

**Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft.**

1932, Nr. 4.

— Abteilung A (Vereinsnachrichten) —

6. April.

**Bericht der Atomgewichtskommission der internationalen Union für Chemie.**

G. P. Baxter (Vors.), Mme. M. Curie, O. Hönigschmid, P. Lebeau,  
R. J. Meyer.

(Eingegangen am 1. März 1932.)

Im nachstehenden erstattet die Kommission Bericht über die seit Februar bis Oktober 1931 zu ihrer Kenntnis gelangten Atomgewichts-Untersuchungen. In Zukunft wird die Berichtsperiode zwölf Monate umfassen.

Auf Grund dieses Berichtes mußten folgende Änderungen in der Tabelle der Atomgewichte vorgenommen werden:  $Kr = 83.7$  statt  $82.9$  und  $X = 131.3$  statt  $130.2$ .

Der Bericht zeigt eine Dreiteilung entsprechend den angewandten Bestimmungsmethoden: 1. Physikalisch-chemische Methoden, 2. Chemische Methoden und 3. Physikalische Methoden (Massen-Spektroskopie). Innerhalb dieser Abschnitte folgt die Besprechung der einzelnen Elemente der Gruppen-Einteilung des periodischen Systems.

Alle Atomgewichts-Forscher werden nochmals gebeten, Sonderdrucke ihrer Arbeiten an sämtliche Mitglieder<sup>1)</sup> der Kommission senden zu wollen.

In der deutschen Ausgabe der Atomgewichts-Tabelle wird von jetzt an, dem Beispiele der internationalen Radium-Standard-Kommission<sup>2)</sup> folgend, der Name des Elementes 86, bisher Emanation, in „Radon“ geändert mit dem Symbol Rn.

**1. Physikalisch-chemische Methoden.**

**Stickstoff.** T. Batuecas<sup>3)</sup> hat eine Neubestimmung des Normal-Litergewichtes von  $N_2O$  ausgeführt. Das nach zwei Methoden, nämlich 1. durch die Reaktion zwischen Hydroxylamin-Chlorhydrat und Natriumnitrit und 2. durch thermische Zersetzung von Ammoniumnitrat dargestellte Gas wurde mit konz. Natronlauge, reiner Schwefelsäure und Ferrosulfat-Lösung gewaschen, mit festem Ätzkali und Phosphorpentoxyd getrocknet,

<sup>1)</sup> Anschriften: Prof. G. P. Baxter, Coolidge Laboratory, Harvard Univ., Cambridge, Mass., U. S. A.; Mme. Prof. P. Curie, Institut du Radium, 1, rue Pierre Curie, Paris V<sup>e</sup>; Prof. O. Hönigschmid, Arcisstr. 1, München; Prof. P. Lebeau, Faculté de Pharmacie, 4, Ave. de l'Observatoire, Paris VI<sup>e</sup>; Prof. R. J. Meyer, Meinekestr. 8, Berlin W 15.

<sup>2)</sup> Physikal. Ztschr. 82, 569 [1931].

<sup>3)</sup> Ztschr. physikal. Chem., Bodenstein-Festband, S. 78 [1931].

## Atomgewichte 1932.

	Sym- bol	Ordnungs- zahl	Atom- gewicht		Sym- bol	Ordnungs- zahl	Atom- gewicht
Aluminium	Al	13	26.97	Neon	Ne	10	20.183
Antimon	Sb	51	121.76	Nickel	Ni	28	58.69
Argon	Ar	18	39.944	Niob	Nb	41	93.3
Arsen	As	33	74.93	Osmium	Os	76	190.8
Barium	Ba	56	137.36	Palladium	Pd	46	106.7
Beryllium	Be	4	9.02	Phosphor	P	15	31.02
Blei	Pb	82	207.22	Platin	Pt	78	195.23
Bor	B	5	10.82	Praseodym	Pr	59	140.92
Brom	Br	35	79.916	Quecksilber	Hg	80	200.61
Cadmium	Cd	48	112.41	Radium	Ra	88	225.97
Caesium	Cs	55	132.81	Radon	Rn	86	222
Calcium	Ca	20	40.08	Rhenium	Re	75	186.31
Cassiopeium	Cp	71	175.0	Rhodium	Rh	45	102.91
Cer	Ce	58	140.13	Rubidium	Rb	37	85.44
Chlor	Cl	17	35.457	Ruthenium	Ru	44	101.7
Chrom	Cr	24	52.01	Samarium	Sm	62	150.43
Dysprosium	Dy	66	162.46	Sauerstoff	O	8	16.0000
Eisen	Fe	26	55.84	Scandium	Sc	21	45.10
Erbium	Er	68	167.64	Schwefel	S	16	32.06
Europium	Eu	63	152.0	Selen	Se	34	79.2
Fluor	F	9	19.00	Silber	Ag	47	107.880
Gadolinium	Gd	64	157.3	Silicium	Si	14	28.06
Gallium	Ga	31	69.72	Stickstoff	N	7	14.008
Germanium	Ge	32	72.60	Strontium	Sr	38	87.63
Gold	Au	79	197.2	Tantal	Ta	73	181.4
Hafnium	Hf	72	178.6	Tellur	Te	52	127.5
Helium	He	2	4.002	Terbium	Tb	65	159.2
Holmium	Ho	67	163.5	Thallium	Tl	81	204.39
Indium	In	49	114.8	Thorium	Th	90	232.12
Iridium	Ir	77	193.1	Thulium	Tm	69	169.4
Jod	J	53	126.932	Titan	Ti	22	47.90
Kalium	K	19	39.10	Uran	U	92	238.14
Kobalt	Co	27	58.94	Vanadium	V	23	50.95
Kohlenstoff	C	6	12.00	Wasserstoff	H	1	1.0078
Krypton	Kr	36	83.7	Wismut	Bi	83	209.00
Kupfer	Cu	29	63.57	Wolfram	W	74	184.0
Lanthan	La	57	138.90	Xenon	X	54	131.3
Lithium	Li	3	6.940	Ytterbium	Yb	70	173.5
Magnesium	Mg	12	24.32	Yttrium	Y	39	88.92
Mangan	Mn	25	54.93	Zink	Zn	30	65.38
Molybdän	Mo	42	96.0	Zinn	Su	50	118.70
Natrium	Na	11	22.997	Zirkonium	Zr	40	91.22
Neodym	Nd	60	144.27				

