

**Undersøgelser over, hvorvidt Hypotesen om Materiens
Enhed kan bringes i Samklang med Theorien om
Atomernes relative Vægt.**

Af

Julius Thomsen.

(Meddelt i Mødet den 14de Decbr. 1894).

Ligesom den moderne Atomtheoris Grundtanke allerede forefindes i Oldtidens filosofiske Systemer, saaledes gaar det ogsaa med Hypotesen om Materiens Enhed; men disse store Tanker formaaede ikke at virke befrugtende paa Videnskaben i de omtrent 2000 Aar, som ere forløbne fra det Tidspunkt, da de bleve udtalte, indtil det 19. Aarhundredes Begyndelse, da de atter dukkede frem under gunstige ydre Forhold. Det gik med disse Hypoteser som med saa mange af Oldtidens naturfilosofiske Anskuelse, der vare fængslende ved deres store Almindelighed, men ikke stode i en virkelig paaviselig Forbindelse med selve Fænomenerne. Først i Begyndelsen af det 19. Aarhundrede, i de store Rørelsers Tid, efterat Lavoisier for bestandig havde fastslaaet de kvantitative Undersøgelser Betydning for den rette Opfattelse af Materiens kemiske og fysiske Egenskaber, først da genfødtes Atomtheorien, d. e. Anskuelsen om, at Materien er bygget af udelelige Smaadele (Atomer), af hvis Egenskaber Legemernes Egenskaber afhænge. Det er, som bekendt, den

engelske Naturforsker Daltons store Fortjeneste at have paa-
vist Atomtheoriens Overensstemmelse med Kendsgerningerne, og
støttet den ved kvantitative Bestemmelser.

Grundlaget for Daltons Atomtheori var den paaviselige
konstante Sammensætning af de kemiske Forbindelser og de
ejendommelige simple Vægtforhold, som iagttages, naar to
Stoffer ved deres Forening kunne danne flere Forbindelser.
Vejledet af disse Kendsgerninger søgte Dalton dernæst at be-
stemme Atomernes relative Vægt, og i Aaret 1804 kunde han
meddele de første Resultater paa dette Omraade; men først i
Aaret 1808 offentliggjorde han i en større Afhandling de af
ham bestemte Atomvægte for nogle og tredive Grundstoffer.
Da Brinten er det Grundstof, hvis Atomvægt er den ringeste,
valgte han Brintens Atomvægt som Enhed og angav altsaa de
øvrige Stoffers Atomvægt i Forhold til denne; saaledes blev
Atomvægten for Brint, Kvælstof, Kulstof og Ilt henholdsvis 1, 5,
5 og 7. Tallene afvige temmelig stærkt fra de Størrelser, til hvilke
senere Undersøgelser førte; men den kvantitative Analyse af
kemiske Forbindelser, af hvis Resultater Stoffernes Atomtal blive
afledede, var i Aarhundredets Begyndelse kun lidet udviklet og
derfor temmelig unøjagtig.

Dalton angav de relative Atomvægte som hele Tal, uden
dog dermed at ville antyde, at de maatte være Multipla af
Brintens Atomvægt. Men denne Anskuelse blev i Aaret 1815
med stor Styrke gjort gældende af Englænderen Prout, og der-
med var da atter Hypotesen om Materiens Enhed vækket efter
sin to Aartusinder lange Hvile. Ifølge Prout skulde alle Atom-
vægte være Multipla af Brintens og alle Grundstoffer være
dannede ved Sammenlejring af fælles Grundatomer (rimeligvis
Brintatomer).

