische Differentialgleichungen mit 2 und solche mit mehr als 2 unabhängigen Veränderlichen; Lösung der Rand- und Eigenwertprobleme auf Grund der Variationsrechnung. Ziel der Darstellung ist es nach dem Vorwort, „wichtige Zweige der Analysis zugänglicher und durchsichtiger zu machen und weiteren Untersuchungen den Weg zu ebnen.“ Im einzelnen auf den überaus reichen Inhalt einzugehen, ist im Rahmen einer kurzen Besprechung nicht möglich. Es sei nur noch auf die Klarheit der Darstellung, die stets das Wesentliche erkennen und überall den inneren Zusammenhang und die Motivierung der Theorie hervortreten läßt, auf den durchsichtigen, gut verständlichen Stil, der dem Leser das Eindringen in die oft schwierigen und verwickelten Probleme erleichtert, und auf den Umstand hingewiesen, daß die besonderen Bedürfnisse des Physikers in jeder Weise berücksichtigt werden. Es ist kein Zweifel, daß das Buch in kurzer Zeit zu den Standardwerken des theoretischen Physikers gehören wird.

E. Lamla.

Grimshls Lehrbuch der Physik. Zum Gebrauch beim Unterricht, neben akademischen Vorlesungen und zum Selbststudium. Neubearbeitet von Prof. Dr. R. TOMASCHEK, Direktor des Phys. Instituts der T. H. Dresden.

Erster Band: Mechanik. Wärmelehre. Akustik. Zehnte Auflage. VII, 681 Seiten mit 740 Abbildungen im Text. Leipzig u. Berlin: B. G. Teubner 1938. Preis geb. RM 19,80.

Zweiter Band (erster Teil): Elektromagnetisches Feld. Optik. Achte Auflage. X, 866 Seiten mit 1209 Abbildungen im Text, einem Titelbild und einer farbigen Tafel. Leipzig u. Berlin: B. G. Teubner 1938. Preis geb. RM 26,—.

Dritter Band: Materie und Äther. Neunte Auflage. VIII, 458 Seiten mit 339 Abbildungen im Text. Leipzig u. Berlin: B. G. Teubner 1939. Preis geb. RM 14,—.

Der „Große Grimsehl“ hat sich seit seinem ersten Erscheinen im Jahre 1909 in weiten Kreisen der Studenten der Physik und der physikalischen Technik sowie der Lehrer an höheren Schulen

großer Beliebtheit erfreut. Das lag einmal daran, daß das Werk eine glückliche Mitte hielt zwischen den kürzeren Lehrbüchern und den umfangreichen Handbüchern, zum andern aber und vor allem an den hervorragenden didaktischen Fähigkeiten GRIMSEHLS. GRIMSEHL selbst fiel 1914 bei Langermark; sein Buch lebte weiter. Seit 1929 hat R. TOMASCHEK eine vollständige Neubearbeitung übernommen [vgl. diese Z. 46, 233 (1933); 48, 227 (1935); 50, 43 (1937)]. Nun liegt der I. Band in 10., der II. Band in 8. Auflage vor. Dieser II. Band war zunächst in 2 stattliche Teilbände unterteilt; jetzt ist der zweite dieser Teilbände als selbständiger III. Band (9. Auflage) erschienen.

Band I behandelt in 13 Abschnitten Maße und Messen, Bewegungslehre, Lehre von den Kräften, Massenanziehung, Feinbau der materiellen Körper, Elastizität und Festigkeit, Bewegung mit Reibung, Verhalten der Flüssigkeiten und Gase, Strömung von Gasen und Flüssigkeiten, Schwingungen und Wellen, Wärmelehre, Akustik, Ballistik. Die 4 Hauptabschnitte des II. Bandes tragen die Überschriften: das statische elektrische und magnetische Feld, der stationäre elektrische Strom, das zeitlich veränderliche elektromagnetische Feld, Optik. Dem Band ist das Bild FARADAYS vorangestellt, und die Darstellung baut sich überall grundsätzlich auf der FARADAY-MAXWELLSCHEN Wellenvorstellung auf. — Der III. Band endlich stellt ein völlig neues Werk dar. Er umfaßt den Aufbau der Materie und ihre Wechselwirkung mit den Strahlungsvorgängen und enthält 11 Abschnitte: der elektrische Aufbau der Materie, die Kerne, Licht und Materie, Welle und Korpuskel, Spektrallinien und Atombau der Mehrelektronensysteme, Molekülbau, der Bau der zusammenhängenden Materie, der Bau der Kerne und deren Umwandlung, geophysikalische Probleme der Elektrizität und des Magnetismus, Elektrodynamik bewegter Körper, Materie und Energie im Weltraum.

Stellen schon die beiden ersten Bände eine vollständige und grundlegende Umarbeitung dar, so ist der dritte eine völlig neue Schöpfung des Verfassers. Wenn trotzdem der Name GRIMSEHLS weiter über dem Werke steht, so wird das dadurch gerechtfertigt, daß in dem völlig neuen Gewande der Geist des alten GRIMSEHLSCHEN Buches weiter lebt. Als Kennzeichen dafür nenne ich die Klarheit und Anschaulichkeit der Darstellung, die vorzügliche Herausarbeitung und Feststellung der grundlegenden Begriffe, das große didaktische Geschick, mit dem TOMASCHEK die gewaltige Fülle des Stoffes gesichtet und geordnet hat. Stofflich enthält das Werk sehr vieles; es ist daher kein eigentliches „Lernbuch“ im engeren Sinne des Wortes; aber es hat gerade dadurch auch besonderen Wert für den Fachlehrer der Physik, dem es in fast allen vorkommenden Fällen ein Nachschlagen ermöglicht. Und dieser Wert für den Fachlehrer wird weiter dadurch gesteigert, daß das Werk die technischen Anwendungen der Physik weitgehend und in zweckmäßiger, das physikalisch Grundsätzliche betonender Form berücksichtigt, dabei auch solche Gebiete, die heute im Unterricht eine größere Rolle

spielen, wie Fluglehre, Ballistik u. a. Ausgangspunkt der Darstellung ist immer und überall das Experiment und die Beobachtung; Theorien werden im Anschluß an die Beobachtungstatsachen gegeben. Der III. Band ist keineswegs nur eine vorzügliche erste Einführung in den Arbeitsbezirk der neuesten Physik, sondern er ermöglicht auch bereits ein tieferes Eindringen in die Materie. Er führt, wie aus dem oben gegebenen Inhaltsverzeichnis hervorgeht, bis an den neuesten Stand der Forschung und vermittelt, im ganzen gesehen, einen trefflichen Einblick in die Erscheinungen, die der Wellenmechanik zugrunde liegen, und in ihre Deutung durch diese Theorie. Es versteht sich von selbst, daß dabei das Mathematische auf das Allernotwendigste beschränkt bleibt.

Der klar, anschaulich und eindringlich geschriebene Text wird in allen 3 Bänden durch zahlreiche vortreffliche Abbildungen und Diagramme sowie durch viele anschauliche Skizzen auf das beste und wirksamste unterstützt.

Daß ein jeder beim Durchsehen eines so umfangreichen Werkes auf einzelne Dinge stößt, die er persönlich gern etwas anders angefaßt sehen möchte, ist selbstverständlich. So ist es z. B. ungewohnt, von der numerischen Apertur eines einzelnen Strahles gegen das Einfallslot zu sprechen; doch lohnt es meist nicht, solche und andere Kleinigkeiten zu erwähnen. Dagegen ist die Tatsache hervorzuheben, daß jede Besprechung der Relativitätstheorie streng vermieden wird, während, wie schon gesagt, die (doch auch abstrakte) Wellenmechanik eingehend behandelt wird. Es hängt das wohl damit zusammen, daß der Verfasser die Frage nach der Existenz des Äthers unbedingt bejaht; zur Deutung von Erscheinungen im einzelnen wird freilich der Äther (und auch der Uräther) nicht herangezogen.

Zusammenfassend ist festzustellen: Der „neue GRIMSEHL“ ist ein würdiger Nachfolger des alten. Er besitzt alle die Vorzüge, die den alten ausgezeichnet haben, und er umfaßt zugleich alle die Erkenntnisse, die die Physik in den letzten 3 Jahrzehnten neu gewonnen hat. Studenten der Physik und vor allem auch den Lesern dieser Zeitschrift ist das Werk auf das wärmste zu empfehlen.