schließlich mit flüssiger Luft verflüssigt und einer wiederholten Fraktionierung unterworfen.

Es wurden zwei Ballons von 1007.55 ccm (G) und 772.58 ccm (Nr. 3) verwendet.

In der folgenden Tabelle bedeutet  $P_0$  die Differenz zwischen dem Druck während des Einfüllens und dem restierenden Gasdruck,  $S$  das Gewicht des Gases,  $L_0$  das rohe Litergewicht (berechnet nach der Formel der vollkommenen Gase) und  $L_n$  das Normal-Litergewicht.

Serie	Ballon	P <sub>0</sub>	S	L <sub>b</sub>	L <sub>0</sub>	Mittel
1. ....	G	758.13	1.98971	1.9797	1.9809	1.9808
	Nr. 3		1.52559	1.9795	1.9807	
2. ....	G	773.32	2.02945	1.9795	1.9807	1.9807
	Nr. 3		1.55636	1.9796	1.9807	
3. ....	G	745.16	1.95396	1.9779	1.9794	1.9800
	Nr. 3	744.99	1.49890	1.9792	1.9806	
4. ....	G	761.95	1.99977	1.9797	1.9808	1.9807
	Nr. 3		1.53328	1.9795	1.9806	
5. ....	G	745.52	1.95562	1.9787	1.9801	1.9800
	Nr. 3		1.49952	1.9786	1.9800	
6. ....	G	732.34	1.92070	1.9783	1.9800	1.9802
	Nr. 3		1.47311	1.9788	1.9804	
7. ....	G	752.04	1.97243	1.9784	1.9797	1.9799
	Nr. 3		1.51288	1.9788	1.9801	
8. ....	G	762.41	2.00081	1.9795	1.9806	1.9807
	Nr. 3		1.53433	1.9797	1.9808	
9. ....	G	768.33	2.01653	1.9797	1.9807	1.9809
	Nr. 3		1.54653	1.9801	1.9810	
10. ....	G	752.73	1.97498	1.9791	1.9804	1.9803
	Nr. 3		1.51433	1.9790	1.9803	

Als Mittel dieser 20 Bestimmungen ergibt sich das Liter-Gewicht des N<sub>2</sub>O zu  $L_0 = 1.98042 \pm 0.00005$  <sup>4)</sup>.

Durch die im Gange befindliche Dichte-Bestimmung bei  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{1}{2}$  und  $\frac{1}{4}$  Atm. soll der Wert  $1 + \lambda$  für N<sub>2</sub>O ermittelt werden.