Hypotesen om Materiens Enhed har ført en meget vaklende
Tilværelse. Strax efter, at Prout havde kaldt den tillive i sin
nye Skikkelse, vakte den megen Opmærksomhed, og betydelige
Kemikere saa som Prouts Landsmand Th. Thomson stillede

deres Kræfter til dens Raadighed og søgte ved direkte Forsøg at vise dens Overensstemmelse med Erfaringens Resultater; men Manglerne ved samme traadte mere og mere frem; Berzelius optraadte som dens Modstander, og i Aaret 1832 overtog Turner, paa den engelske Naturforsker-Forsamlings Opfordring, det Hverv at underkaste Hypotesen en omhyggelig experimentel Prøve. Resultaterne af dette Arbejde tilligemed Berzelius's omhyggelige Undersøgelser vidnede imod Hypotesens Gyldighed, og den blev da foreløbig skrinlagt. Men næppe 10 Aar senere traadte Kemikeren Dumas i Skranken for at forsvare dens Berettigelse, og Resultaterne af hans Arbejder bleve tydede af ham som en Støtte for Hypotesen. Den belgiske Kemiker Stas, som dengang havde arbejdet sammen med Dumas og deltaget i Bestemmelsen af Kulstoffets Atomvægt, der blev fundet at være meget nær 12, var ligeledes meget stemt for at antage Hypotesens Gyldighed, og under denne Stemnings Paa-virkning begyndte han sine berømte Atomvægtbestemmelser, hvis Nøjagtighed staar uangreben; men Resultatet af hans mangeaarige Arbejde blev et uomstødeligt Bevis for, at Atomvægtene ikke have nogen fælles Enhed og at deres gensidige Forhold ikke kan udtrykkes ved hele Tal. Dermed var Dødsdommen atter fældet; men Hypotesen forsvandt dog ikke fra Dagsordenen; dertil havde den for meget tilløkkende og frembød for mange Tilknytningspunkter for en filosofisk Behandling af Naturens Fænomener.

Da det nu ikke var muligt, paa Grund af Kendsgerningernes Uomstødelighed, at hævde Hypotesen i den oprindelige Skikkelse, søgte man efter Aarsager, som muligvis kunde bevirke, at Atomernes kemiske Masse ikke ganske svarede til deres Vægt. Da Vægten fremkommer som et Produkt af Legemets Masse og Accelerationen, laa det nær at søge en Forklaring til de omtalte Afvigelser imellem de ved Forsøgene bestemte Atomvægte og de nærmeste hele Tal i en forskellig Acceleration for de forskellige Grundstoffer; men Bessels Pendulforsøg med for-

skellige Metaller og andre Stoffer havde vist, at Forskellen i Accelerationen i ethvert Tilfælde er saa ringe for de undersøgte Stoffer, at den vilde blive uden Indflydelse ved Atomvægtberegningen.

Man udtalte ogsaa — og paa denne Maade kom endog Dumas Hypotesen tilhjælp —, at selve Brintatomet er sammensat af mindre Dele (Uratomer), og at Atomvægtene derfor ikke behøve at være Multipla af Brintens, altsaa hele Tal, men meget vel kunde være Brøkdeler af Enheden; men derved tabte Hypotesen i Betydning, thi naar Brøkdelen af Enheden vælges tilstrækkelig lille, vil Forsøget ikke længere kunne konstatere de ønskede Multiplas Tilstedeværelse.

En anden Udvej var den, at antage, at der til Atomernes egentlige Masse kunde knytte sig ringe Mængde af Ætheren, som antages at fylde hele Verdensrummet og at kunne fortættes paa de materielle Atomers Overflade. Fortætningen maatte da blive stærk; thi Verdensætheren har en for almindelig Sansning aldeles forsvindende ringe Tæthed. Denne Antagelse medfører imidlertid ogsaa en Vanskelighed; thi det vilde være højst usandsynligt at antage, at den fortættede Æthers Mængde ikke skulde forandre sig ved den kemiske Reaktion, ved hvilken ulige Atomere forener sig med hinanden; men en saadan Forandring af Ætherens Mængde vilde føre til, at Vægten af en Forbindelse ikke blev lige stor med Summen af Bestanddelenes Vægt, Omhyggelige Forsøg meddelte af Kreichgauer og af Landolt, henholdsvis i Aaret 1891 og 1893, ligesom ogsaa nogle ældre Forsøg af Stas, stille det imidlertid, idet mindste for de undersøgte Reaktioneners Vedkommende, udenfor al Tvivl, at Vægten af de ved en kemisk Reaktion samvirkende Stoffer er uforanderlig ved Reaktionen, idetmindste indenfor saadanne Grændser, at en mulig Ændring vilde være uden Indflydelse ved Atomvægtbestemmelserne.