E. Lamla.

Kleine Naturlehre, eine Einführung in die physikalischen und chemischen Grundlagen der Technik. Von K. E. BECHER und G. NIESE. VII, 147 Seiten mit 185 Abbildungen. Leipzig u. Berlin: B. G. Teubner 1940. Preis kart. RM 2,—.

Das Buch ist für den Facharbeiter bestimmt, der in der Fabrik täglich eine Reihe Vorgänge beobachtet, deren Verständnis erst durch Kenntnis physikalischer oder chemischer Gesetze möglich wird. Die Verfasser nehmen an, daß dem Arbeiter diese Kenntnisse völlig fehlen, und wenden folgende Methode an: Regelmäßig wird an die Spitze eines Abschnittes ein Bild gesetzt, das einen Vorgang darstellt, den der Arbeiter im Fabrikbetrieb oder sonstwo im Alltagsleben beobachtet hat. So stehen am Anfang von Abschnitten folgende Abbildungen: Die Stahlflasche mit komprimiertem Gas, die Lackierpistole, die Metall-

spritzpistole, die Hobelmaschine, der Transport einer schweren Bohrmaschine, der Rammbar, die Abfahrt eines Eisenbahnzuges, der Schweißapparat, die elektrische Glühlampe, das Leistungsschild eines Elektromotors usw. An jedes dieser einleitenden Bilder werden dann Belehrungen geknüpft. Grundsätzlich werden zur Erläuterung keine Abbildungen oder Beschreibungen von Unterrichtsapparaten verwendet, da angenommen wird, daß diese dem Arbeiter nicht zu Gesicht kommen. So müssen alle in Frage kommenden Gesetze — z. B. Hebelgesetz, Gasgesetze, OHM'sches Gesetz — einfach mitgeteilt werden, ohne daß ihr quantitativer Nachweis erfolgt. Dieser Verzicht wird dem Physiker schmerzlich erscheinen, da erst bei der quantitativen Behandlung der Fragen durch das Experiment das scharfe physikalische Denken einsetzt. Der Standpunkt der Verfasser ist aber zweifellos berechtigt. Außerdem bleibt ja dem vorwärtstrebenden Facharbeiter in der Großstadt meist die Möglichkeit, physikalische Abendkurse zu besuchen. Es ist zu hoffen, daß ihn die Beschäftigung mit dem Buche dazu anregen wird.

Alles in allem ist zu sagen, daß dem Facharbeiter, der sich nach Feierabend belehren will, hier eine gute Möglichkeit zur Gewinnung wichtiger Kenntnisse in der Physik und Chemie geboten wird. Das Erscheinen des Büchleins, das inzwischen schon in einer zweiten, gegenüber der ersten völlig ungeänderten Auflage herausgebracht werden konnte, ist daher zu begrüßen.

P. Henckel.

Ausgewählte physikalische Schülerübungen für die Oberstufe der Oberschulen für Jungen. Von ERNST RUDEL. 4. Heft der Beiträge zur Behandlung der Mathematik und Physik im Unterricht, herausgeg. von L. BAUMGARTNER. 24 S. mit 10 Abbildungen. München: Verlagsanstalt C. Gerber 1939. Preis brosch. RM —,70.

Das Heft bringt 15 Vorschläge für physikalische Übungen. In Rücksicht auf die verminderte Stundenzahl darf man manche davon vielleicht als etwas weitgehend bezeichnen, z. B. die Elektrometer-Eichungen. Da es sich aber nur um Vorschläge handelt, so braucht das nicht als Fehler angesehen zu werden. Die Beschreibungen der Apparaturen und der Verfahren sind einfach und klar.

H. Bock.

Technische Mechanik. Von EMIL SCHNACK. Teil I: Bewegungslehre. 108 S. mit 116 Abbildungen. Teil II: Gleichgewichtslehre. 104 S. mit 195 Abbildungen. München und Berlin: R. Oldenbourg 1939. Preis kart. RM 1,80 je Band.

Das Werkchen behandelt die allereinfachsten Grundlagen der technischen Statik und Dynamik in mustergültiger Form; auch die Skizzen müssen als vorbildlich bezeichnet werden. Die große Lehrerfahrung des Verfassers ist überall erkennbar. Die Bändchen sind für Werkschulen, Abendkurse und ähnliche Einrichtungen bestimmt und verzichten demgemäß auf jede nicht ganz elementare Betrachtung; zwischen den Zeilen ist jedoch auch Höheres angedeutet, wie z. B. die Bemerkungen über die Eigenart der Wärmeenergie zeigen.

H. Bock.

Einführung in die Akustik. Von Prof. Dr. FERDINAND TRENDELENBURG. V, 277 Seiten mit 215 Abbildungen. Berlin: Julius Springer 1939. Preis RM 22,50; geb. RM 24,60.

Das Buch bezweckt, wie es im Vorwort heißt, „dem Studierenden eine Einführung in die moderne Akustik zu geben; es soll weiterhin dazu dienen, dem auf einem Spezialgebiet arbeitenden Ingenieur und Wissenschaftler einen Einblick in ihm ferner stehende Gebiete der Akustik zu ermöglichen.“ Es behandelt in 6 Kapiteln grundlegende Fragen der Schwingungslehre und der Wellenlehre, Schallfeldgrößen und ihre Messung, Schallerzeugung, Schallausbreitung, Schallempfang und Schallaufzeichnung, Schallanalyse und physikalische Eigenschaften natürlicher Schallvorgänge. In einem Anhang sind Bezeichnungen und Formeln zusammengestellt.

Seinen Zweck erfüllt das Buch in ausgezeichnete und mustergültiger Weise. Die Darstellung ist überall klar und anschaulich, und sie wird durch eine große Zahl Abbildungen unterstützt. Das Buch läßt die Akustik, die ja gerade in den letzten Jahrzehnten eine außerordentlich starke Entwicklung und Erweiterung erfahren und dadurch zum Teil ein ganz neues Gesicht gewonnen hat, als die überaus reichhaltige und interessante Disziplin der Physik vor dem Leser erstehen, die sie auch wirklich ist. Einen besonderen Wert bieten die zahlreichen Literaturhinweise. Störend wirkt es, daß gelegentlich die Buchstaben in den Abbildungen nicht genau mit denen des Textes übereinstimmen.

Aus dem sehr klaren und anregenden Buch mit seinen vielen experimentellen Einzelheiten und den mancherlei reizvollen historischen Bemerkungen (z. B. über die Verdienste G. S. OHMS um die Akustik) kann auch der Fachlehrer der Physik nicht nur Belehrung, sondern vor allem auch vielseitige Anregung schöpfen. *E. Lamla.*

Probleme der technischen Magnetisierungskurve. Vorträge gehalten in Göttingen von R. BECKER, K. J. SIXTUS, W. DÖRING, M. KERSTEN, J. L. SNOEK, G. RICHTER, H. SCHULZE, G. MASING, W. GERLACH, H. LANGE. Herausgeg. von R. BECKER. V, 172 Seiten mit 102 Abbildungen. Berlin: Julius Springer. Preis RM 16,50.

Das Buch enthält die Vorträge, die 1937 in Göttingen auf einer Versammlung von Vertretern der theoretischen und der experimentellen Physik, der Elektrotechnik und der Metallkunde gehalten worden sind, und zum Teil auch noch die Bemerkungen anderer Teilnehmer dazu. Es handelt sich um die Frage nach dem Zusammenhang zwischen der wirksamen magnetischen Feldstärke und der beobachtbaren Magnetisierung ferromagnetischer Substanzen; dabei tritt nämlich eine Reihe von Schwierigkeiten und Komplikationen infolge des Einflusses der Temperatur, der elastischen Verformung, der Materialeigenschaften u. a. m. auf. Das Buch behandelt in 9 Vorträgen verschiedener Autoren, denen ein einleitender Aufsatz von R. BECKER vorausgestellt ist, diejenigen 3 Problemkreise, die zur Zeit im Vordergrund des Interesses stehen und praktisch wie theoretisch sehr

bedeutungsvoll sind: die Koerzitivkraft, die Ausscheidungs- und Aushärtungsvorgänge und die magnetische Nachwirkung. Die genannten 3 Hauptgebiete greifen vielfach ineinander, und es ist ein besonderer Reiz des Buches, daß alle Fragen von verschiedenen Seiten her angefaßt und beleuchtet werden. Das Buch hat für die Fachleute des Ferromagnetismus höchste Bedeutung, bietet aber auch dem Nichtfachmann sehr viel Interessantes.

