

Bericht der Atomgewichtskommission der internationalen Union für Chemie.

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

(Eingegangen am 25. März 1931.)

Gelegentlich der im September 1930 in Lüttich abgehaltenen 10. Tagung der Internationalen Union für reine und angewandte Chemie wurde das seit 1923 bestehende Komitee für chemische Elemente durch drei neue Kommissionen ersetzt, nämlich 1. eine internationale Atomgewichtskommission, 2. eine internationale Atomkommission, die sich mit den Fragen der Isotopie, der Atomstruktur und der physikalischen Methoden zur Bestimmung der Massen und anderer Atomgrößen beschäftigen soll, 3. eine Kommission für radioaktive Konstanten, als Bindeglied zwischen der Union und der internationalen Radium-Standard-Kommission.

Die Aufgabe der ersten der drei Kommissionen besteht in der alljährlichen Zusammenstellung einer Tabelle der Atomgewichte auf Grund der neuesten und zuverlässigsten Forschungs-Ergebnisse. Die nationalen Atomgewichtskommissionen werden von der internationalen Union ersucht, von der Veröffentlichung eigener Tabellen in Zukunft Abstand zu nehmen.

Die neue Kommission beabsichtigt, in Zukunft ihren Bericht in der Regel im ersten Jahreshaft (Januar) der wichtigsten chemischen und physikalischen Zeitschriften zum Abdruck zu bringen. In diesem Jahre war es mit Rücksicht auf die verspätete Einsetzung der neuen Kommission nicht möglich, den Bericht zum Jahresbeginn fertigzustellen.

Alle Forscher, die sich mit der Bestimmung von Atomgewichten beschäftigen, werden gebeten, Sonderdrucke ihrer Arbeiten an die einzelnen Mitglieder der Kommission übersenden zu wollen¹⁾.

Da die Berichte der deutschen und der amerikanischen Kommission die Fortschritte auf dem Gebiete der Atomgewichtsforschung bis Ende 1929 erschöpfend behandelt haben, werden in diesem Bericht nur die seit 1. Januar 1930 erschienenen Arbeiten berücksichtigt²⁾.

¹⁾ Anschriften: Prof. G. P. Baxter, J. Coolidge Laboratory, Harvard Univ., Cambridge, Mass., U. S. A.; Mme. Prof. M. Curie, Institut du Radium, 1 rue Pierre Curie, Paris 5^e; Prof. O. Höning Schmid, Arcisstr. 1, München; Prof. P. Lebeau, Ecole supérieure de Pharmacie, 4 Ave. de l'Observatoire, Paris 5^e; Prof. R. J. Meyer, Meinekestr. 8, Berlin W 15.

²⁾ B. 63, B 1 [1930]; Journ. Amer. chem. Soc. 52, 857 [1930]. — Da der letzte (elfte) Bericht der Deutschen Atomgewichtskommission, B. 64, B 1 [1931], bereits die bis Ende 1930 veröffentlichten Abhandlungen bespricht, so war es nicht zu vermeiden, daß ein Teil dieser Veröffentlichungen in dem vorliegenden internationalen Bericht noch einmal, wenn auch in stark verkürzter Form, erscheint. Auch die kommenden Berichte werden sich von denen der bisherigen Deutschen Kommission in ihrer Fassung dadurch unterscheiden, daß sie zwar das Zahlenmaterial der Originalarbeiten ganz ausführlich wiedergeben, dagegen die Darstellung und Reinigung der in Frage kommenden Stoffe nur kurz berühren.

Atomgewichte 1931.

Symbol	Ordnungs- zahl	Atom- gewicht	Symbol	Ordnungs- zahl	Atom- gewicht		
Aluminium	Al	13	26.97	Neodym	Nd	60	144.27
Antimon	Sb	51	121.76	Neon	Ne	10	20.183
Argon	Ar	18	39.944	Nickel	Ni	28	58.69
Arsen	As	33	74.93	Niob	Nb	41	93.3
Barium	Ba	56	137.36	Osmium	Os	76	190.8
Beryllium	Be	4	9.02	Palladium	Pd	46	106.7
Blei	Pb	82	207.22	Phosphor	P	15	31.02
Bor	B	5	10.82	Platin	Pt	78	195.23
Brom	Br	35	79.916	Praseodym	Pr	59	140.92
Cadmium	Cd	48	112.41	Quecksilber	Hg	80	200.61
Caesium	Cs	55	132.81	Radium	Ra	88	225.97
Calcium	Ca	20	40.07	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
Emanation	Em	86	222	Schwefel	S	16	32.06
Erbium	Er	68	167.64	Selen	Se	34	79.2
Europium	Eu	63	152.0	Silber	Ag	47	107.880
Fluor	F	9	19.00	Silicium	Si	14	28.06
Gadolinium	Gd	64	157.3	Stickstoff	N	7	14.008
Gallium	Ga	31	69.72	Strontium	Sr	38	87.63
Germanium	Ge	32	72.60	Tantal	Ta	73	181.4
Gold	Au	79	197.2	Tellur	Te	52	127.5
Hafnium	Hf	72	178.6	Terbium	Tb	65	159.2
Helium	He	2	4.002	Thallium	Tl	81	204.39
Holmium	Ho	67	163.5	Thorium	Th	90	232.12
Indium	In	49	114.8	Thulium	Tm	69	169.4
Iridium	Ir	77	193.1	Titan	Ti	22	47.90
Jod	J	53	126.932	Uran	U	92	238.14
Kalium	K	19	39.10	Vanadium	V	23	50.95
Kobalt	Co	27	58.94	Wasserstoff	H	1	1.0078
Kohlenstoff	C	6	12.00	Wismut	Bi	83	209.00
Krypton	Kr	36	82.9	Wolfram	W	74	184.0
Kupfer	Cu	29	63.57	Xenon	X	54	130.2
Lanthan	La	57	138.90	Ytterbium	Yb	70	173.5
Lithium	Li	3	6.940	Yttrium	Y	39	88.92
Magnesium	Mg	12	24.32	Zink	Zn	30	65.38
Mangan	Mn	25	54.93	Zinn	Su	50	118.70
Molybdän	Mo	42	96.0	Zirkonium	Zr	40	91.22
Natrium	Na	11	22.997				