I de sidstnævnte Forsøg virke forskelligartede Forbindelser paa hinanden, og det var derfor muligt, selv om den samlede

Æther-Mængde blev konstant, at der dog fandt en Forskydning Sted af Ætherdelene fra den ene Gruppe af Atomer til den anden, hvilket Forhold da vilde faa Indflydelse paa de empiriske Atomvægtes Størrelse. Jeg har derfor undersøgt Forholdet paa en anden Maade, saaledes at den kemiske Reaktion kun foregaar imellem samme Art Atomer, hvilket er Tilfældet, naar et Grundstof gaar fra den ene allotrope Tilstand til den anden. Som bekendt viser Fosfor et Exempel paa en saadan Proces, idet det ved Opvarmning eller ved Lysets Medvirkning omdannes fra den ene Tilstand til den anden under Afgivelse af en meget betydelig Energimængde (omtrent 17000 Varmeenheder for hvert Atom). Dersom nu en Forandring af den til Stoffet knyttede potentielle Energi til Varme kunde bevirke en Forandring af Legemets Vægt, maatte det vise sig under Omdannelse af Fosfor fra den ene Tilstand til den anden. Jeg indesluttede derfor Fosfor i Glasrør, tilsmeltede Rørene for Blæselampen og bestemte Vægten af de fyldte Rør, idet et tomt men tilsmeltet Rør blev benyttet som Modvægt for at ophæve Luftens Indflydelse ved Vejningen. Rørene bleve dernæst udsatte for højere Varme eller Sollys, hvorved Omdannelsen efterhaanden foregik. Rørenes Vægt blev undersøgt i Løbet af flere Maaneder, men ingen Forandring i samme lod sig iagttage. Ved disse Forsøg er det altsaa bevist, at Tab af potentiel Energi og dens Omdannelse til Varme, saaledes som Forholdet i Reglen er ved de kemiske Processer, ikke paavirker Legemets Vægt.

Landolt betragter sine ovenomtalte Forsøg som afgørende og udtaler, «at dermed er den sidste Udvej spærret, som endnu stod aaben for Prouts Hypothese». Jeg tror, at denne Udtalelse er noget forhastet, og jeg haaber, at det ved de Undersøgelser, som jeg nedenfor skal meddele, vil lykkes mig at puste nyt Liv i den gentagne Gange dødsdømte Hypothese.

Af de hidtidige Undersøgelser følger, som omtalt, at Atomvægtene for de forskellige Grundstoffer ikke ere kommensurable Størrelser, d. v. s. de have ingen fælles Faktor, og Forholdene imellem dem, de relative Atomvægte, kunne derfor ikke udtrykkes ved hele Tal. Denne Kendsgerning kan ikke bortdisputeres, saafremt man da overhovedet har Agtelse for de Resultater, som følge af Præcisionsarbejder paa det omtalte Omraade. Efter min Anskuelse maa de relative Atomvægtes Afvigelser fra hele Tal netop være det Materiale, som omhyggelig bør granskes; thi det vil sikkert gaa her, ligesom saa ofte i Videnskabens Historie, at Studiet af tilsyneladende Anomalier fører til Resultater, som enten bestyrke ældre Anskuelser eller føre til Opdagelser af større Betydning.

Allerede to Gange tidligere¹⁾, i Aarene 1865 og 1887, har jeg benyttet Lejligheden til at udtale mig om det foreliggende Æmne, og jeg har da vist, hvorledes saa godt som alle Forhold tale til Gunst for Hypotesen om Materiens Enhed; jeg skal derfor ikke berøre denne Side af Sagen, men holde mig til den Hindring, — man kunde næsten sige den eneste alvorlige Hindring for Antagelsen af Hypotesen om Materiens Enhed — nemlig den, som ligger i de Afvigelser fra hele Tal, som ere paaviste for de relative Atomvægte.