E. Lamla.

Prüfung und Bewertung elektrotechnischer Isolierstoffe. Von RUDOLF NITSCHKE und GERHARD PFESTERF. 329 Seiten mit 190 Bildern. Berlin: Julius Springer 1940. Preis geh. RM 33,—; geb. RM. 34,80.

Es gibt kaum eine Stoffgruppe, deren einzelne Vertreter so vielfältigen Forderungen genügen müssen, wie es bei den Isolierstoffen der Elektrotechnik der Fall ist. Zudem hängt die Betriebssicherheit elektrischer Anlagen in erster Linie von dem richtigen Einsatz der einzelnen Stoffe ab. Immer müssen sie in elektrischer Hinsicht gewissen Anforderungen genügen; sie müssen also bestimmten Isolationswiderstand, Oberflächenwiderstand usw. haben, ihre Durchschlagsspannung muß entsprechend hoch sein, die Dielektrizitätskonstante bestimmte Werte haben usw. Hinzu kommen aber noch mechanische Anforderungen, also z. B. nach bestimmten Festigkeitswerten, nach Widerstandsfähigkeit gegen Wärmebeanspruchungen, nach chemischen Angriffen, ja sogar nach Einflüssen des Lichts. Die Vielzahl der Stoffe kann leicht zu Fehlanwendungen führen, deren Folgen sich unangenehmerweise meist erst später bemerkbar machen. Es lohnt also auf jeden Fall, sich vor der Anwendung von Isolierstoffen über die Eigenschaften genau zu unterrichten. Und hierzu sind Prüfungen nötig, über deren Einsatz, Anwendung und Auswertung das vorliegende Werk klar und gründlich unterrichtet. Man erfährt, wie man die Prüflinge vorbereiten muß und nach welchen Verfahren man die Prüfung vorzunehmen hat, um bestimmte Eigenschaften zu ermitteln. Die Darstellung ist ebenso klar, wie das Inhaltsverzeichnis von System zeugt. Am Schluß sind einige Eigenschaftstabellen von Isolierstoffen eingefügt, die als kurzer Führer durch das ausgedehnte Gebiet zu werten sind. Nicht vergessen sei schließlich noch das Sachverzeichnis, das nicht nur die Prüfverfahren umfaßt, sondern auch einen großen Teil der gebräuchlichen Isolierstoffe.

Walter Jaekel.

Telegraphen-Landkabel einschließlich der Flußkabel. Von A. KUNERT, Ministerialrat a. D. 239 Seiten mit 4 Tafeln und 34 Bildern. Berlin: E. S. Mittler & Sohn 1940. Preis geb. RM 6,—.

Das vorliegende Buch ist der erste Band einer Reihe, die — herausgegeben von Ministerialdirektor a. D. P. CRAEMER — in geschlossener Darstellung die Geschichte der deutschen Fernmeldekabel behandelt wird. In dem Verfasser gelang es, einen Mitarbeiter zu finden, der bereits durch seinen 1931 erschienenen geschichtlichen Überblick über die Telegraphie bewiesen hat, daß ihm derartige Arbeiten besonders gut liegen. Es dürfte wohl kaum eine Quelle unberücksichtigt

geblieben sein, in der irgendeine Mitteilung zu dem Thema zu finden gewesen wäre. Die Kabelwerke in Deutschland, die sich schon seit beinahe 100 Jahren auf diesem Gebiete betätigen, haben ihre Archive bereitwillig geöffnet, um gerade die Geschichte der ersten Jahrzehnte möglichst vollständig bringen zu können. So entstand eine außerordentlich vollständige und gründliche, mit zahlreichen Schrifttumshinweisen versehene Arbeit, die nicht nur den Fachmann fesselt, sondern auch jeden, den die Geschichte der Technik allgemein interessiert. Man muß jeden Beitrag zur Geschichte der Technik freudig begrüßen, zumal wenn der deutsche Anteil an der Entwicklung so bedeutend ist, wie es hier der Fall ist. Die Beschränkung auf das Thema der deutschen Telegraphen-Landkabel kann dem Gesamtwerk nur dienlich sein, so daß es später nach Fertigstellung als wichtigste Quelle für diesen Abschnitt der Technikgeschichte angesehen werden kann.

Walter Jaekel.

Jahrbuch der AEG-Forschung. Herausgeber W. PETERSEN und C. RAMSAUER, Redaktion H. BACKE, 6. Band, 3. Lieferung, November 1939 und 7. Band, 1. Lieferung, März 1940. Berlin: Julius Springer 1939/40. Preis je RM 5,—.

Im Vorwort zum 6. Bande sagen die Herausgeber: „Wissenschaftliche Forschung ist die Grundlage des technischen Fortschritts. Im Arbeitsplan der AEG bildet daher die Forschung einen ebenso wichtigen wie umfangreichen Abschnitt. Die in den Laboratorien erarbeiteten Erkenntnisse sind zum großen Teil bedeutend genug, um befruchtend auf die Technik und Wissenschaft zu wirken; die Öffentlichkeit hat daher ein berechtigtes Interesse daran, über diese Erkenntnisse regelmäßig unterrichtet zu werden.“ Die Aufsätze der vorliegenden beiden Hefte geben ein eindrucksvolles Bild von der mannigfachen wissenschaftlichen Forschungsarbeit, die in der AEG geleistet wird. Das erste der beiden Hefte berichtet in der Hauptsache über Arbeiten aus der Elektrotechnik und hat naturgemäß besonders für den Elektrotechniker Bedeutung. Von den übrigen Aufsätzen dürfte allgemeineres Interesse besonders ein Aufsatz von H. BURMEISTER finden: „Chemische Entwicklungsarbeit in der AEG“, der über Untersuchungen an Zellulosetriazetat als Isolierstoff berichtet, und ein Artikel von G. HEIDTKAMP: „Untersuchungen am elektrischen Rauchgasprüfer mit keramisch geschützten Heizdrähten.“

Das zweite Heft ist ganz dem aktuellen Thema „Übermikroskop“ gewidmet und wird bei jedem Physiker große Teilnahme erwecken. In zwei einleitenden Aufsätzen schildern C. RAMSAUER und E. BRÜCHE das Grundsätzliche und die Entwicklung der grundlegenden Versuche BRÜCHES vor 10 Jahren zur Elektronenoptik (zusammen mit H. JOHANNSON und O. SCHERZER) bis zur Konstruktion des elektrostatischen Übermikroskops von MAHL und BOERSCH und seine praktische Anwendung. BRÜCHE, MAHL, BOERSCH u. a. berichten darauf in einer Reihe von Aufsätzen über die elektrostatischen Linsen und das Übermikroskop im einzelnen. Die Forscher in der AEG arbeiten

vorzugsweise mit einer elektrostatischen Abbildungsoptik im Gegensatz und im Wettstreit zu E. RUSKA, M. KNOLL, B. VON BORRIES u. a., die Mikroskope und Übermikroskope mit magnetischen Elektronenlinsen bauen. Die Verfasser betonen die Vorzüge der von ihnen verwandten elektrischen Linsen. Diese können zum Beispiel, was bei magnetischen Linsen nicht möglich ist, mit Wechselspannung betrieben werden, denn ihre Brennweite hängt nur vom Verhältnis der Spannungen der Linsenelektroden ab, und die Brennweite bleibt auch bei Wechselstrom konstant. Eine besondere Schwierigkeit für die elektrostatischen Linsen bestand darin, daß zur Erzielung der erforderlichen kurzen Brennweite (3 mm) eine überschlagsichere Annäherung der Elektroden auf 2,2 mm bei 20 kV Spannung gewährleistet sein mußte. Beim elektrischen Übermikroskop ist zur leichteren Benutzung ein möglichst einfacher Aufbau angestrebt worden. Sehr schöne Bilder aus der Kolloidchemie, Metallurgie, der Bakteriologie und der Virusforschung — die letzteren von Prof. Dr. E. HAAGEN vom Institut für Infektionskrankheiten „Robert Koch“ — zeigen die Verwendbarkeit und die hohe Leistungsfähigkeit auch des neuen elektrostatischen Übermikroskops. Sein Auflösungsvermögen liegt unter 10 μ .

Ernst Zimmer.

Der SMEKAL-RAMAN-Effekt. Ergänzungsband 1931—1937. Von Prof. Dr. K. W. F. KOHLRAUSCH. (Band XIX der Monographiensammlung „Struktur und Eigenschaften der Materie.“) X, 288 Seiten mit 27 Abbildungen. Berlin: Julius Springer 1938. Preis RM 24,—; geb. RM 25,60.