Batuecas, Schlatter und Maverick³⁾ veröffentlichten neue Bestimmungen an verschiedenen Gasen des Verhältnisses $(PV)_0/(PV)_1$ ausgeführt nach der Expansions-Methode. Den Zahlen in Kolonne I liegt die Annahme einer linearen Änderung von PV mit dem Druck zugrunde; zur

³⁾ Batuecas, Schlatter u. Maverick, Journ. Chim. physique 27, 36, 45 [1930].

Berechnung der Werte in Kolonne II wurde eine Gleichung zweiten Grades benutzt.

	I	II
N ₂	1.0040	
NH ₃	1.01543	1.01515
HCl	1.00787	1.00737
CO	1.00048	
H ₂ S	1.01031	1.01035

Stickstoff. Moles und Batuecas⁴⁾ führten eine Neubestimmung der Dichte von Ammoniak unter verschiedenen Drucken aus. Die Darstellung des Gases geschah 1. aus Ammoniumoxalat und Kalilauge, 2. durch Synthese aus den Elementen (technisches Gas) und 3. durch Hydrolyse von Magnesiumnitrid. Nach Reinigung auf chemischem Wege, der sich in den meisten Fällen eine Trocknung mit Phosphorpentoxyd anschloß, wurde das Gas der fraktionierten Destillation unterworfen und dann mit sublimiertem Phosphorpentoxyd getrocknet. Eine Korrektion wurde für die Adsorption an den Wandungen der Ballons angebracht. Die folgenden Zahlen bedeuten die aus den verschiedenen Bestimmungsreihen erhaltenen Litergewichte von NH₃ bei 0° und 760 mm:

Methode der Darstellung	1 Atmosphäre.			Mittel	
	Ballon Nr. 3 773 cm ³	Ballon Nr. 2 647 cm ³	Ballon G 1007 cm ³		
	Vorläufige Reihen.				
1.	0.77167	0.77196		0.7718	
	0.77234	0.77184		0.7721	
	0.77226	0.77207		0.7722	
	0.77137	0.77219		0.7718	
	<u>Mittel</u>	<u>0.77191</u>	<u>0.77202</u>		<u>0.7720</u>
	Endgültige Reihen.				
1.	0.77174	0.77130		0.77152	
	0.77168	0.77190		0.77179	
	0.77113	0.77158		0.77136	
	0.77160	0.77168		0.77164	
		0.77166		0.77166	
	0.77170	0.77149		0.77160	
	0.77184	0.77212		0.77198	
	<u>Mittel</u>	<u>0.77162</u>	<u>0.77168</u>		<u>0.77165</u>
	2.	0.77118	0.77185		0.77152
		0.77153	0.77207		0.77180
0.77180		0.77119		0.77149	
0.77144		0.77188		0.77166	
0.77161		0.77193		0.77177	
<u>Mittel</u>	<u>0.77151</u>	<u>0.77178</u>		<u>0.77165</u>	
3.			0.77169	0.77169	
			0.77165	0.77165	
	0.77195		0.77193	0.77194	
	0.77168		0.77170	0.77169	
	0.77187		0.77206	0.77197	
<u>Mittel</u>	<u>0.77183</u>		<u>0.77181</u>	<u>0.77179</u>	
<u>Gesamtmittel</u>	<u>0.77163</u>	<u>0.77172</u>	<u>0.77181</u>	<u>0.77169</u>	

⁴⁾ Moles u. Batuecas, Anales Soc. Espanola Fisica Quim. 28, 871 [1930].

$\frac{2}{3}$ Atmosphäre.