**Kohlenstoff und Schwefel.** D. Le B. Cooper und O. Maass<sup>5)</sup> bestimmten die Dichte von Kohlendioxyd bei fünf verschiedenen Temperaturen zwischen  $-30^\circ$  und  $77^\circ$  und in einem Druck-Bereich von 760–250 mm durch Füllung eines Ballons (5 l) von bekanntem Volumen bei bekannter Temperatur und Druck und, nach Kondensation des Gases in einer zugeschmolzenen Pyrex-Kugel, durch Wägung des kondensierten Gases. Die Isothermen, erhalten durch Auftragen der aus dem Gasgesetz berechneten Molekulargewichte gegen die Drucke, waren gerade Linien, deren Gleichungen durch Auswertung der individuellen Punkte gefunden wurden. Extrapolation auf den Druck Null ergab die folgenden Werte für das Molekulargewicht des Kohlendioxyds und das Atomgewicht des Kohlenstoffs:

Temperatur	Mol.-Gew. v. CO <sub>2</sub>	At.-Gew. v. C
25° .....	44.0083	12.0083
0° .....	44.0001	12.0001
$-30^\circ$ .....	44.0079	12.0079
Mittel .....	44.0054	12.0054

Durch gleiche Messungen, ausgeführt mit Schwefeldioxyd, bestimmten die beiden Autoren auch das Molekulargewicht dieses Gases und das Atomgewicht des Schwefels.

<sup>4)</sup> Im Original irrtümlich: 1.98038.

<sup>5)</sup> Canad. Journ. Research 4, 283, 495 [1931].

Temperatur	Mol.-Gew. v. $\text{SO}_2$	At.-Gew. v. S
0° .....	64.064	32.064
25, 28° .....	64.054	32.054
Mittel ....	64.059	32.059

Bei keiner der Bestimmungen wurde eine Korrektur für die Adsorption berücksichtigt.

**Fluor.** H. S. Patterson, R. Whytlaw-Gray und W. Cawood<sup>6)</sup> wiederholten die seinerzeit von Moles und Batuecas<sup>7)</sup> ausgeführte Grenzdichten-Bestimmung von Methylfluorid. Sie sind der Meinung, daß nach der von Moles angewandten Methode das Methylfluorid nur sehr schwer im Zustande völliger Reinheit erhältlich ist, und daß die Dichte-Bestimmungen dieser Autoren Differenzen aufweisen, die weit über die zulässigen Meßfehler hinausgehen.

Sie gewinnen das Methylfluorid nach der Methode von Collie durch thermische Zersetzung von Tetramethyl-ammoniumfluorid und reinigen es durch Verflüssigung und wiederholte fraktionierte Destillation. Mit Hilfe derselben Mikro-waage, die schon für die Dichte-Bestimmung des Xenons Verwendung fand, wurden die Gleichgewichts-Drucke von Sauerstoff und Methylfluorid für zwei verschiedene Dichten verglichen und dabei die beiden Verhältnisswerte 1.06726 und 1.06550 für Sauerstoff-Drucke von 335.61 resp. 156.86 mm bei 21° ermittelt.

Durch Extrapolation auf den Druck 0 mm wurde die Grenzdichte zu 1.06395 und daraus das Molekulargewicht des Methylfluorids zu 34.046 berechnet. Unter Annahme des Atomgewichtes des Kohlenstoffs  $\text{C} = 12.010$ , einen Wert, den sie aus ihren Grenzdichte-Bestimmungen hochgereinigten Äthylens ableiten, berechnen sie das Atomgewicht des Fluors zu  $\text{F} = 19.013$ .

Der Kompressibilitäts-Koeffizient berechnet sich aus diesen Messungsergebnissen zu 1.00823 bei 21° und der entsprechende Wert bei 0° zu 1.0109, wenn der thermische Ausdehnungs-Koeffizient des Methylfluorids wenig höher als der des  $\text{CO}_2$  angenommen wird, eine Annahme, die den Autoren gerechtfertigt erscheint. Dieser Wert ist weit niedriger als der von Moles berechnete 1.0180. Sie meinen, daß dessen Methylfluorid durch einige Prozente Methyläther verunreinigt gewesen, und daß daher seine Werte für die Dichte und den Kompressibilitäts-Koeffizienten zu hoch seien und nur durch gegenseitige Kompensation von Meßfehlern das dem massen-spektroskopischen Befund entsprechende Atomgewicht  $\text{F} = 19.000$  erzielt worden sei. Sie glauben schließen zu können, daß das wahre Atomgewicht des Fluors näher bei 19.010 als bei 19.000 liegt. Dies würde auf eine geringe Beimischung eines schwereren Isotops hinweisen, während Aston das Fluor als ein Rein-element betrachtet.

**Krypton.** H. E. Watson<sup>8)</sup> vergleicht die Dichten von besonders reinem Krypton und Sauerstoff mit Hilfe der Mikro-waage und findet, daß die beiden Gase bei Drucken von 301.15 resp. 787.8 mm bei 25° gleiche Dichte besitzen. Unter der Annahme, daß Proportionalität zwischen den Kompressibilitäts-Korrekturen beider Gase besteht, berechnet er für das Krypton das Atomgewicht  $\text{Kr} = 83.71$ , während der von ihm 1910 für die Kompressi-

<sup>6)</sup> Nature 128, 375 [1931].

<sup>7)</sup> Journ. Chim. physique 18, 353 [1920].