Jeg har derfor stillet mig den Opgave at undersøge, om der er nogen Grund til at antage, at disse Afvigelser fra hele Tal maa henføres til Tilfældighedernes Gruppe, eller om de frembyde paaviselige Regelmæssigheder, som kunde lede paa Spor efter Aarsagen til deres Optræden. Men skulde en saadan Undersøgelse føre til et nogenlunde paalideligt Resultat, maatte de Atomvægtbestemmelser, som skulde danne Grundlaget for Undersøgelsen besidde en meget høj Grad af Nøjagtighed, og jeg havde saaledes intet andet Valg, end at indskrænke mig til

¹⁾ Tidsskrift for Fysik og Kemi 1865, B. 4. S. 65 og 97.

Universitetets Festskrift 1887 i Anledning af Hs. M. Kongens Fødselsdag.

foreløbig kun at benytte de af Stas gennemførte Undersøgelser Resultater, som angaa 10 af vore vigtigste Grundstoffer, og som yde enhver tænkelig Garanti med Hensyn til Nøjagtighed.

Allerede tidligere havde jeg underkastet disse Undersøgelser en kritisk Beregning for at udfinde de Atomvægte, som i størst mulig Grad tilfredsstillende de direkte Forsøgsresultater i den af Stas gennemførte Undersøgelse. Resultatet af denne Beregning har jeg i Aaret 1893 meddelt i Selskabets Oversigt¹⁾.

Forskellen imellem de af Stas og de af mig af Stas's Undersøgelser beregnede Atomvægte er vel ikke stor, men at mine Tal utvivlsomt ere de nøjagtigste, fremgaar tydeligt, som jeg allerede har vist i det nævnte Arbejde, naar man benytter de tvende Grupper af Tal til dermed at beregne, hvilke numeriske Resultater Stas maatte have opnaaet ved sine Forsøg, forsaavidt den ene eller den anden af de nævnte Talgrupper indeholdt nøjagtige Størrelser. Forskellen imellem de beregnede og de experimentelle Resultater bliver nemlig, saaledes som jeg har be-lyst det i den nævnte Afhandling, gennemsnitlig omtrent 5 Gange (1094 : 205) saa stor, naar man benytter de af Stas beregnede Atomvægte, som naar man vælger de af mig beregnede. Jeg tvivler derfor ikke om, at de af mig beregnede Tal ere de nøjagtigste, og det er selvfølgelig dem, som jeg lægger til Grund for den følgende Undersøgelse.

De af Stas's Undersøgelser følgende Atomvægte for de nævnte Stoffer fjærne sig altsaa alle mere eller mindre fra hele Tal, selvfølgelig med Undtagelse af Iltens Atomvægt, som vilkaarligt er sat til 16, og i Forhold til hvilken de øvrige ere bestemte. Afvigelsernes Størrelse fremgaar nu af nedenstaaende Tabel.

<i>Ag</i>	108	— 0,0701
<i>Cl</i>	35,5	— 0,0506 ²⁾

¹⁾ Det kgl. danske Vidensk. Selsk. Forhandlinger 1893, S. 356 ff.

²⁾ Jeg har for Klor valgt det afrundede Tal 35,5; hvorvidt der kan være Grund til at vælge 35, skal jeg nedenfor udtale mig om.

<i>Br</i>	80 — 0,0490
<i>J</i>	127 — 0,1444
<i>O</i>	16
<i>S</i>	32 + 0,0606
<i>Pb</i>	207 — 0,0958
<i>K</i>	39 + 0,1507
<i>Na</i>	23 + 0,0543
<i>Li</i>	7 + 0,0307
<i>N</i>	14 + 0,0396.