Methode der Darstellung	Ballon Nr. 3	Ballon Nr. 2	Ballon G	Mittel
1.	0.76758		0.76763	0.76761
	0.76734		0.76773	0.76754
	0.76839		0.76842	0.76841
	0.76803		0.76844	0.76824
Mittel	0.76784		0.76806	0.76795
2.	0.76754	0.76770		0.76762
	0.76770			0.76770
	0.76752	0.76769		0.76761
	Mittel	0.76759	0.76770	0.76764
3.	0.76743		0.76729	0.76736
	0.76737		0.76758	0.76748
	Mittel	0.76740	0.76744	0.76742
Gesamtmittel	0.76766	0.76770	0.76785	0.76773

 $\frac{1}{2}$ Atmosphäre.

1.	0.76511		0.76624	0.76568
	0.76623		0.76597	0.76610
	0.76586		0.76557	0.76572
	Mittel	0.76573	0.76593	0.76583
2.	0.76592		0.76606	0.76599
	0.76582		0.76592	0.76587
	Mittel	0.76587	0.76599	0.76593
3.		0.76539		0.76539
	0.76641			0.76641
	0.76577	0.76561		0.76569
	0.76610	0.76593		0.76602
	0.76605	0.76541		0.76575
Mittel	0.76608	0.76559		0.76585
Gesamtmittel	0.76592	0.76559	0.76595	0.76585

 $\frac{1}{3}$ Atmosphäre.

1.	0.76328		0.76321	0.76325
	0.76378		0.76341	0.76360
	0.76395		0.76434	0.76415
	Mittel	0.76367	0.76365	0.76366
2.	0.76424		0.76314	0.76369
			0.76348	0.76348
	0.76400		0.76403	0.76402
	0.76416		(0.76260)	0.76418
	0.76444		0.76387	0.76416
	0.76387		0.76360	0.76374
Mittel	0.76418		0.76362	0.76390
3.	0.76391			
	0.76438			
	0.76342			
	0.76350			
	0.76405		0.76426	0.76416
Mittel	0.76385		0.76426	0.76392
Gesamtmittel	0.76392		0.76370	0.76383

Aus den Dichten bei den verschiedenen Drucken berechnet sich die Grenzdichte von Ammoniak mittels der Differenzen-Methode zu 0.75990. Das entsprechende Molekulargewicht ist dann 17.032 und das Atomgewicht des Stickstoffs 14.009 (Tabellenwert: 14.008).

Phosphor. Ritchie⁵⁾ bestimmte die Dichte von Phosphorwasserstoff PH_3 bei verschiedenen Drucken. Das Gas wurde aus Phosphoniumjodid und Kaliumhydroxyd dargestellt und dann fraktioniert.

Atmosphären	Ballon I 336 cm ³	Ballon II 341 cm ³	Mittel
1	(1.5311)	1.5308	1.5308
	1.5308	1.5307	1.5308
	1.5307	1.5305	1.5306
	1.5307	1.5307	1.5307
	1.5308	1.5308	1.5308
	1.5306		1.5306
Mittel	1.5307	1.5307	1.5307
0.75	1.5274	1.5272	1.5273
		1.5273	1.5273
	0.5271	1.5272	1.5272
Mittel	1.5273	1.5272	1.5272
0.50	1.5241	1.5237	1.5239
	1.5242		1.5242
	1.5237	1.5236	1.5237
	1.5233	1.5238	1.5236
	1.5238	1.5238	1.5238
Mittel	1.5238	1.5237	1.5238
0.25	1.5204	1.5202	1.5203
	1.5202	1.5203	1.5203
		1.5201	1.5201
	1.5205	1.5205	1.5205
Mittel	1.5204	1.5203	1.5203

Unter der Annahme einer linearen Änderung von PV mit dem Druck, berechnet sich $(PV)_0/(PV)_1$, zu 1.0091.

Aus dem Normal-Litergewicht des Sauerstoffs = 1.4290 g und der Abweichung von Boyles Gesetz pro Atmosphäre = 0.00096 berechnet sich das Molekulargewicht von PH_3 zu 34.000 und das Atomgewicht des Phosphors zu 30.977. Dieser Wert ist erheblich niedriger als der nach chemischen Methoden gewonnene (31.02).

Schwefel. Hönigschmid und Sachtleben⁶⁾ führten die Synthese von Silbersulfid aus den Elementen durch. Das Sulfid erwies sich bis zu 300° beständig, verliert dagegen Schwefel oberhalb dieser Temperatur. Teilweise ersetztes Sulfid nimmt den Schwefel wieder quantitativ auf, wenn man es im Schwefeldampf erhitzt. Überschüssiger Schwefel wird bei 300° abgegeben.

⁵⁾ Ritchie, Proceed. Roy. Soc., London, Serie A 128, 551 [1930].

⁶⁾ Hönigschmid u. Sachtleben, Ztschr. anorgan. allgem. Chem. 195, 207 [1931].