<sup>8)</sup> Nature 127, 631 [1931].

bilität des Kryptons berechnete wahrscheinlichste Wert ein Atomgewicht 83.63 ergibt.

Diese von Watson als vorläufig angesehenen Werte machen es sehr wahrscheinlich, daß Astons Atomgewicht  $Kr = 83.77$  der Wahrheit viel näher kommt als der bisher international gültige Wert 82.9, weshalb das Atomgewicht  $Kr = 83.7$  in die Tabelle aufgenommen wird.

**Xenon.** R. Whytlaw-Gray, H. S. Patterson und W. Cawood<sup>9)</sup> vergleichen mit Hilfe einer hochempfindlichen Mikro-waage die Drucke, bei welchen reinstes, von F.-W. Aston zur Verfügung gestelltes Xenon und reiner Sauerstoff gleiche Dichte besitzen. Das an sich schon sehr reine Gas wurde noch so weit fraktioniert, bis keine Steigerung der Dichte mehr festzustellen war. Die Bestimmungen wurden für zwei verschiedene Dichten von Xenon ausgeführt, die den Drucken von 80 und 153 mm entsprachen. Für die beiden Verhältnisse  $P_{O_2}/P_X$  ergeben sich nach Anbringung aller Korrekturen als Mittel einer Serie sehr gut übereinstimmender Bestimmungen die Werte 4.1035 resp. 4.1049 bei 18°. Die Grenzdichte wurde durch Extrapolation auf 0 mm berechnet zu 4.1020. Das Atomgewicht des Xenons ergibt sich aus  $4.1020 \times 32 = 131.26$ , wobei die Meßfehler anscheinend  $\pm 0.005$  nicht überschreiten. Diese Zahl bestätigt Astons Wert  $Kr = 131.27$ .

Die Kommission nimmt das Atomgewicht  $X = 131.3$  an Stelle des bisher gültigen 130.2 in die Tabelle auf.

## II. Chemische Methoden.

**Stickstoff und Silber.** G. P. Baxter und C. H. Greene<sup>10)</sup> bestimmten auf gravimetrischem Wege das Verhältnis  $Ag: NH_3$ , das, kombiniert mit dem bereits mit großer Sicherheit bekannten Verhältnis  $NO_3: Ag$ , die Beziehung  $NO_3: NH_3$  ergibt, aus der sich das Atomgewicht des Stickstoffs, bezogen auf Sauerstoff und Wasserstoff, berechnen läßt.

Das Prinzip der schon von Stas angewandten Bestimmungsmethode war folgendes: Eine gewogene Menge reinsten Ammoniaks, adsorbiert auf vollkommen getrocknetem und entgastem Chabasit, wurde in vorgelegte, verdünnte Chlor- resp. Bromwasserstoffsäure verdampft, bis die Säure vollkommen neutralisiert war, wobei Methylrot oder Lackmus als Indicator diente. In der neutralen Lösung des Ammoniumhalogenids wurde das Halogen mit reinstem Silber in üblicher Weise mit Hilfe nephelometrischer Titration gemessen.

Alle verwendeten Reagenzien waren nach den bekannten Standardmethoden gereinigt worden. Das als Ausgangsmaterial dienende käufliche, synthetische, flüssige Ammoniak wurde durch wiederholte fraktionierte Destillation von Verunreinigungen, von denen nur Feuchtigkeit und unkondensierbare Gase in Betracht kamen, befreit und schließlich für die Zwecke der Wägung in einem geeigneten Wägegefäß auf Chabasit absorbiert. Allerdings ist es nicht möglich, auf diesem Wege das Ammoniak von den letzten Feuchtigkeits-Spuren zu befreien, so daß in einer eigenen Versuchsserie dieser Feuchtigkeits-Gehalt durch Absorption an geschmolzenem Ätzkali bestimmt und eine entsprechende Korrektur bei jeder Einzelbestimmung angebracht werden mußte.

<sup>9)</sup> Nature 127, 970 [1931].

<sup>10)</sup> Journ. Amer. chem. Soc. 53, 604 [1931].

In der folgenden Tabelle wurde das Verhältnis  $\text{NO}_3 : \text{NH}_3$  unter der Annahme  $\text{NO}_3 : \text{Ag} = 0.57479$  berechnet. Die Bromid-Analysen gaben im allgemeinen höhere Werte für das Atomgewicht des Stickstoffs als die Chlorid-Analysen, offenbar infolge der Okklusion löslichen Bromids, und diese Differenz war um so größer, je konzentrierter die angewandte Bromid-Lösung war.

Atomgewicht des Stickstoffs.