Afvigelserne ligge altsaa imellem $-0,1444$ og $+0,1507$ og ere tilfældigvis for 5 Stoffer negative og for andre 5 positive. Størrelsen af Afvigelserne er naturligvis til en vis Grad tilfældig; thi Atomvægtene ere angivne i Forhold til Iltens, naar dettes Atomvægt sættes lig 16. Vælger man en fra 16 afvigende Størrelse for Iltens Atomvægt, ville ogsaa alle de andre Atomvægte faa andre Værdier og selvfølgelig Afvigelserne fra de nærmeste hele Tal blive andre end de i Tabellen indeholdte. Det vil imidlertid være indlysende, at man ikke ved at vælge en anden Værdi for Iltens Atomvægt vil kunne bringe Atomvægtene til at blive hele Tal; forøger man Iltens Atomvægt, ville de negative Afvigelser blive mindre, de positive større, men en samtidig Forsvinden af samtlige Afvigelser vil ikke kunne indtræde.

Da der nu ikke er nogen Grund tilstede til at antage, at netop Iltens Atomvægt bør udtrykkes ved et helt Tal, eftersom Atomvægtene for samtlige andre Stoffer give brudne Tal, saa stillede jeg mig den Opgave at undersøge, om der ved en passende Ændring af Iltens Atomvægt kunde fremkomme Atomvægte for de øvrige Stoffer, hvis Afvigelser fra hele Tal kunde antages at staa i et gensidigt Afhængighedsforhold.

Sætter man Iltens Atomvægt til $16(1+q)$, maa selvfølgelig de øvrige Stoffers Atomvægte ligeledes multipliceres med $1+q$; derved forandres Afvigelsernes gensidige Forhold fuldstændigt;

thi medens Iltens Atomvægt faaer en Tilvækst af $16 \cdot q$ bliver Tilvæksten $m \cdot q$ for et Stof, hvis Atomvægt er m .

Opgaven bliver da at undersøge, om der kan paa-vises en Værdi af q , ved hvilken Atomvægtenes Afvigelse fra hele Tal frembyde kendelige Overensstemmelser.

Opgaven lader sig lettest løse ved Anvendelse af den grafiske Metode, saaledes som jeg har vist det i min Afhandling: «Relation remarquable entre les poids atomiques»¹⁾, men det var dog ikke denne Fremgangsmaade, som oprindeligt førte mig til Maalet; det var snarere en Inspiration, der bragte mig over de praktiske Vanskeligheder ved Opgavens Løsning.

Efter en Del mislykkede Forsøg henvendte jeg min Opmærksomhed paa Sølvets Atomvægt, som saa at sige danner Grundlaget for Stas's betydningsfulde Arbejder. Af 10 gensidigt uafhængige Bestemmelser følge, som jeg i min citerede Afhandling har vist, 5 ligeledes gensidigt uafhængige Værdier for Forholdet imellem Iltens og Sølvets Atomvægte, og Middeltallet af disse 5 Værdier er

$$O = 0,1482443 \text{ Ag.}$$

Sættes $O = 16$, bliver $Ag = 107,9299$ som ovenfor angivet. Vælger man nu en anden Værdi for O , vil ogsaa Værdien for Ag ændres i Forhold dertil. Sættes

$$\begin{aligned} (1 + q) O &= 16 + x \\ (1 + q) Ag &= 108 + y \end{aligned} \quad \dots \dots \dots (1)$$

erholdes
$$0,1482443 = \frac{16 + x}{108 + y} \quad \dots \dots \dots (2)$$

Da den sidste Ligning indeholder 2 ubekendte Størrelser, x og y , vil den ikke kunne løses, med mindre man antager et bestemt Forhold imellem de hypothetiske Afvigelser fra de hele Tal, og det var da naturligt at forsøge, hvorledes det vilde stille sig i det simpleste Tilfælde, naar Afvigelserne antages ligestore, altsaa $x = y$. I saa Fald bliver

¹⁾ Det kgl. Danske Vidensk. Selsk. Oversigt 1894 p. 325.

$$(1 + q)(Ag - O) = 108 - 16 = 92$$

$$\frac{108 \cdot 0,148244 - 16}{1 - 0,148244} = x.$$

Man finder da

$$1 + q = 1,000762$$

$$x = 0,0122,$$

d. v. s. naar Atomvægtene for Ilt og Sølv multipliceres med 1,000762 bliver Iltens Atomvægt 16,0122 og Sølvets 108,0122.