Zur Ausführung der Synthese werden gewogene Mengen von reinstem Silber in Schwefeldampf bis zur vollständigen Reaktion erhitzt, worauf man den Überschuß bei 280° in einem Strome von reinem Stickstoff entfernt; hierbei wird bald Gewichtskonstanz erreicht. Der Schwefel wurde durch Fällung aus Thiosulfat und doppelte Destillation im Vakuum gereinigt. Die Wägungen wurden auf das Vakuum korrigiert. Bei der zwölften Synthese — der letzten in der Reihe — wurden die Substanzen der elften noch einmal in evakuierten Wägegläsern gewogen.

Ag im Vak.	Ag ₂ S im Vak.	Ag ₂ S : 2 Ag	At.-Gew. von S
7.90291	9.07742	1.148617	32.066
9.42181	10.82209	1.148621	32.066
9.74522	11.19355	1.148620	32.066
9.59836	11.02489	1.148622	32.067
9.20378	10.57166	1.148622	32.067
10.75224	12.35021	1.148617	32.066
8.28317	9.51424	1.148623	32.067
9.86327	11.32913	1.148618	32.066
10.43748	11.98871	1.148621	32.066
7.21091	8.28265	1.148627	32.068
9.84440	11.30749	1.148621	32.067
9.84439	11.30748	1.148622	32.067
	Mittel	1.148621	32.066

Da alle früheren modernen Bestimmungen des Atomgewichtes des Schwefels Werte ergeben haben, die nahe an 32.06 liegen, so wird diese Zahl in die Tabelle aufgenommen.

Chlor. Scott und Johnson⁷⁾ machen auf einen Fehler betr. die Löslichkeit von Silberchlorid bei 0° aufmerksam, der sich in der Arbeit von Hönigschmid und Chan⁸⁾ über die Synthese des Silberchlorids findet. Er beträgt 0.002% des gewogenen AgCl.

Calcium. Hönigschmid und Kempfer⁹⁾ reinigten Calciumnitrat aus Marmor durch 10 Krystallisationen, fällten aus der Lösung das Carbonat und lösten dieses in Chlorwasserstoffsäure. Probe I. Probe II wurde aus Handelsnitrat durch 15 Krystallisationen gewonnen. Nach Umkrystallisieren des Chlorids wurde dieses im HCl-Strom entwässert, geschmolzen, im N-Strom erkalten gelassen und gewogen. Die Lösungen wurden durch Titration mit $n/_{100}$ -Lösungen von Salpetersäure und Natronlauge genau neutralisiert und dann mit Silber in der üblichen Weise zur Ermittlung der Verhältnisse CaCl₂ : 2 Ag : 2 AgCl analysiert. Die Wägungen sind für das Vakuum korrigiert.

⁷⁾ Scott u. Johnson, Journ. Amer. chem. Soc. **52**, 3586 [1930].

⁸⁾ Hönigschmid u. Chan, Ztschr. anorgan. allgem. Chem. **163**, 315 [1927].

⁹⁾ Hönigschmid u. Kempfer, Ztschr. anorgan. allgem. Chem. **195**, 1 [1931].

Probe	CaCl ₂ im Vak.	Ag im Vak.	CaCl ₂ :2Ag	At.-Gew. von Ca
I	1.84526	3.58692	0.514441	40.082
I	1.62314	3.15509	0.514451	40.084
I	1.42216	2.76444	0.514447	40.083
I	2.21933	4.31400	0.514448	40.083
I	1.03950	2.02064	0.514441	40.082
I	1.45783	2.83364	0.514472	40.088
II	2.93786	5.71052	0.514464	40.086
II	2.45368	4.76952	0.514451	40.084
II	2.11276	4.10689	0.514441	40.082
Mittel			0.514451	40.084

		AgCl im Vak.	CaCl ₂ :2AgCl	
I	1.97942	5.11225	0.387191	40.083
I	2.35393	6.07937	0.387199	40.086
I	1.67385	4.32284	0.387210	40.089
I	1.62314	4.19217	0.387183	40.082
I	1.42216	3.67297	0.387196	40.085
I	2.21933	5.73153	0.387214	40.090
II	1.03950	2.68467	0.387198	40.086
II	1.45783	3.76499	0.387206	40.088
Mittel			0.387200	40.086

Das Mittel beider Reihen: 40.085 ist etwas höher als der früher von Richards und Hönigschmid gefundene Wert 40.071. Gegenwärtig dürfte die Zahl 40.08 zu empfehlen sein.

A. V. und O. Frost¹⁰⁾ wollen eine Anreicherung eines Isotops Ca₄₁ in einem Kali-Feldspat mit 0.042% CaO festgestellt haben. Es standen nur 0.15 g CaO dieser Provenienz zur Verfügung. Aus dem Verhältnis CaCl₂:CaBr₂ wurde das Atomgewicht des Calciums in 2 Bestimmungen zu 40.23 abgeleitet. Analoge Bestimmungen mit gewöhnlichem, in derselben Weise gereinigtem Calcium ergaben den Wert 40.10.