Nr.	Konz./n	Säure	Ag = 107.880		H = 1.0078		At.-Gew. v. N
			$\text{NH}_3$ i. Vak.	Ag i. Vak.	Ag : $\text{NH}_3$	$\text{NO}_3 : \text{NH}_3$	
1	0.09	HCl	1.43953	9.11867	6.33448	3.64100	14.0067
2	0.07	HBr	4.67035	29.58295	6.33420	3.64083	14.0078
3	0.06	HCl	4.11520	26.06744	6.33443	3.64097	14.0069
4	0.08	HBr	1.62620	10.30014	6.33387	3.64065	14.0090
5	0.15	HBr	1.85833	11.77004	6.33367	3.64053	14.0098
6	0.09	HBr	1.81372	11.48804	6.33397	3.64070	14.0087
7	0.08	HCl	1.61251	10.21397	6.33421	3.64084	14.0078
8	0.03	HBr	1.92927	12.22037	6.33419	3.64083	14.0078
9	0.02	HCl	1.20999	7.66426	6.33415	3.64081	14.0080
10	0.025	HBr	1.67684	10.62158	6.33428	3.64088	14.0075
11	0.03	HBr	1.89941	12.03092	6.33403	3.64074	14.0084
12	0.03	HBr	1.98867	12.59593	6.33385	3.64063	14.0091
Mittel d. Chloride (1, 3, 7, 9) .....							14.0074
Mittel d. Bromide konz. (2, 4, 5, 6) .....							14.0088
Mittel d. Bromide verd. (8, 10, 11, 12) .....							14.0082
Mittel d. Anal. (1, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12) .....							14.0078

Scheidet man die Analysen der konz. Bromid-Lösungen aus, so ergibt sich als Mittel der übrigen Bromid- und Chlorid-Analysen das Atomgewicht des Stickstoffs in bester Übereinstimmung mit dem derzeit gültigen internationalen Wert zu  $N = 14.0078$ .

Für  $N = 14.0078$  folgt  $\text{Ag} = 107.879$ , während sich für  $N = 14.008$  der Silberwert 107.880 aus  $\text{Ag} : \text{NH}_3$  und 107.879 aus  $\text{Ag} : \text{NO}_3$  berechnet.

**Chlor.** Durch eine Notiz von Scott und Johnson<sup>11)</sup> auf seine irrtümliche Annahme bezüglich der Löslichkeit von Chlorsilber in Wasser von 0° aufmerksam gemacht, nahm O. Hönigschmid<sup>12)</sup> eine Neubestimmung dieser Größe vor und findet sie in Übereinstimmung mit T. W. Richards und H. H. Willard<sup>13)</sup> gleich 0.5 mg  $\text{AgCl}$  pro 1000 ccm bei 0°. Unter Zugrundelegung dieses Wertes korrigiert er die gravimetrischen Ergebnisse seiner gemeinsam mit Bedr Chan<sup>14)</sup> ausgeführten vollständigen Chlorsilber-Synthese.

Die folgende Tabelle bringt neben den korrigierten gravimetrischen Werten für das Atomgewicht des Chlors die angewandten Gewichtsmengen Cl und Ag, sowie das korrigierte Gewicht des gefundenen und dessen Differenz gegenüber dem des berechneten  $\text{AgCl}$ .

<sup>11)</sup> Journ. Amer. chem. Soc. **52**, 3586 [1930].

<sup>12)</sup> Journ. Amer. chem. Soc. **53**, 3012 [1931].

<sup>13)</sup> Journ. Amer. chem. Soc. **32**, 4 [1910].

<sup>14)</sup> Ztschr. anorgan. allgem. Chem. **163**, 315 [1927].

## Atomgewicht des Chlors.

Nr.	Cl i. Vak	Ag i. Vak.	AgCl i. Vak.	Diff.	Cl : AgCl	At.-Gew. v. Cl
1	2.85458	8.68543	11.54010	—0.09	0.2473618	35.455 <sub>8</sub>
2	2.25569	6.86312	9.11889	—0.08	0.2473645	35.456 <sub>3</sub>
4	2.46049	7.48635	9.94704	—0.20	0.2473590	35.455 <sub>3</sub>
5	3.35955	10.22139	13.58106	—0.12	0.2473702	35.457 <sub>4</sub>
6	2.96007	9.00620	11.96637	—0.10	0.2473657	35.456 <sub>5</sub>
7	2.21357	6.73502	8.94863	—0.04	0.2473641	35.456 <sub>2</sub>
8	3.04333	9.25949	12.30290	—0.08	0.2473669	35.456 <sub>8</sub>
9	2.17711	6.62409	8.80133	—0.13	0.2473615	35.455 <sub>8</sub>
	21.32439	64.88109	86.20632	—0.84	0.2473646	35.456 <sub>3</sub>

Als Mittel dieser acht gravimetrischen Bestimmungen folgt das Atomgewicht des Chlors  $\text{Cl} = 35.456_3$ , während durch nephelometrische Titration 35.456<sub>7</sub> gefunden wurde. Die mittlere Abweichung zwischen dem gefundenen und dem berechneten Gewicht des AgCl beträgt demnach 0.1 mg und insgesamt für die acht Bestimmungen 0.84 mg.