Jeg forsøgte da, hvorledes Resultatet vilde blive, naar alle de nævnte Atomvægte bleve multiplicerede med 1,00076, altsaa alle udtrykte i Forhold til en Atomvægt af 16,0122 for Ilt; til min store Forundring viste det sig saa, at Afvigelserne fra hele Tal for samtlige Atomvægte maatte være Multipla af omtrent 0,0120.

Da det ved dette Resultat var godtgjort, at der efter al Sandsynlighed maatte existere simple Forhold imellem Atomvægtenes Afvigelser fra de nærmeste afrundede Tal, naar man valgte en passende Værdi for Iltens Atomvægt, undersøgte jeg Forholdet nærmere ved den grafiske Metode. Resultatet af denne Undersøgelse, med Hensyn til hvis Enkeltheder jeg henviser til min ovennævnte Afhandling «Relation etc.», er nu det, at den største Overensstemmelse opnaas ved at sætte q lig 0,000756. Beregnes nemlig Atomvægtene for de nævnte Stoffer for denne Værdi af q , d. v. s. naar de i nedenstaaende Tabels anden Spalte indeholdte Atomvægte multipliceres med 1,000756, saa fremkomme de i den tredje Spalte indeholdte Tal. Den fjerde Spalte viser Afvigelsernes Størrelse, og den femte, at disse Afvigelser med meget høj Grad af Tilnærmelse ere Multipla af omtrent 0,0120.

De i femte Spalte indeholdte Faktorers Afvigelse fra 0,0120 ligger ganske indenfor Iagttagelsesfejlenes Grænse. Størst er den tilsyneladende for Sølv og Brom; men en Afvigelse af 5 Enheder i 4. Decimal udgør kun 1 : 216000, henholdsvis 1 : 160000 af Atomvægten.

	Atomvægt, naar		Afvigelseernes Størrelse.	
	$O = 16$	$O = 16.1,000756$		
<i>Ag</i>	107,9299	108,0115	108 + 0,0115	1. 0,0115
<i>Cl</i>	35,4494	35,4762	35,5 - 0,0238	- 2. 0,0119
<i>Br</i>	79,9510	80,0115	80 + 0,0115	+ 1. 0,0115
<i>J</i>	126,8556	126,9515	127 - 0,0485	- 4. 0,0121
<i>O</i>	16,0000	16,0121	16 + 0,0121	+ 1. 0,0121
<i>S</i>	32,0606	32,0848	32 + 0,0848	7. 0,0121
<i>Pb</i>	206,9042	207,0606	207 + 0,0606	5. 0,0121
<i>K</i>	39,1507	39,1803	39 + 0,1803	15. 0,0120
<i>Na</i>	23,0543	23,0717	23 + 0,0717	6. 0,0119
<i>Li</i>	7,0307	7,0360	7 + 0,0360	3. 0,0120

Den største absolute Differens findes for Svovl og udgør 1 : 40000 af dettes Atomvægt, men selv denne er saa ringe, at den, som jeg nedenfor skal vise, ligger helt indenfor Grænsen af Iagttagelsesfejlene.

Den fulde Berettigelse til at lade Atomvægtene fremtræde som hele Tal med Tillæg af et Multiplum af 0,0120 fremgaar ved en Beregning af de Resultater, som Stas vilde have fundet i sine Forsøg, saafremt Atomvægtene for de undersøgte Stoffer ere de af mig angivne. Nedenstaaende Tabel indeholder de herhen hørende Talstørrelser. De første 4 Linier indeholde de ovenfor fundne rationelle Atomvægte; de følgende indeholde Resultaterne af Stas's Undersøgelser, og nedenunder hvert af disse den Værdi, til hvilken de nye Atomvægte vilde føre.