Hönigschmid und Kempfer¹¹⁾ bearbeiteten dasselbe Problem mit einem Calcium, das v. Hevesy aus Sylvin isoliert hatte. Nach vorhergehender Reinigung betrug das aus der Analyse des Chlorids ermittelte Atomgewicht 40.22; jedoch ergab die spektrographische Prüfung die Gegenwart von Strontium, nach dessen Entfernung durch fraktionierte Fällung des Oxalats, das Atomgewicht auf 40.093 erniedrigt wurde. Dieses gereinigte Material enthielt aber immer noch einen Rest von 0.015 Atomprozent Strontium, mit dessen Berücksichtigung der Wert des Atomgewichts auf 40.091 sinkt. Da der Sylvin ein geologisch jüngerer Mineral ist als der Feldspat, so sollte Ca₄₁ in geringerer Konzentration darin enthalten sein, so daß die Frage, ob ein Calcium-Isotop Ca₄₁ in der Natur in meßbar wechselndem Betrage vorkommt, noch offen ist.

Vanadium. Scott und Johnson¹²⁾ haben die Analyse von Vanadin-oxychlorid, VOCl₃, durchgeführt. Die Darstellung geschah durch Erhitzen

¹⁰⁾ A. V. u. O. Frost, Nature **125**, 48 [1930].

¹¹⁾ Hönigschmid u. Kempfer, Ztschr. anorgan. allgem. Chem. **195**, 1 [1931].

¹²⁾ Scott u. Johnson, Journ. Amer. chem. Soc. **52**, 2638 [1930].

von gereinigtem Vanadin(III)-oxyd im Cl-Strom. Das Produkt wurde durch Vakuum-Destillation gereinigt nach Entfernung des überschüssigen Chlors mit Quecksilber und Natrium. Für die Analyse wurden den späteren Stadien der Destillation Proben in zugeschmolzenen Glaskugeln entnommen. Nach der Wägung wurden die Kugeln unter Salpetersäure oder unter Ammoniak zerbrochen. Im ersten Falle wurde das Glas mit Salpetersäure gewaschen und auf einem Filter gesammelt; im zweiten wurde nach dem Abfiltrieren der Flüssigkeit der Niederschlag in Salpetersäure gelöst und das zurückbleibende Glas gewaschen und gesammelt. Die Lösung wurde dann in der üblichen Weise mit Silber gefällt und nephelometrisch austitriert ($\text{VOCl}_3 : 3\text{Ag}$), in einigen Fällen wurde auch das Silberchlorid gewogen ($\text{VOCl}_3 : 3\text{AgCl}$).

Die folgenden Analysen sind in der Reihenfolge abnehmender Flüchtigkeit der Proben angeordnet. Die Wägungen sind für das Vakuum korrigiert.

Saure Hydrolyse						
VOCl_3 im Vak.	Ag im Vak.	$\text{VOCl}_3 : 3\text{Ag}$	At.-Gew. von V	AgCl im Vak.	$\text{VOCl}_3 : 3\text{AgCl}$	At.-Gew. von V
8.15697	15.23143	0.535535	50.950	20.23483	0.403115	50.973
8.29538	15.48986	0.535536	50.950	20.57872	0.403105	50.969
7.60527	14.20111	0.535541	50.951	18.86755	0.403087	50.961
7.01143	13.09218	0.535543	50.952			
	Mittel	0.535539	50.951		0.403102	50.968
Alkalische Hydrolyse						
7.75120	14.47384	0.535532	50.949			
7.88453	14.72386	0.535493	50.936	19.56218	0.403050	50.945
9.19783	17.17614	0.535500	50.938	22.81924	0.403073	50.955
6.69572	12.50344	0.535510	50.941			
8.04970	15.03136	0.535527	50.947	19.96976	0.403094	50.964
7.62984	14.24666	0.535553	50.955			
	Mittel	0.535519	50.945		0.403072	50.955

Es wurde festgestellt, daß der nephelometrische Endpunkt ein wenig durch die Gegenwart der Vanadinsäure beeinflusst wird, doch beträgt die hierdurch verursachte Änderung des Atomgewichts weniger als 0.005. Das Mittel aus den Bestimmungen des Verhältnisses $\text{VOCl}_3 : 3\text{Ag}$, nämlich der Wert 50.948, stimmt ziemlich scharf mit den zuletzt von McAdam und von Briscoe und Little erhaltenen Resultaten überein.

Chrom. Gonzales¹³⁾ wandte die in letzter Zeit entwickelte Methode zur Darstellung flüchtiger anorganischer Verbindungen durch fraktionierte Destillation im Vakuum auf das Chromylchlorid an. Die Verbindung wurde durch Einwirkung von konz. Schwefelsäure auf ein Gemisch von Kaliumdichromat und Natriumchlorid gewonnen und nach fraktionierter Destillation unter geringem Druck in zugeschmolzenen Glaskugeln gesammelt. Die Kugeln wurden unter Wasser zerbrochen und das Halogen mit Silber in der üblichen Weise bestimmt. Die Wägungen sind für das Vakuum korrigiert.