**Jod.** G. P. Baxter hat in Gemeinschaft mit A. Q. Butler<sup>15)</sup> neuerdings die Untersuchung des Jodpentoxyds, die ihn schon vor mehr als 20 Jahren beschäftigt hat<sup>16)</sup>, wieder aufgenommen. Es handelte sich dabei um die Aufklärung der Unstimmigkeit, die zwischen dem von ihm direkt bestimmten Verhältnis  $2\text{Ag} : \text{J}_2\text{O}_5 = 0.646225$  und dem aus den Atomgewichten  $\text{Ag} = 107.880$  und  $\text{J} = 126.932$  berechneten Wert 0.646251 besteht. Zum geringen Teil findet diese Differenz ihre Erklärung durch die in Baxters Laboratorium festgestellte Adsorption von Luft durch das sehr poröse Jodpentoxyd, die bis zu 0.001 % betragen kann.

Es wurde eine direkte Analyse des Pentoxyds durch thermische Zersetzung einer gewogenen Menge desselben und Wägung des freigemachten Jods ausgeführt.

Reine Jodsäure wurde aus Bariumjodat, das aus reiner Ausgangsmaterialien hergestellt war, durch Umsetzung mit Schwefelsäure gewonnen, durch fraktionierte Krystallisation gereinigt und schließlich durch Entwässerung bei einer von 100—240° steigenden Temperatur in wasserfreies Pentoxyd übergeführt. Die Zersetzung wurde in einem gewogenen, geeignet geformten und beiderseits mit eingeschliffenen Stopfen verschließbaren Quarzrohr vorgenommen, in dem sowohl das Pentoxyd als auch das kondensierte Jod zur Wägung gelangte. Da das Pentoxyd bei 240°, der höchsten Temperatur, bei der es noch beständig ist, nicht vollständig von Wasser befreit werden kann, mußte bei jeder Analyse auch eine Wasser-Bestimmung in der Weise ausgeführt werden, daß der entwickelte Sauerstoff durch ein gehobenes U-Rohr mit  $\text{P}_2\text{O}_5$  geleitet wurde. Hierbei war wieder eine Korrektur für die natürliche Gewichtszunahme des letzteren zu berücksichtigen, die in einer Reihe von Blindversuchen ermittelt wurde. Dazu kam noch eine Korrektur von 0.001 % für die durch das poröse Pentoxyd adsorbierte Luft.

<sup>15)</sup> Journ. Amer. chem. Soc. **53**, 968 [1931].

<sup>16)</sup> Baxter u. Tilley, Journ. Amer. chem. Soc. **31**, 201 [1909].

## Verhältnis von Jod zu Jodpentoxyd.

Nr.	korrr. Gew. v. $J_2O_5$	J i. Vak.	O i. Vak.	$J_2 : J_2O_5$	$J_2 : 5 O$
1	23.43527	17.81810	5.61717	0.760311	3.17208
2	25.52824	19.40949	6.11875	0.760314	3.17213
3	42.45905	32.28337	10.17568	0.760341	3.17260
4	46.13308	35.07699	11.05609	0.760344	3.17264
5	46.22581	35.14741	11.07840	0.760342	3.17261
6	21.05562	16.00913	5.04649	0.760326	3.17233
7	22.07654	16.78564	5.29090	0.760338	3.17255
8	41.88974	31.85032	10.03942	0.760337	3.17253
9	42.71266	32.47602	10.23664	0.760337	3.17253
	Mittel .....			0.760332	3.17244
	Mittel aus 3, 4, 5, 7, 8, 9 .....			0.760340	3.17259

Die Analysen 1, 2 und 6 werden als fehlerhaft verworfen. Die Werte für die beiden Verhältnisse von Jod zu Sauerstoff und zu Pentoxyd sind noch zu korrigieren für die Verdrängung von Luft aus dem Wägegefäß durch den Joddampf bei 25°. Dadurch erhöht sich der Wert des Verhältnisses  $J_2 : 5 O$  um 0.001 % auf 3.17262 und der des Verhältnisses  $J_2 : J_2O_5$  um 0.0003 % auf 0.760342.