Das Buch ist die Fortsetzung und Ergänzung des 1931 erschienenen Werkes „Der SMEKAL-RAMAN-Effekt“, das in dieser Zeitschrift [46, 42 (1933)] ausführlich besprochen und gewürdigt worden ist. In jener Besprechung wurde schon auf die bemerkenswerte Tatsache hingewiesen, daß über eine erst 1928 entdeckte Erscheinung bereits 3 Jahre später ein Buch von 400 Seiten Umfang geschrieben werden konnte; inzwischen sind etwa 4000 weitere RAMAN-Spektren aufgenommen und in rund 1200 Publikationen diskutiert worden. Das hängt mit der Bedeutung des Effektes zusammen, die darin liegt, daß aus ihm weitgehende Schlüsse auf den Aufbau der Molekeln und auf die Kräfteverhältnisse in ihnen gezogen werden können.

Eine ausführliche Würdigung aller 1200 Arbeiten war im Rahmen des Buches naturgemäß nicht möglich; Verfasser hat vielmehr auch für den zweiten Teil ebenso wie für den ersten den Zweck darin gesehen, „als Hilfs- und Nachschlagewerk zu dienen für jene, die sich mit den RAMAN-Spektren und den aus ihnen zu gewinnenden Aussagen befassen wollen.“ Das Buch beginnt mit einer sehr anschaulichen, ausgezeichneten „Einführung in die klassische Theorie der Lichtstreuung eines schwingenden Moleküls“; diese enthält weit mehr, als man auf den ersten Blick vermuten möchte, z. B. eine Einführung in die Polarisierbarkeitstheorie von PLACZEK, eine Behandlung des Valenzkraftsystems von BJERRUM u. a. m. Es folgt Kapitel über die experimentelle Technik

und über die verschiedenen Spektren und die damit zusammenhängenden Probleme. (Daß das RAMAN-Spektrum unter Umständen auch für die chemische Analyse Bedeutung hat, insbesondere beim Vorhandensein schwer trennbarer Isomeren, zeigt die Tatsache, daß z. B. 1% Metaxylole in einem Ortho-Para-Gemisch nachgewiesen werden konnte.)

Den Beschluß des Buches (mehr als $\frac{1}{3}$ des Umfangs ausmachend) bilden ein alphabetisches und ein sachlich geordnetes Substanzverzeichnis (mit Hinweis auf die entsprechenden Arbeiten), ein (rund 900 Nummern umfassendes) Literaturverzeichnis für die Jahre 1931—1937 und ein alphabetisches Namen- und Sachverzeichnis.

Die Darstellung ist überall klar, anschaulich und leicht verständlich; das Buch bildet in jeder Hinsicht eine vorzügliche Ergänzung des 1931 erschienenen Bandes. *E. Lamla.*

Moleküle und Kristalle. Von Prof. ENRICO FERMI. Autorisierte Übersetzung von Dr. MICHAEL SCHÖN und Dr. KARL BIRUS. VII, 234 Seiten mit 55 Abbildungen. Leipzig: Joh. Ambr. Barth. Preis RM 18,50; geb. RM 20,—.

Das vorliegende Buch ist eine Übersetzung des 1934 in italienischer Sprache erschienenen Buches „Molecole e cristalli“ von E. FERMI. Die Übersetzer haben, da im Originalwerk die Kenntnis der wellenmechanischen Methoden vorausgesetzt wird, an einigen (durch den Druck gekennzeichneten) Stellen Ergänzungen hinzugefügt, und zwar über die Energiemaße der Mikrophysik, über den Phasenraum und über die Grundgedanken der Wellenmechanik. Der erste Teil des Buches behandelt die Moleküle (chemische Bindung, Spektren und thermische Eigenschaften der zweiatomigen Moleküle; mehratomige Moleküle), der zweite Teil die Kristalle (Geometrie und physikalische Eigenschaften der Kristallgitter), der dritte Teil Statistik und Quantentheorie (statistisches Gleichgewicht, Quantenstatistik der Gase).

Das Buch ist, wie im Vorwort betont wird, als eine für den praktisch tätigen Chemiker und den älteren Physiker verständliche Einführung in die verschiedenen Probleme der atomaren Wechselwirkung und des Aufbaues der Materie gedacht, und es erfüllt, um das gleich vorwegzunehmen, diese seine Aufgabe vortrefflich. Die Darstellung ist klar und anschaulich, an vielen Stellen geradezu meisterhaft. Der mathematische Apparat beschränkt sich auf einfache Formeln und Herleitungen, und er wird nur eingesetzt, wo das Verständnis es erfordert. Gerade auch Lesern dieser Zeitschrift, die nicht die Muße zum Studium der Originalarbeiten oder der großen Handbücher haben, und die doch die Bedeutung der Quantenphysik für die heutigen Vorstellungen vom Aufbau und von den Eigenschaften der Moleküle und der Kristalle erfassen und näher kennen lernen wollen, kann ich das Buch aufs beste empfehlen.

Wie weit in einem Buche der geschilderten Art auf Originalarbeiten verwiesen werden soll, ist eine Frage, über deren Beantwortung man verschiedener Meinung sein kann. Es ist jetzt so, daß solche Originalarbeiten häufig erwähnt werden,

daß aber nur sehr selten (S. 86), und auch da nur ungenau, der Ort der Arbeit angegeben wird. Ich persönlich möchte wünschen, daß eine 2. Auflage durch ausführlichere Literaturnachweise vermehrt wird. Daß das Buch auch jetzt seine Aufgabe voll erfüllt, eine für den praktisch (und vor allem auch unterrichtlich) tätigen Physiker und Chemiker brauchbare und ausreichende Einführung zu schaffen, ist schon betont worden. *E. Lamla.*

Neue Wege exakter Naturerkenntnis. Fünf Wiener Vorträge. Viertes Zyklus. 93 Seiten. Wien: Franz Deuticke 1939. Preis RM 3,60.

Zu vierten Male haben sich 5 Wissenschaftler vereinigt, um in allgemeinverständlicher Weise über wichtige und für jedermann interessante Fragen ihres Fachgebietes zu berichten. FRITZ A. PANETH spricht in seinem Aufsatz „Die chemische Erforschung der Stratosphäre“ die Versuche zur Feststellung des Gehalts der Atmosphäre an leichten und an schweren Gasen (Helium und Sauerstoff) in sehr großen Höhen (von etwa 20 km Höhe ab nimmt der Heliumgehalt zu, der Sauerstoffgehalt ab) und die Folgerungen, die aus den Messungen zu ziehen sind. GREGOR WENTZEL behandelt „Probleme der Kraftwirkung im Atomkern“; er schildert die verschiedenen theoretischen Ansätze für die Austauschkräfte und diskutiert ihre Leistungen und die Schwierigkeiten, denen sie begegnen. HANS THIRING schildert in seiner Arbeit „Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse von der kosmischen Strahlung“ sehr klar und anschaulich, was wir über die Elementarteilchen (Proton, Elektron, Positron, Neutron und das 1937 von dem Japaner YUKAWA vorhergesagte und unabhängig davon von ANDERSON und NEDDERMAYER entdeckte Mesotron), über den Charakter der Höhenstrahlung (wegen des geomagnetischen Breiteneffektes muß mindestens ein beträchtlicher Teil der ursprünglichen Strahlung korpuskular sein) und über ihre Umwandlungen (sekundäre, tertiäre usw. Strahlung, Zwillingbildung, Kaskadenschauer, Explosionsschauer, BLAU-WAMBACHER-Effekt) wissen, und welche Gedanken man sich über die im wesentlichen noch unbekannteren Ursachen und über den Ort ihrer Entstehung macht. HERMANN MARK gibt eine Reihe interessanter Beispiele zu dem Thema „Kleine Ursachen — große Wirkungen im Fortschritt der Naturwissenschaften“: chemische Waage, Wilsonkammer, GEIGERSCHER Spitzenzähler, Photozelle; Explosionsprozesse, Kettenreaktionen, aktive Zentren an Oberflächen und in festen Körpern, Vitamine, Hormone, Wachstumsprozesse u. a. JOSEF MAYERHÖFER endlich berichtet nach einem Vortrage von PETER DEBYE über das Thema „Der Vorstoß zum absoluten Nullpunkt.“ Bekanntlich arbeiten die Verflüssigungsmaschinen für Luft, Wasserstoff und Helium nach dem LINDESCHEN Verfahren (JOULE-THOMSON-Effekt); durch Verdampfen von flüssigem Helium und schnelles Abpumpen des Heliumdampfes kam KESOM bis $-272,5^{\circ}$ C oder $0,7^{\circ}$ K. Das zuerst 1926 von DEBYE vorgeschlagene Verfahren, paramagnetische Salze (z. B. Kalium-Chrom-Alaun) in einem

starken Magnetfeld abzukühlen und dann zu entmagnetisieren, führt bis auf $0,0047^\circ$ K. Verfasser bespricht die Theorie des Versuches und erörtert die Möglichkeit, durch Ausnutzung des Magnetismus der Atomkerne noch tiefer zu kommen.