CrO_2Cl_2 im Vak.	Ag im Vak.	$\text{CrO}_2\text{Cl}_2 : 2\text{Ag}$	At.-Gew. von Cr	AgCl im Vak.	$\text{CrO}_2\text{Cl}_2 : 2\text{AgCl}$	At.-Gew. von Cr
9.56543	13.32143	0.718049	52.012	17.69786	0.540485	52.029
9.54415	13.29120	0.718080	52.019	17.65929	0.540460	52.022
	Mittel	0.718065	52.016		0.540473	52.026

¹³⁾ Gonzales. Anales Soc. Espanola Fisica Quim. 28. 570 [1930].

Der Wert 52.02 ist nur um 0.01 Einheiten höher als der bisher angenommene, so daß sich eine Änderung vorläufig erübrigt.

Arsen. Krepelka¹⁴⁾ veröffentlichte Einzelheiten über die Analyse von Arsenchlorid, über die schon eine vorläufige Mitteilung¹⁵⁾ vorlag. Umkrystallisiertes Arsen trioxyd wurde mit Zuckerkohle reduziert und das Metall umsublimiert; es folgte die Umwandlung des Metalls in Chlorid und wiederholte Vakuum-Destillation desselben. Die Proben wurden in evakuierten und dann zugeschmolzenen Kugeln aufgenommen. Nach der Hydrolyse in Eiswasser wurde die Analyse mit Silber in der üblichen Weise ausgeführt. In zwei Fällen wurde das abgeschiedene Silberchlorid filtriert und gewogen. Die Wägungen sind für das Vakuum reduziert.

AsCl ₃ im Vak.	Ag im Vak.	AsCl ₃ :3 Ag	At.-Gew. von As ¹⁶⁾	AgCl im Vak.	AsCl ₃ :3 AgCl	At.-Gew. von As ¹⁶⁾
3.98710	7.11681	0.560237	74.944			
4.81766	8.59961	0.560218	74.938			
6.27437	11.20020	0.560201	74.933			
2.42721	4.33242	0.560244	74.946	5.75672	0.421631	74.934
3.86442	6.89796	0.560227	74.941			
5.09819	9.10041	0.560215	74.937			
5.46890	9.76222	0.560211	74.936			
5.10039	9.10415	0.560227	74.941			
5.71146	10.19540	0.560200	74.932			
3.05992	5.46180	0.560240	74.945			
1.49994	2.67755	0.560191	74.929	3.55734	0.421646	74.941
	Mittel	0.560219	74.938		0.421638	74.938

Dieser Wert ist ein wenig niedriger als der bisher gebräuchliche 74.96 und ein wenig höher als der von Aston mit dem Massen-Spektrographen nach Korrektion für die Anwesenheit von O₁₈ gefundene 74.927. Der Wert 74.93 wird in die Tabelle aufgenommen.

Tantal. Krishnaswami¹⁷⁾ analysierte Tantalpentachlorid und -bromid. Metallisches Tantal wurde gewonnen durch Reduktion von gereinigtem Kaliumtantalfuorid mit Natrium in einer Argon-Atmosphäre. Die spektroskopische Prüfung ließ keine Verunreinigungen erkennen, doch enthielt das Metall geringe Mengen des Oxyds. Es wurde durch Einwirkung der reinen trocknen Halogene in Halogenid verwandelt, das dann einer zweifachen Vakuum-Destillation unterworfen und in zugeschmolzenen Glaskugeln aufgenommen wurde. Diese wurden gewogen und unter Ammoniak zerbrochen. Die abgeschiedene Tantalsäure wurde mit dem Glas abfiltriert, die Tantalsäure mit Oxalsäure herausgelöst und das Gewicht des Glases im gewogenen Tiegel festgestellt. Die Lösungen wurden dann mit Silber, wie üblich, analysiert und die abgeschiedenen Silberhalogenide gewogen. Die Wägungen sind auf das Vakuum reduziert.

¹⁴⁾ Krepelka, Collect. Trav. chim. Tchécoslovaquie 2, 255 [1930].

¹⁵⁾ Nature 123, 944 [1929].

¹⁶⁾ Berechnet mit Cl = 35.457. Die vom Autor angegebenen Zahlen sind mit Cl = 35.458 berechnet.

¹⁷⁾ Krishnaswami, Journ. chem. Soc. London 1930, 1277.