Das Ergebnis dieser Analysen ist recht überraschend, da sich aus dem gültigen Atomgewicht des Jods  $J = 126.932$  für die beiden Verhältnisse die Werte 3.17330 resp. 0.760381 berechnen. Aus den gefundenen Werten würde sich dagegen das Atomgewicht  $J = 126.905$  ergeben. Da Baxter diesen niedrigen Wert für unmöglich hält, gelangt er zu dem Schlusse, daß auch das mit aller Sorgfalt hergestellte Jodpentoxyd mehr Sauerstoff enthält, als seiner stöchiometrischen Zusammensetzung entspricht, wahrscheinlich infolge eines Gehaltes an höheren Oxyden des Jods, und daß es deshalb als Ausgangsmaterial für genaue Bestimmungen unbrauchbar sei. Diese Schlußfolgerung wird gestützt durch das Ergebnis der früheren Untersuchung von Baxter und Tilley, in welcher das Verhältnis  $2Ag : J_2O_5$  kleiner als erwartet gefunden wurde. Durch Kombination der experimentell gemessenen Verhältnisse  $2Ag : J_2O_5$  und  $J_2 : J_2O_5$  berechnet sich das Verhältnis  $J : Ag = 1.176579$  und das Atomgewicht des Jods 126.929.

Eine weitere Untersuchung über das Atomgewicht des Jods wurde von O. Hönigschmid und H. Striebel<sup>17)</sup> durch Bestimmung des Verhältnisses  $AgJ : AgCl$  ausgeführt. Das Jodsilber wurde durch direkte Synthese aus reinstem Atomgewichts-Silber und sorgfältig gereinigtem Jod gewonnen. Die Reinigung des Jods geschah nach der von Guichard empfohlenen Methode, die im wesentlichen in einer Umsetzung von Jodkalium mit Kupfersulfat und nachfolgenden Reinigung des abgeschiedenen Jods durch Destillation aus einer Lösung von Kaliumjodid und einer Sublimation besteht. Das Jodsilber wurde in einem gewogenen Quarzröhrchen im Joddampf geschmolzen und nach der Wägung durch Erhitzen im Chlorstrom in das Chlorid verwandelt. Alle Wägungen wurden durch Substitution mit Gegengewichten ausgeführt und für das Vakuum korrigiert.

<sup>17)</sup> Ztschr. physikal. Chem., Bodenstein-Festband, S. 282 [1931].



## Verhältnis AgJ : AgCl.

Nr.	AgJ i. Vak.	AgCl i. Vak.	AgJ : AgCl	At.-Gew. v. J
1	4.07537	2.48790	1.638076	126.917
2	5.41399	3.30511	1.638067	126.916
3	6.45241	3.93901	1.638079	126.917
4	7.20017	4.39557	1.638051	126.913
5	6.74801	4.11943	1.638093	126.919
6	8.42163	5.14113	1.638078	126.917
7	8.79602	5.36972	1.638078	126.917
	47.10760	28.75787	1.638076	126.917

Diese sieben gut übereinstimmenden Bestimmungen ergaben für das Atomgewicht des Jods den auffallend niedrigen Wert  $J = 126.917$ , wenn  $Cl = 35.457$  angenommen wird.

Die Autoren verweisen darauf, daß mit Rücksicht auf Astons Atomgewicht  $J = 126.932$ , bezogen auf die Reinkomponente des Sauerstoffs  $O_{18} = 16$ , der auf chemischem Wege ermittelte Wert um ca.  $\frac{1}{10000}$  niedriger sein muß, also etwa 126.918 betragen sollte, allerdings nur unter der Voraussetzung, daß die aus Babcocks und Naudés Bestimmungen des Isotopen-Verhältnisses  $O_{18} : O_{16} : O_{17}$  abgeleitete Beziehung:  $A_{\text{mass}} = A_{\text{chem}} \times 1.000125$  der Wahrheit nahe kommt. Aus den analogen Bestimmungen von Mecke und Childs ergibt sich das Verhältnis  $A_{\text{mass}} = A_{\text{chem}} \times 1.00022$  und damit aus Astons Massen-Atomgewicht des Jods der chemische Wert 126.905. Demnach wäre auch der von Baxter in der oben besprochenen Untersuchung gefundene niedrige Atomgewichts-Wert noch mit Astons Befund vereinbar. Allerdings ist Astons Wert nur das Mittel aus den beobachteten Grenzwerten 126.907 und 126.957, so daß derartige Umrechnungen, auch abgesehen von der Unsicherheit des Umrechnungs-Faktors, keine entscheidende Bedeutung besitzen, so lange nicht das Massen-Atomgewicht des Jods mit größerer Schärfe erfaßt werden kann.

## III. Physikalische Methoden.

In Fortsetzung seiner massen-spektroskopischen Untersuchungen hat F. W. Aston<sup>18)</sup> aus den Ergebnissen seiner mikro-photometrischen Intensitätsmessungen der Isotopen-Linien die Atomgewichte mehrerer Elemente berechnet. Zur Umrechnung der auf die physikalische Basis  $O_{16} = 16.0000$  bezogenen Massen-Atomgewichte auf die chemische Basis  $O = 16.0000$  diente Naudés Gleichung  $O_{\text{chem}} : O_{16} = 1.000125 : 1.000000$ .