Die früher erschienenen und hier [diese Z. 48, 282 (1935) und 51, 212 (1938)] besprochenen Reihen der „Fünf Wiener Vorträge“ ließen den neuen Band mit Spannung erwarten, und die Erwartung wird nicht enttäuscht; auch dieses Mal zeichnen sich die Vorträge dadurch aus, daß sie in überaus klarer und anschaulicher Weise einen Einblick in die neueren Ergebnisse der naturwissenschaftlichen Forschung geben, und daß sie dem Leser nicht nur eine fesselnde und anregende Lektüre bieten, sondern auch reichen Gewinn und Belehrung vermitteln.

E. Lamla.

Das Ausgleichsprinzip in der Statistik und verwandte Probleme. Von KARL MARBE. V, 164 S. München: C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung. Preis geh. RM 8,—.

Das vorliegende Buch des Würzburger Philosophen knüpft an frühere Arbeiten an, vor allem auch an die „Grundfragen der angewandten Wahrscheinlichkeitsrechnung und theoretischen Statistik“ des Verfassers, die früher [diese Z. 48, 188 (1935)] ausführlich besprochen worden sind. Verfasser hat sein Material inzwischen bedeutend ergänzt und es mit großer Sorgfalt nach verschiedenen Richtungen hin durchgearbeitet. Dieses Material besteht einmal aus aufeinanderfolgenden Geburts- und Sterbeträgungen der Standesämter in Würzburg, Fürth, Augsburg und Freiburg i. Br. und ebenso viel Eintragungen des Standesamtes I in München (insgesamt 393 216 Eintragungen), und zweitens aus den Ergebnissen des Roulette an 810 aufeinanderfolgenden Spieltagen in Baden-Baden (insgesamt 502 940 Spiele). Im ersten Fall handelt es sich um die Frage, wie die Geburten männlicher und weiblicher Kinder aufeinanderfolgen, im zweiten um die Folge von Rot und Schwarz. Es sollen nun nicht etwa die Lehren der Wahrscheinlichkeitsrechnung als solche angegriffen oder ihre Grundlagen empirisch nachgeprüft werden (dieses mehrfach aufgetretene Mißverständnis weist Verfasser nachdrücklich zurück); es soll vielmehr die Frage untersucht werden, ob und wie weit man die Wahrscheinlichkeitsrechnung auf bestimmte Vorgänge der Außenwelt anwenden darf. Nun zeigt das Material des Verfassers, daß die relative Häufigkeit z. B. von Rot beim Roulette mit zunehmender Spielzahl nicht immer besser gegen einen Grenzwert konvergiert. Verfasser lehnt deshalb die von R. VON MISES gegebene Grenzwertdefinition der Wahrscheinlichkeit ab; zugleich aber führt er auch selbst (und sicher mit vollem Recht) das geringe Schwanken in der vierten Dezimale der relativen Häufigkeit auf öfteres Neueinstellen der Roulettmaschine zurück. Interessant ist in diesem Zusammenhang die Erörterung über das Problem des „Systemspiels“ beim Roulette, das hiernach unter Umständen eine gewisse Berechtigung haben kann. Vor allem aber zeigt Verfasser, daß lange Iterationen seltener sind, daß also z. B. die Anzahl langer Folgen gleichgeschlechtlicher

Geburten kleiner ist, als man nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung erwarten sollte. Freilich liegen die Abweichungen im wesentlichen innerhalb der zulässigen Streubereiche, wenn auch auf einer Seite dieser Bereiche. Verfasser schließt aber trotzdem hieraus und aus ähnlichen Untersuchungen, daß „die allgemein verbreitete Lehre von der gegenseitigen Unabhängigkeit der Elemente bei gewissen Glückspielen und bei den auf den Standesämtern nacheinander registrierten Geburten nicht haltbar ist.“ Er erkennt hierin das Vorhandensein eines „Ausgleichsprinzips“, dessen Nachweis der wesentliche Teil des Buches gewidmet ist.

Unabhängig davon, ob man das Material des Verfassers als vollgültig beweisend anerkennen will oder nicht, handelt es sich um höchst interessante Fragestellungen und Untersuchungen, die die Aufmerksamkeit nicht nur der Statistiker, sondern auch der Physiker verdienen, und die zweifellos anregend und fruchtbringend wirken werden.

E. Lamla.

Physikalische Denkaufgaben aus der Welt des Soldaten. Von Dr. HERMANN WEINREICH. Mathematisch-Physikalische Bibliothek. Reihe I, Bd. 95/96. Herausgeg. von W. LIETZMANN und W. KLIEFOTH. 100 Seiten mit 62 Abb. im Text. Leipzig-Berlin: B. G. Teubner. Preis RM 2,40.

Die kleine Schrift ist als eine Fortsetzung und Spezialisierung des in Heft 90 der Mathematisch-Physikalischen Bibliothek (Physikalische Beobachtungs- und Denkaufgaben des Alltags) Dargebotenen zu betrachten. Sie wendet sich, wie der Verfasser betont, in erster Linie an die Jugend und verfolgt die Absicht, sich in den Dienst der vormilitärischen Jugenderziehung zu stellen. Die fortschreitende Technisierung aller Teile der Wehrmacht bietet ja eine Fülle Anregungen zu naturwissenschaftlichen Beobachtungen und Überlegungen. Es werden bei den in dem Büchlein behandelten Fragen alle Waffengattungen berücksichtigt.

Wenn der Verfasser allerdings sagt, daß es sich hier nur um jedermann zugängliche Denkaufgaben handelt, die keine besonderen wissenschaftlichen Kenntnisse voraussetzen, so trifft das meines Erachtens doch nur zum Teil zu. Der Leser muß einen normalen Lehrgang in der Schulphysik durchgemacht haben, um sich in die Gedankengänge hineinfinden zu können. Die Bewegungsenergie $\frac{1}{2}mv^2$, der Impulsbegriff, Spiegel- und Brechungsgesetz, Grundschwingung, Oberschwingungen, Resonanz, um nur einiges zu nennen, sind Begriffe, in denen zu denken der Leser einmal gelernt haben muß, wenn er bei der Lektüre vieler Aufgaben des Heftchens nicht völlig hilflos sein soll. Ist der Leser mit physikalischen Begriffen und Gesetzen gar nicht vertraut, so kann er sich wohl nur in die einfachsten Aufgaben hineinfinden.

Wenn ich nun auch der Meinung bin, daß viele jugendliche Leser über manches, das in dem Hefte steht, werden hinweggehen müssen, weil sie nicht verstehen werden, es nachzudenken, so bin ich doch der Meinung, daß der Physiklehrer aus dem hier behandelten Stoff viele Anregungen schöpfen kann,

um seinen Unterricht zu beleben. Es ist ja eine alte Forderung, daß der Physikunterricht als Anwendungen Dinge aus dem praktischen Leben und der Technik heranziehen soll. Eine Ausnutzung des in dem Hefte gebotenen Stoffes aus der Welt des Soldaten dürfte in der heutigen Zeit in höchstem Maße der Teilnahme der Schüler entgegenkommen. Die Schrift sei darum warm empfohlen.

P. Steindel.

75 Jahre Naturwissenschaftlicher Verein. Ein Beitrag zur Geschichte der Naturwissenschaften im 19. und 20. Jahrhundert. Von Dr. phil. habil. KARL KURTZ, zur Zeit Vorsitzender des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen. 92 Seiten mit 11 Bildern. Bremen: Arthur Geist 1939.