		$O = 16,012$		
<i>Li</i> = 7,036	<i>S</i> = 32,084	<i>Cl</i> = 35,476		
<i>Na</i> = 23,072	<i>Ag</i> = 108,012	<i>Br</i> = 80,012		
<i>K</i> = 39,180	<i>Pb</i> = 207,060	<i>J</i> = 126,952		

<i>AgCl</i> : <i>Ag</i>	{ 1,328448	<i>Ag₂S</i> : <i>Ag₂</i>	{ 1,148521
	{ 1,328445		{ 1,148521
<i>AgBr</i> : <i>Ag</i>	{ 1,740810	<i>Ag₂</i> : <i>Ag₂SO₄</i>	{ 0,692033
	{ 1,740770		{ 0,692038

$AgJ : Ag$	$\left\{ \begin{array}{l} 2,175352 \\ 2,175351 \end{array} \right.$	$AgCl : AgClO_3$	$\left\{ \begin{array}{l} 0,749204 \\ 0,749191 \end{array} \right.$
$KCl : Ag$	$\left\{ \begin{array}{l} 0,691190 \\ 0,691182 \end{array} \right.$	$AgBr : AgBrO_3$	$\left\{ \begin{array}{l} 0,796500 \\ 0,796509 \end{array} \right.$
$KBr : Ag$	$\left\{ \begin{array}{l} 1,103460 \\ 1,103507 \end{array} \right.$	$AgJ : AgJO_3$	$\left\{ \begin{array}{l} 0,830259 \\ 0,830261 \end{array} \right.$
$NaCl : Ag$	$\left\{ \begin{array}{l} 0,542046 \\ 0,542051 \end{array} \right.$	$O_3 : KClO_3$	$\left\{ \begin{array}{l} 0,391510 \\ 0,391517 \end{array} \right.$
$NaBr : Ag$	$\left\{ \begin{array}{l} 0,954379 \\ 0,954375 \end{array} \right.$	$O_3 : Ag$	$\left\{ \begin{array}{l} 0,444728 \\ 0,444733 \end{array} \right.$
$LiCl : Ag$	$\left\{ \begin{array}{l} 0,393589 \\ 0,393586 \end{array} \right.$	$PbSO_4 : Pb$	$\left\{ \begin{array}{l} 1,464276 \\ 1,464271 \end{array} \right.$

Overensstemmelsen er altsaa meget betydelig; kun i 3 af disse 16 Forhold viser sig en Forskel, som gaar ud over den 6. Decimal, nemlig for Forholdene $AgBr : Ag$ og $KBr : Ag$, hvor Afvigelserne ere + 40 og - 49 Milliondele, medens den for det tredje Forhold, i hvilket Brom optraeder, nemlig $AgBr : AgBrO_3$ kun er 9 Milliondele. Denne Ejendommelighed forefindes ved alle Beregninger af Stas's Forsøg og maa hidrøre fra en ringe Unøjagtighed i Forsøgene, hvilket ogsaa Stas selv indrømmer for Forholdet $KBr : Ag$. Det tredje Forholdstal, ved hvilket Forskellen udgør 13 Milliondele, er $AgCl : AgClO_3$, men den udgør dog kun en Forskel af 1 : 56000 af Forholdstallets Størrelse; for alle de øvrige Tal er Forskellen forsvindende.

Man kan altsaa trygt anvende de ovenfor angivne og i Forhold til $O = 16,012$ beregnede Atomvægte for de nævnte 10 Grundstoffer; de give med deres af 3 Decimaler bestaaende Brøker, som ere Multipla af 0,012, samme Nøjagtighed som de tidligere opførte, der staa i Forhold til Atomvægten 16 for Ilten. Der bliver nu Spørgsmaal, om der kan paavises et lignende Forhold for andre Grundstoffers Vedkommende. Desværre er Atomvægten for de fleste Grundstoffer ikke bestemt med stor Nøjagtighed; de af forskellige Forskere bestemte Størrelser afvige ofte endog i første Decimal og kunne derfor

ikke benyttes for en saadan Undersøgelse. Kun for 3 Grundstoffer, Kvælstof, Kulstof og Jærn, ere Bestemmelserne indbyrdes saa overensstemmende, at de tillade en Anvendelse.