Einzelatomgewicht u. Häufigkeit		Pack.-Anteil	At.-Gew. $O = 16.0000$
Lithium..	6 7 8.9 91.1	$\left\{ \begin{array}{l} +20 \times 10^{-4} \\ +17 \times 10^{-4} \end{array} \right.$	6.923
Caesium .	133 100	$-5 \times 10^{-4}$	132.91
Bor .....	10 11 20.7 79.3	$\left\{ \begin{array}{l} +13.5 \times 10^{-4} \\ +10.0 \times 10^{-4} \end{array} \right.$	10.806
Germanium	70 71 72 73 74 75 76 77	zwischen	
	19.72 1.53 25.41 9.22 35.47 2.26 6.09 0.70	—7 u. $-10 \times 10^{-4}$	72.65

<sup>18)</sup> Nature 127, 233, 519, 813, 128, 149 [1931]; Proceed. Roy. Soc. (A) 132, 487 [1931].

Einzelatomgewicht u. Häufigkeit								Pack.-Anteil	At.-Gew. O = 16.0000
Selen ..	74	76	77	78	80	82		$-7.3 \times 10^{-4}$	78.96
	0.9	9.5	8.3	24.0	48.0	9.3			
Tellur ..	125	126	128	130				$-5 \times 10^{-4}$	128.03
	6.6	20.9	36.1	36.4					
Wolfram	182	183	184	186				0	183.96
	22.6	17.2	30.1	30.0					
Brom ..	79	81						$\left\{ \begin{array}{l} -9.0 \times 10^{-4} \\ -8.6 \times 10^{-4} \end{array} \right.$	79.916
	50	50							
Rhenium	185	187						$-1 \times 10^{-4}$	186.22
	38.2	61.8							
Ruthenium	96	98	99	100	101	102	104	$-6 \times 10^{-4}$ geschätzt	101.1
	5		12	14	22	30	17		
Osmium.	186	187	188	189	190	192		$-1 \times 10^{-4}$	190.31
	1.0	0.6	13.5	17.3	25.1	42.6			

**Sauerstoff.** R. Mecke und W. H. J. Childs<sup>19)</sup> haben eine Neubestimmung des Mischungs-Verhältnisses der Sauerstoff-Isotopen durch mikro-photometrische Auswertung des Banden-Spektrums des Sauerstoffs ausgeführt und gelangen zu dem Ergebnis:  $O_{16} : O_{18} : O_{17} = 630 \pm 20 : 1 : 0.2$  und berechnen daraus für  $O_{16} = 16.0000$  als Basis das Atomgewicht des Misch-elementes Sauerstoff zu  $O = 16.0035 \pm 0.0003$ . Die Umrechnung massen-spektroskopischer Atomgewichte auf die chemische Basis hätte demnach auf Grund der Gleichung:  $A_{\text{mass}} = A_{\text{chem}} \times 1.00022$  zu erfolgen, während bisher nach Naudé der Umrechnungs-Faktor zu  $1.000/125$  angenommen wird.

**Die Basis der Atomgewichte.** Die Auffindung der Isotopen des Sauerstoffs hat die unerwünschte Situation geschaffen, daß Chemie und Physik für die Bestimmung der Atomgewichte zwei verschiedene Maßstäbe benützen. Es wurde deshalb bereits verschiedentlich die Frage eines einheitlichen Standards diskutiert und diesbezüglich eine Reihe von Vorschlägen gemacht, z. B.  $H_1 = 1.00000$ ;  $He_4 = 4.00000$ ;  $O_{16} = 16.0000$  und schließlich die jetzt geltende chemische Basis  $O = 16.0000$ .

F. W. Aston, der diese Frage vor der British Association 1931 ausführlich behandelte, kommt zu dem Schluß, daß es für den Chemiker empfehlenswert ist, die übliche chemische Basis weiter beizubehalten, da sie allen Anforderungen, die an die Genauigkeit der internationalen Atomgewichte gestellt werden, vollauf genügt. Für die in Bezug auf die Genauigkeit der Zahlenwerte weiter gehenden Bedürfnisse der Physik erscheint ihm als bester Standard das Sauerstoffatom  $O_{16}$ . Der Nachteil, der sich daraus ergibt, daß beide Maßstäbe um ein oder zwei Teile in Zehntausend differieren, und daß diese Differenz ständiger Korrektur unterworfen sein wird, erscheint ihm nicht besonders schwerwiegend. Mißverständnisse werden leicht vermieden, wenn man in dem einen Falle vom „Atomgewicht des Chlors“ und in dem anderen vom „Gewicht des Chloratoms 35“ spricht.

Die Kommission schließt sich vollkommen dieser, von Aston vertretenen Anschauung an und sieht keine Veranlassung, eine Änderung bezüglich der bisherigen Basis der chemischen Atomgewichte  $O : 16.0000$  vorzunehmen.

<sup>19)</sup> Ztschr. Physik 68, 362 [1931].