Die Broschüre ist im Rahmen der Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen als Festschrift zum 75. Jahrestage seines Bestehens erschienen. Da der Stadt Bremen der Wunsch, eine Universität zu erhalten, den sie schon im Anfange des 19. Jahrhunderts durchzusetzen versuchte, nicht erfüllt wurde, ihr also eine zentrale Pflegestätte der Wissenschaft fehlte, ließen es sich Männer der führenden Schicht angelegen sein, aus eigener Kraft Einrichtungen zu schaffen, die geeignet sein konnten, diesem Mangel etwas abzuwehren. So wurde schon 1776 die Bremer Physikalische Gesellschaft gegründet, die später den Namen Museum führte. Diese wurde in der Napoleonischen Zeit, weil sie bei der geistig ziemlich tief stehenden französischen Besatzung unbeliebt wurde, vom französischen Präfekten 1813 kurzerhand geschlossen. Nach einer langen Reihe von Jahren, in denen es in Bremen an einer wirklich fruchtbaren Stätte für die Pflege und Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse fehlte, erhielt das geistige Leben durch die Naturforscherversammlung, die 1844 in Bremen abgehalten wurde, einen starken Antrieb. Aber erst 1864 war der Boden so weit vorbereitet, daß nun der „Naturwissenschaftliche Verein“ gegründet wurde, der sich die Pflege des Gesamtgebietes der Naturwissenschaften zur Aufgabe machte.

Die Festschrift, die sich naturgemäß zunächst an die naturwissenschaftlich interessierten Kreise der Stadt Bremen wendet, gewinnt aber dadurch einen allgemeineren Wert, daß der Verfasser sich nicht damit begnügt, eine Geschichte des Naturwissenschaftlichen Vereins und seines Wirkens zu geben. Er entwirft vielmehr, gleichsam als Hintergrund dieser Vereinstätigkeit, einen Überblick über die Entwicklung der Naturwissenschaften bis in die neueste Zeit. Zwar beschränkt sich dieser geschichtliche Überblick, wie es in dem engen Rahmen der Festschrift ja nicht anders möglich ist, im wesentlichen auf die Aufzählung der wichtigsten Forschungsergebnisse und der sich an sie knüpfenden Namen. Doch ist dieser geschichtliche Überblick als ein lesenswerter Beitrag zur Geschichte der Naturwissenschaften im 19. und 20. Jahrhundert zu werten.

Die Vorträge, die im Naturwissenschaftlichen Verein gehalten wurden und von denen die Schrift eine Reihe der wichtigeren Themen aufzählt, zeigen, in wie engem Zusammenhange

die Pflege der Naturwissenschaften in Bremen mit ihrer Gesamtentwicklung steht. Immer sind es hervorragende Männer der Wissenschaft, die in diesen Vorträgen das Wort zu den Dingen ergreifen, die gerade die wissenschaftliche Welt bewegen. Hohe Anerkennung verdient besonders die Tatsache, daß der Verein eine solche Wirksamkeit entfalten konnte, ohne daß ihm staatliche oder kommunale Mittel zur Verfügung standen. *P. Steindel.*

Goethe und Mollweide in Halle. Von GÜNTHER SCHMID. 30 Seiten mit der Reproduktion eines Briefes von MOLLWEIDE. Halle a. d. Saale 1939, Werkstätten der Stadt Halle, Burg Giebichenstein. Preis RM 2,50.

MOLLWEIDE hat 1802 bei einem Besuch GOETHES in den FRANCESKESchen Stiftungen „ein verständiges Kind“ tüchtig ausgescholten, weil es auf der kreisenden Farbenscheibe ein Grau statt des angeblichen Weiß sah. Grollend hat GOETHE den „Weißmacher“ in einem Gedicht mit Angabe des Namens verspottet; auch in Briefen und Gesprächen hat er ihn als seinen Widersacher bezeichnet und gezaust. Über diese Tatsache hinaus melden viele Nachschlagewerke, daß der Mathematiker und Physiker MOLLWEIDE zwei Schriften gegen GOETHES Farbenlehre habe drucken lassen. GÜNTHER SCHMID hat nach diesen Schriften gesucht und dabei gefunden, daß jene Werke, „die enzyklopädisch das Wahre und Falsche des Tages überliefern,“ dazu beitragen, Irrtümer zu verewigen: er führt den Beweis, daß MOLLWEIDE zwar solche Schriften angekündigt und Vorträge gleichen Inhalts gehalten hat, daß diese aber niemals gedruckt worden sind.

R. Winderlich.

Astronomisches ABC für Jedermann. Von Prof. Dr. ROLF MÜLLER. 158 Seiten mit 113 Abbildungen im Text und auf 6 Tafeln. Leipzig: Joh. Ambr. Barth. Preis geb. RM 8,50.

Das Büchlein ist ein kleines astronomisches Lexikon, in dem der Liebhaberastronom und jeder sonst für die Sternkunde interessierte Leser unter mehreren 100 Stichwörtern wohl alles findet, was ihm an Fachausdrücken und Fachbegriffen begegnet. Wenn der Verfasser im Vorwort betont, daß bei dem geringen Umfange des Werkes (158 Textseiten) die Auswahl der aufzunehmenden Stichwörter „an und für sich wirklich nicht leicht war“, so wird ihm der Leser gern bescheinigen, daß diese Auswahl gut gelungen ist. Der Text ist überall kurz und knapp, aber zugleich klar und verständlich; er entspricht überall dem neuesten Stand von Wissenschaft und Praxis, und er wird durch die zahlreichen Abbildungen und Tafeln auf das glücklichste ergänzt. Wenn an ganz wenigen Stellen Wendungen auftreten, die zu Mißverständnissen Anlaß geben könnten (z. B. auf S. 5 oder S. 28), so spielt das gegenüber dem Ganzen gar keine Rolle.

Das Werkchen ist ein vorzügliches Nachschlagebuch, in dem der Leser rasch und sicher das Notwendige und Wissenswerte findet. Es kann nicht nur den Lesern dieser Zeitschrift bei der Vorbereitung auf ihren Unterricht, sondern ganz besonders auch älteren Schülern und astronomisch interessierten Schülereltern aufs wärmste empfohlen werden.

E. Lamla.

Lehrbuch der anorganischen Chemie. Von Prof. Dr. E. H. RIESENFELD. 2. neubearbeitete Auflage. XXVII, 706 Seiten mit 90 Abbildungen. Wien u. Leipzig: Franz Deuticke 1939. Preis RM 14,—; geb. RM 16,—.

Wenn nach 5 Jahren von einem größeren Lehrbuche der anorganischen Chemie bereits eine Neuauflage erforderlich wird, so kann man bestimmt auf Brauchbarkeit des Werkes schließen. Wenn dazu der Name des Verfassers den meisten Chemikern und Chemielehrern von ihrer Ausbildungszeit her geläufig ist, und sie seinem einflührenden Werke viel verdanken, so kann man sogar etwas Besonderes von dieser Veröffentlichung vermuten. Diese Erwartungen werden nun auch keineswegs enttäuscht.

Unwillkürlich drängen sich bei der Besprechung Vergleiche mit der im gleichen Jahr in Neuauflage erschienenen „Anorganischen Chemie“ von K. A. HOFMANN auf. Dieses Werk wurde am gleichen Orte besprochen, und seine erste Auflage ist zu einem weit früheren Zeitpunkt erschienen. Aus diesem Zeitunterschied in der Abfassung ergibt sich folgendes. Im Gegensatz zu HOFMANN, der die beschreibende Form zur Darstellung des Stoffes wählt, betont RIESENFELD die lehrmäßige Wiedergabe. Während bei HOFMANN die Atomtheorie und das periodische System die „Krönung“ des Stoffes bedeuten, stellt RIESENFELD diese Gebiete fast an den Anfang und macht sie damit zur Grundlage des ganzen Werkes. Fünf große Abschnitte kennzeichnen diesen Aufbau. Sie sind: Das Wasser und seine Bestandteile; die Nichtmetalle; die Halbmetalle; die Metalle; die Edelgase. Nach dem ersten Abschnitt, der gleichzeitig wichtige Grundbegriffe bringt, findet sich die sehr eingehende Betrachtung des periodischen Systems, das in den folgenden Teilen zur genauen Grundlage gemacht wird. Besonderer Wert wird den physiko-chemischen Grundlagen beigemessen, die durch Kursivschrift hervorgehoben sind. Sehr erfreulich sind überall im Text vorhandene, namentliche und zahlenmäßige geschichtliche Belege, die bis in die neueste Zeit durchgeführt wurden. So kann sich jeder, der den Fortschritten der Wissenschaft nicht regelmäßig folgen konnte, leicht wieder aufs laufende bringen.

Aber noch eine andere Tatsache macht das Werk für Lehrer höherer Schulen hervorragend brauchbar. Aus didaktischen Gründen hat RIESENFELD, wenn irgend möglich, den Stoff aus dem Versuch heraus entwickelt, so daß sich eine große Zahl wirklich interessanter Versuchsanordnungen vorfinden.