TaBr ₅ im Vak.	Ag im Vak.	TaBr ₅ :5 Ag	At.-Gew. von Ta	AgBr im Vak.	TaBr ₅ :5 AgBr	At.-Gew. von Ta
3.07127				4.96415	0.61869	181.36
3.72095				6.01413	0.61870	181.37
3.81890	3.54594	1.07698	181.34	6.17267	0.61868	181.35
3.59654	3.33939	1.07700	181.36	5.81303	0.61870	181.37
2.69071	2.49831	1.07701	181.37	4.34926	0.61866	181.33
2.61163	2.42488	1.07702	181.37	4.22133	0.61868	181.35
3.92094	3.64064	1.07699	181.35	6.33750	0.61869	181.36
2.04583	1.89956	1.07700	181.36	3.30681	0.61867	181.34
	Mittel	1.07700	181.36		0.61868	181.35

TaCl ₅ im Vak.	Ag im Vak.	TaCl ₅ :5 Ag	At.-Gew. von Ta	AgCl im Vak.	TaCl ₅ :5 AgCl	At.-Gew. von Ta
3.15350	4.74301	0.66488	181.35	6.30152	0.50044	181.37
2.96215	4.45549	0.66483	181.33	5.91874	0.50047	181.40
4.08061	6.13756	0.66486	181.34	8.15438	0.50042	181.36
3.21073	4.82972	0.66479	181.30	6.41613	0.50042	181.36
3.49922	5.26278	0.66490	181.36	6.99201	0.50046	181.39
	Mittel	0.66485	181.34		0.50044	181.37

Der Mittelwert 181.36 ist niedriger als der von Balke im Jahre 1910 gefundene 181.50. Die Methode von Balke, nach der das Verhältnis 2 TaCl₅:Ta₂O₅ bestimmt wurde, hat sich seitdem wegen der unsicheren Zusammensetzung der meisten Oxyde als unbrauchbar erwiesen. Der neue Wert 181.36 wird daher in die Tabelle aufgenommen.

Rhenium. Der Umstand, daß das Element Rhenium neuerdings in größeren Mengen zur Verfügung steht, hat Hönigschmid und Sachtleben¹⁸⁾ veranlaßt, eine Analyse des Silberperrhenats, AgReO₄, auszuführen. Es wurden drei Proben davon nach verschiedenen Verfahren hergestellt: 1. Kaliumperrhenat wurde umkrystallisiert und das Silbersalz aus der Lösung gefällt. Mitgefälltes Kalium wurde durch wiederholtes Fällen und Umkrystallisieren entfernt. 2. Metallisches Rhenium wurde im Sauerstoffstrome zum Heptoxyd verbrannt, aus dessen Lösung in Wasser Silberperrhenat mit Silbernitrat gefällt wurde. 3. Die dritte Probe wurde durch Lösen von Silberoxyd in Perrheniumsäure gewonnen. Das Silbersalz wurde zur Wägung in Luft mit einem Überschuß der freien Säure geschmolzen. Gewogene Mengen des Salzes wurden in Wasser gelöst und das Silber als Bromid gefällt.

Probe	AgReO ₄ im Vak.	AgBr im Vak.	AgReO ₄ :AgBr	At.-Gew. von Re
I	5.36365	2.81186	1.90751	186.34
II	7.83577	4.10795	1.90747	186.33
II	8.55829	4.48684	1.90742	186.33
II	6.34973	3.32894	1.90743	186.33
III	8.90918	4.67111	1.90729	186.30
III	6.95494	3.64684	1.90712	186.27
III	7.85704	4.11955	1.90726	186.30
		Mittel	1.90735	186.31

¹⁸⁾ Hönigschmid u. Sachtleben, Ztschr. anorgan. allgem. Chem. **191**, 309 [1930].

Diese Zahl ist um 2.4 Einheiten niedriger als der Wert, der sich aus einer vorläufigen Bestimmung ergab, die die Entdecker des Rheniums, W. und I. Noddack mittels Analyse des Disulfids früher ausgeführt hatten. Da das damals benutzte Verfahren auch in bezug auf die geringen, zur Wägung gelangenden Mengen dem hier angewandten entschieden unterlegen ist, so wird der neue Wert 186.31 in die Tabelle aufgenommen.

Thallium. Hönigschmid und Striebel¹⁹⁾ stellten Thallium(I)-bromid, TlBr, durch Fällung aus der Lösung des gereinigten Sulfats her. Das Salz wurde im Stickstoffstrom destilliert und geschmolzen in einem Quarzröhrchen zur Wägung gebracht, dann in heißem Wasser gelöst und in der Hitze mit einer nahezu äquivalenten Menge Silber gefällt. Der Endpunkt wurde nephelometrisch in üblicher Weise bestimmt.

Vorläufige Serie			
TlBr im Vak.	Ag im Vak.	TlBr:Ag	At.-Gew. von Tl
3.86281	1.46582	2.63526	204.38
3.78429	1.43583	2.63561	204.41
3.96949	1.50639	2.63510	204.36
3.94471	1.49669	2.63562	204.42
	Mittel	2.63540	204.39
Endserie			
4.01222	1.52251	2.63527	204.377
3.97142	1.50692	2.63546	204.397
3.90498	1.48170	2.63547	204.399
4.07193	1.54509	2.63540	204.391
3.68886	1.39974	2.63539	204.390
4.04739	1.53580	2.63536	204.387
	Mittel	2.63539	204.390

Dieser Wert stimmt genau mit dem von Birckenbach und Hönigschmid früher durch Analyse des Thalliumchlorids erhaltenen überein.