Zusammenfassend muß gesagt werden, daß diese Neuauflage einen Vergleich mit den alt-eingeführten entsprechenden Werken wohl bestehen und allen chemischen Büchereien zur Anschaffung wärmstens empfohlen werden kann.

G. Mangliers.

Chemie-Skelett. Von Prof. Dr. Th. BOKORNY. 3. Aufl. 61 Seiten. Leipzig: Herm. Beyer Verlag 1939. Preis kart. RM 3,—.

Der etwas eigenartige Titel dieses Bändchens könnte leicht zu der Vermutung führen, als ob

am Stoff etwas stark gespart worden wäre. Das ist nun keineswegs der Fall. Es handelt sich um eine in Tabellenform wiedergegebene Darstellung der anorganischen und organischen Chemie, wobei zu bemerken wäre, daß der organische Teil weit über das an höheren Schulen gebräuchliche Wissen hinausgeht. Die Anordnung der Tabellen geschieht nach den bekannten 5 Punkten: Name (Formel), Vorkommen, Darstellung, Eigenschaften, Anwendung. Im Anhang befindet sich ein periodisches System, bei dem die wichtigeren Elemente durch Fettdruck hervorgehoben sind. Leider kommt die theoretische Chemie bei dieser Art der Darstellung zu kurz, was besonders beim anorganischen Teil auffällt. Als billiges Nachschlagewerk und Repetitorium ist das Büchlein aber für die Hand des Lehrers und auch des Schülers gut verwendbar. Wenn nur etwas mehr Beziehungen der Teile untereinander, etwas mehr Leben vorhanden wäre! Aber das kann man vielleicht von einem Skelett gar nicht verlangen.

G. Mangliers.

Einleitung in das Studium der Chemie. Von J. REMSEN-H. REHLEN. 10. völlig neu bearbeitete Auflage. XII, 317 Seiten mit 59 Abbildungen und 4 Tafeln. Dresden u. Leipzig: Theodor Steinkopff 1939. Preis geb. RM 10,—.

Dieses Werk, das auf den altbekannten „REMSEN-SEUBERT“ zurückgeht, ist an vielen Hochschulen als Anfängerbuch eingeführt. Als solches ist es von Prof. REHLEN, dessen pädagogische Einfühlungsfähigkeit mir von meinem Greifswalder Studium her in bester Erinnerung ist, bei aller Schlichtheit der Darstellung den modernsten Forderungen angepaßt worden. Die stoffliche Anordnung folgt dem periodischen System und bringt, was auffällt, viele leicht verständliche Rechenbeispiele. Auch ist besonders in dem kleinen Anhang über organische Chemie die Frage der Strukturformeln in überaus gründlicher Weise behandelt. Dagegen wird die physikalische Chemie nur so weit ausgeführt, wie sie zum allgemeinen Verständnis der Chemie unerläßlich ist. In der vorliegenden Neuauflage sind unter anderem die Abschnitte Kohle, Eisenerze, Silikate umgearbeitet. Ferner sind in durchaus verständlicher Weise (Kap. 22) die ganze Atomtheorie einschließlich der Isotopen-Trennung durch Thermodiffusion und die Transurane behandelt. Dafür wird man allerdings manches ältere, aber bekannte technische Verfahren nicht finden. Denn bei dem außerordentlich mäßigen Preise durfte der Umfang des Werkes nicht weiter vergrößert werden, so daß Erweiterungen auf der einen Seite Streichungen auf der anderen gegenüberstehen müssen.

Aus diesen Ausführungen ergibt sich, daß die Anschaffung dieses Bandes überall dort nicht genug empfohlen werden kann, wo in den Büchereien ein modernes Werk über Chemie fehlt und die verfügbaren Mittel die Anschaffung eines der größeren, aber teureren Lehrbücher der anorganischen Chemie nicht gestatten. Lehrer und auch Schüler werden durch diese Neuanschaffung viel Nutzen haben. Es braucht nicht sonderlich betont

zu werden, daß die Ausstattung dieses Buches durch den Verlag vorzüglich ist. *G. Mangliers.*

Lehrbuch für das anorganisch-chemische Praktikum (mit Ausnahme der quantitativen Analyse). Von Prof. Dr. WILHELM JANDER. 415 Seiten, 39 Abbildungen. Leipzig: Verlag S. Hirzel 1939. Preis RM 8,—.

Die Hochschulausbildung in der Chemie zeigt bereits seit einer Reihe von Jahren eine deutliche Wendung zur Verbreiterung der chemischen Grundlagen des Studiums. Neben die Einführung in die qualitative Analyse und die Darstellung anorganischer Präparate tritt immer mehr die Einführung der Studierenden in die anorganische Experimentalchemie durch Ausführung von Versuchen aus allen Bereichen dieses Gebietes. Die Studierenden erhalten dadurch eine breitere und in experimenteller Hinsicht vielseitigere Grundlage für ihr weiteres Studium.

Das vorliegende Lehrbuch für das anorganisch-chemische Praktikum vereinigt den Stoff eines experimentellen Vorkurses, etwa nach Art der Einführung in die Chemie von ANTROPOFF oder SMITH-KOHLSCHÜTTER, mit dem Stoffe für die Einführung in die qualitative Analyse und in die Darstellung von Präparaten. Die Zusammenfassung dieser drei Stoffgebiete in einem Bande hat es dem Verfasser ermöglicht, ein abgerundetes kleines Lehrbuch der Experimentalchemie zu schreiben, das ganz auf Versuchen aufgebaut ist und die zu deren Verständnis erforderlichen theoretischen Erläuterungen mit umfaßt. Da die Einführung des angehenden Chemikers in die analytischen Untersuchungsmethoden aber doch den Vorrang haben muß, so bestimmt die analytische Chemie den ganzen Lehrgang, was durch die Anordnung der Elemente nach den bekannten analytischen Gruppen zum Ausdruck kommt. Zahlreiche Versuche und Präparate sind mit eingeflochten und dienen der Vertiefung des Wissens und der Erweiterung des experimentellen Könnens, namentlich dadurch, daß sie etwas verwickeltere Versuchsanordnungen erfordern als die rein analytischen Untersuchungen. Naturgemäß ist der Einführungskursus über die wichtigsten Nichtmetalle und ihre Verbindungen, der bis S. 90 reicht, an solchen Versuchen am reichsten.

Neben zahlreichen, meist bekannten Versuchen findet der Chemielehrer in dem Buch einzelne neuere oder wenig bekannte Versuche, wie z. B. die elektrolytische Herstellung von Magnesium bei 20 Volt und 2 Amp, einen Versuch zu dem Gleichgewicht $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$, einfache Versuche mit Pufferlösungen usw. An Stelle der älteren Bezeichnungen „temporäre und permanente Härte“, die S. 87 noch gebraucht werden, haben sich jetzt für die Härte des Wassers die Begriffe Karbonathärte und Nichtkarbonathärte eingebürgert.

Auf S. 1 des Buchdeckels ist eine Anweisung zur ersten Hilfe bei Unfällen (Laienhilfe) untergebracht. Ein systematischer Gang der Analyse und einige Tabellen mit spezifischen Gewichten vervollständigen das in Papier, Satz, Abbildungen und Einband gut ausgestattete Buch. *L. Doermer.*

Anleitung zur organischen qualitativen Analyse. Von Prof. Dr. H. STAUDINGER. 3. Aufl., unter Mitarbeit von Dr. W. KERN neubearbeitet. XVI, 157 Seiten. Berlin: Julius Springer 1939. Preis brosch. RM 6.90.

Im wesentlichen ist dieses Buch für den Gebrauch im Universitätslaboratorium bestimmt. Der Ruf des Verfassers bürgt dafür, daß der schwierige Stoff in der denkbar besten Weise behandelt wurde. Allerdings kann man nicht erwarten, daß mit Hilfe dieses Werkes nun etwa jedes Gemisch von organischen Verbindungen qualitativ analysiert werden könnte, denn es gibt kaum gleichlaufende Arbeitsmethoden analytischer Art zwischen anorganischer und organischer Chemie. So läßt sich z. B. die Zusammensetzung von Naturprodukten und technischen Materialien mit diesem Büchlein nicht ausfindig machen, es bedarf dann vielmehr eines Rückgriffs auf Spezialwerke.