Blei. Baxter und Bliss²⁰⁾ bestimmten das Atomgewicht zweier Proben von RaG. Die erste war aus schwedischem Kolm, die zweite aus Uraninit von Wilberforce, Ontario, Canada isoliert worden. Die Reindarstellung geschah durch Krystallisation als Chromat, Sulfat, Nitrat und Chlorid. Nach wiederholter Sublimation wurde das Chlorid geschmolzen und gewogen. Die Chlorbestimmung mit Silber wurde in der üblichen Weise ausgeführt.

Probe	Pb im Vak.	Ag im Vak.	PbCl ₂ :2Ag	At.-Gew. von Pb
Gewöhnl. Blei	2.74332	2.12809	1.28910	207.222
	3.60741	2.79852	1.28904	207.209
	3.07537	2.38565	1.28911	207.224
	2.81471	2.18351	1.28908	207.218
		Mittel	1.28909	207.218

¹⁹⁾ Hönigschmid u. Striebel, Ztschr. anorgan. allgem. Chem. **194**, 293 [1930].

²⁰⁾ Baxter u. Bliss, Journ. Amer. chem. Soc. **52**, 4848, 4851 [1930].

Kolm	1.61294	1.25678	1.28339	205.990
	1.60407	1.24983	1.28343	205.999
	2.56499	1.99842	1.28351	206.016
	1.83748	1.43167	1.28345	206.003
	3.32075	2.58729	1.28349	206.011
	3.07451	2.39530	1.28356	206.027
			Mittel 1.28347	206.008
Uraninit	3.74779	2.91808	1.28433	206.194
	5.63102	4.38436	1.28434	206.196
			Mittel 1.28434	206.195

Das Kolm-Blei hat das niedrigste Atomgewicht von allen bisher überhaupt untersuchten Bleiprobe; es scheint fast vollständig aus dem Isotop Pb_{206} zu bestehen.

Aston²¹⁾ hat aus mikro-photometrischen Messungen der Intensitäten der Isotopen-Linien im Massen-Spektrogramm das mittlere (chemische) Atomgewicht komplexer Elemente berechnet. Die folgende Tabelle gibt die Einzel-Atomgewichte, ihre prozentische Häufigkeit, den Packungs-Anteil und die mittleren Atomgewichte, berechnet für $O = 16.000$:

	Einzel-Atomgewichte und Häufigkeit:						Packungs- Anteil	At.-Gew. für O = 16.000
Chrom	50	52	53	54				
	4.9	81.6	10.4	3.1			$-10 \cdot 10^{-4}$	52.011
Zink	64	65	66	67	68	69		
	48.0	2.5	25.9	5.3	17.1	0.85		
	70						$-9.9 \cdot 10^{-4}$	65.380
	0.38							
Molybdän	92	94	95	96	97	98		
	14.2	10.0	15.5	17.8	9.6	23.0		
	100						$-5.5 \cdot 10^{-4}$	95.97
	9.8							
Krypton	78	80	82	83	84	86		
	0.42	2.45	11.79	11.79	56.86	16.70	$-8.8 \cdot 10^{-4}$	83.77
Zinn	112	114	115	116	117	118		
	1.07	0.74	0.44	14.19	9.81	21.48		
	119	120	121	122	124		$-7.3 \cdot 10^{-4}$	118.72
	11.02	27.04	2.96	5.03	6.19			
Xenon	124	126	128	129	130	131		
	0.08	0.08	2.30	27.13	4.18	20.67		
	132	134	136				$5.3 \cdot 10^{-4}$	131.27
	26.45	10.31	8.79					
Quecksilber	196	198	199	200	201	202		
	0.10	9.89	16.45	23.77	13.67	29.27		
	204						$+0.8 \cdot 10^{-4}$	200.62
	6.85							

²¹⁾ Aston, *Proceed. Roy. Soc. London*, A **126**, 511 [1930], **130**, 302 [1931]; *Nature* **126**, 200, 348 [1930].

Die vollkommene Übereinstimmung der berechneten Atomgewichte mit den auf chemischem Wege bestimmten im Falle des Chroms, Zinks, Molybdäns, Zinns und Quecksilber beweist, daß die physikalische Methode Resultate von außerordentlich hoher Genauigkeit zu liefern vermag. Im Falle des Kryptons und Xenons weichen die berechneten und die aus der Gasdichte bestimmten Werte um eine ganze Einheit voneinander ab; es sollten demnach, wie Aston hervorhebt, neue Messungen der Dichte und der Kompressibilität der beiden Gase vorgenommen werden.