Für die Bücherei einer höheren Schule kann der Band aber als eine Bereicherung betrachtet werden, weil die organischen Verbindungen hier doch von einem ganz anderen Standpunkte betrachtet werden, der dem Chemielehrer manchen neuen Ausblick eröffnen wird. Denn die in diesem Werke behandelte analytische Betrachtungsweise steht der üblichen synthetisch präparativen scharf gegenüber. *G. Mangliers.*

Klinische Chemie und Mikroskopie. Von Dr. LOTHAR HALLMANN. VIII, 386 Seiten mit 113 Abbildungen und 1 Spektraltafel. Leipzig: Georg Thieme 1939. Preis geb. RM 13,50, brosch. RM 12,—.

Wer sich ein Bild von der heutigen Technik und Methodik der klinischen Chemie und Mikroskopie machen will, findet in dem vorliegenden, ganz für die Zwecke der medizinischen Praxis geschriebenen Buch einen ausgezeichneten Führer. Bei vielen der beschriebenen Untersuchungsmethoden ist die Beschaffung von Körperflüssigkeiten und -Ausscheidungen erforderlich, deren Entnahme medizinische Vorkenntnisse voraussetzt und daher nur Sache des Arztes sein kann. Es bleiben aber noch genug Untersuchungen übrig, die der Lehrer der Chemie im chemischen wie im biologischen Unterricht zu Schau- und Schülerversuchen gut gebrauchen kann. Namentlich die Untersuchungen des Speichels, des Harns und des Blutes liefern zahlreiche, auch mit den Mitteln einer höheren Schule ausführbare Versuche über grundlegende Eigenschaften und Bestandteile dieser Körperflüssigkeiten.

Darüber hinaus kann man sich über die chemischen Arbeits- und Untersuchungsmethoden des Arztes unterrichten, auch wenn man wegen der fehlenden Hilfsmittel meist nicht in der Lage sein wird, die Methoden praktisch zu erproben. Man lernt die heutigen Hilfsmittel der medizinischen Chemie kennen, erfährt die Namen und die Bereitung zahlreicher medizinischer Spezialreagenzien und findet genaue Angaben über die Zusammensetzung der Körperflüssigkeiten des gesunden und des kranken Menschen. Eine ausführliche Liste von Verdeutschungen medizinisch-

chemischer Fachausdrücke erleichtert dem Chemiker wie dem Mediziner den Gebrauch des Buches.

Die große Reihe der beschriebenen quantitativen Untersuchungsmethoden wird noch ergänzt durch ein umfangreiches Verzeichnis des neueren Schrifttums aus diesem Gebiete.

Übersichtlichkeit des Textes, Abbildungen, drucktechnische Ausstattung und Einband sind vorzüglich.

L. Doermer.

Kurze Geschichte der Katalyse in Praxis und Theorie. Von A. MITTASCH. VIII, 139 Seiten. Berlin: Julius Springer 1939. Preis brosch. RM 6,60.

Wie schon der Titel sagt, handelt es sich bei diesem Bande nicht um ein Lehrbuch der Katalyse, sondern um eine geschichtliche Darstellung. Sie umfaßt den Zeitraum von den ersten Beobachtungen katalytischer Vorgänge bis etwa zur Epoche WILHELM OSTWALDS, also im Grunde genommen etwa 2 Jahrhunderte. Gedacht ist das Werk als historische Einführung zu einem neu erscheinenden Handbuch der Katalyse. Der Lehrer einer Oberschule findet auf diesen 139 Seiten eine Unmenge geschichtlicher Zahlen und stofflicher Erläuterungen, die sonst gar nicht oder doch nur sehr verstreut in den großen Lehrbüchern der Chemie stehen. Die Übersicht wird besonders erleichtert durch die Zeittafeln über die katalytische Forschung (S. 74), über die Fermentkatalyse (S. 79) und über die präparative und technische Katalyse (S. 83). Diese Tafeln allein machen das Werk anschaffenswert. Die Literaturangaben (17 Seiten am Schluß) ermöglichen sowohl dem Anfänger wie dem Fortgeschrittenen ohne Schwierigkeiten ein tieferes Eindringen in das Wesen dieser ungemein wichtigen Vorgänge.

G. Mangliers.

Das Holz als Rohstoff. Von Dr. R. TRENDELENBURG. 435 Seiten mit 107 Abbildungen. München und Berlin: J. F. Lehmanns Verlag 1939. Preis kart. RM 18,—; Leinwand. RM 19,60.

Das vorliegende Werk ist ein Mittler zwischen forstwissenschaftlichen und technischen Büchern. Sowohl die forstliche Gewinnung und Ausnutzung des Holzes im Wald als auch die technische (chemotechnische) Verarbeitung des Holzes werden behandelt. So ergeben sich die folgenden Abschnitte: In einer forstgeographischen Einleitung wird die Verteilung und Größe des Waldes in Deutschland besprochen. Holzerzeugung und Holzverbrauch behandelt der 2. Abschnitt. Er gibt forstlich-ökonomische Richtlinien. Im 3. Teil (Entstehung und Aufbau des Holzes) findet sich u. a. die eingehende Besprechung der chemischen Zusammensetzung der Hölzer. Von der Entstehung und dem Aufbau des Stammes handelt der 4. Abschnitt. Das Holz wird hier mehr von der biologisch-botanischen Seite her betrachtet. Im 5. Teil (Das Holz als feinporiger Körper) und im 6. Teil (Das Raumgewicht des Holzes)

kommt die Physik zu ihrem Recht. Den letzten 40 Seiten über die stoffliche Verwertung des Holzes unter Auflösung seines Gefüges ist es vorbehalten, eine recht eingehende chemische Betrachtung der einschlägigen Verfahren zu geben. Man sieht also, daß das Werk sich in den einzelnen Fächern immer in den Grenzgebieten bewegt und dadurch vielen Stoff bringt, den man in allgemeinen Fachwerken der Physik, Chemie, Biologie usw. nicht findet.

Unbedingt kann gesagt werden, daß es sich bei dieser Neuerscheinung um ein Werk von besonderer Eigenart handelt, das sowohl für chemische wie für biologische Büchereien eine lohnende Erwerbung wäre. Insbesondere muß erwähnt werden, daß das gesamte Tabellen- und Literaturmaterial bis in die neueste Zeit hinein behandelt wurde, so daß schon aus diesem Grund ein erstklassiges Nachschlagewerk vorliegt. Dem umfangreichen und wohl verwendbaren Inhalt entspricht die wirklich originelle Ausstattung durch den Verlag.

G. Mangliers.

Discovery of the Elements. By MARY ELVIRA WEEKS. Fourth edition, enlarged and revised. V und 470 Seiten mit zahlreichen Abbildungen. Easton, Pa., 1939, Journal of Chemical Education. Geb. \$ 3,50.

Noch immer ist die Entdeckungsgeschichte der chemischen Elemente von Prof. M. E. WEEKS (Universität Kansas USA.) das einzige Buch, das den Werdegang unseres Wissens über die chemischen Grundstoffe vom Altertum bis in die allerjüngste Zeit im Zusammenhange darstellt und mit ausführlichen Belegen und genauen Hinweisen auf das umfangreiche, weit verstreute Schrifttum und mit vielen Einzelheiten aus der Arbeit und dem Leben der beteiligten Forscher wissenschaftlich sichert [vgl. diese Z. 47, 141 u. 189 (1934)]. Die Verfasserin ist ununterbrochen bemüht gewesen, neue Quellen zu erschließen und dunkle Gebiete aufzuhellen; sie hat fortlaufend im Journal of Chemical Education ihre Studien veröffentlicht und in der jüngsten Auflage ihres Buches für weiteste Kreise nutzbar gemacht. Ihr Buch ist wert, auch in Deutschland gelesen zu werden.

R. Winderlich.

Clemens Winkler und das periodische System der Elemente. Von ROBERT HÖLTJE. Deutsches Museum, Abhandlungen und Berichte, 12. Jahrgang, H. 1. 22 Seiten mit 3 Abbildungen. Berlin: VDI-Verlag 1940. Preis brosch. RM 0,90.

Im Rahmen einer kurzen Geschichte der chemischen Elemente und ihrer Atomgewichte wird die Entdeckung des Germaniums als wissenschaftliche Großtat CLEMENS WINKLERS (geb. 1838, gest. 1904) herausgehoben, weil sie entscheidend und unwiderleglich die Richtigkeit des damals (1885) noch heftig umstrittenen periodischen Systems bewies und damit die Möglichkeit erschloß, unbekannte Elemente aufzusuchen und den Bau der Atome zu erforschen.

R. Winderlich.