Undersøgelserne over disse tre Grundstoffers Atomvægte har jeg nærmere omtalt i min citerede Afhandling «Relation remarquable etc.»; Resultatet er det, at ogsaa disse Grundstoffer vise lignende Forhold som dem, jeg har paavist for de omtalte andre 10 Grundstoffer, og at deres Atomvægt kan sættes til $14 + 4a$, $12 + a$ og $56 + 5a$, naar Iltens er $16 + a$. Atomvægtene for Kvælstof, Kulstof og Jærn blive da henholdsvis 14,048, 12,012 og 56,060.

Resultatet af den hele Undersøgelse er altsaa, at for 13 Grundstoffer, for hvilke Atomvægten er bestemt med stor Nøjagtighed, fremtræder følgende Forhold imellem disse Størrelser. Sættes Iltens Atomvægt til 16,012 og betegnes 0,012 ved a , haves

	Rationelle Atomvægte.	Empiriske Atomvægte.
<i>O</i>	$16 + a = 16,012$	16,000
<i>S</i>	$32 + 7a = 32,084$	32,060
<i>C</i>	$12 + a = 12,012$	12,003
<i>N</i>	$14 + 4a = 14,048$	14,038
<i>Ag</i>	$108 + a = 108,012$	107,930
<i>Pb</i>	$207 + 5a = 207,060$	206,904
<i>Fe</i>	$56 + 5a = 56,060$	56,018
<i>K</i>	$39 + 15a = 39,180$	39,150
<i>Na</i>	$23 + 6a = 23,072$	23,055
<i>Li</i>	$7 + 3a = 7,036$	7,031
<i>Cl</i>	$35,5 - 2a = 35,476$	35,449
<i>Br</i>	$80 + a = 80,012$	79,951
<i>J</i>	$127 - 4a = 126,952$	126,856

De rationelle Atomvægte ere altsaa Summen af de nærmeste hele Tal og et Multiplum af 0,012; for Klokets Vedkommende, er dog sat 35,5. De staa alle i Forhold til en Atomvægt af 16,012 for Iltten; medens de empiriske Atomvægte fremkomme af de rationelle ved Division med 1,000756 og svare til en Atomvægt af 16,000 for Iltten; Størrelsen af disse Tal er angivet i den 3. Spalte.

Efter at der nu er paavist ejendommelige Overensstemmelser imellem de smaa Afvigelser fra hele Tal, som de forskellige Grundstoffers Atomvægte frembyde, naar de bestemmes i Forhold til *O* lig 16,012, bliver der Spørgsmaal om en sandsynlig Aarsag til dette Fænomen d. v. s. Afvigelsernes Fremtræden som Multipla af en Konstant, c. 0,0120.

Først paatrænger sig da Spørgsmaalet, om der er nogen Forbindelse imellem Afvigelsernes Størrelse og de enkelte Grundstoffers kemiske Karakter. I efterfølgende Sammenstilling ere derfor Grundstofferne ordnede efter Afvigelsernes Størrelse, og nedenunder hvert er den tilsvarende Koefficient for α angivet

<i>K</i>	<i>S</i>	<i>Na</i>	<i>Fe</i>	<i>Pb</i>	<i>N</i>	<i>Li</i>	<i>Ag</i>	<i>C</i>	<i>O</i>	<i>Br</i>	<i>Cl</i>	<i>J</i>
15	7	6	5	5	4	3	1	1	1	1	÷ 2	÷ 4

Af denne Sammenstilling fremgaar en umiskendelig Sammenhæng mellem Stoffernes Karakter og Koefficienternes Størrelse. Til venstre de stærkt elektropositive Elementer med deres høje positive Koefficient, til højre de mere elektronegative Elementer med ringe og delvis negativ Koefficient.

Dersom de negative Koefficienter for Klor og Jod ikke havde været tilstede, kunde man have antaget, at Aarsagen til det paaviste Forhold kunde ligge i en Dualisme af Materien; idet Atomvægten da kunde tænkes opstaaet som Summen af tvende Multipla, det ene af Brintens Atomvægt (eller det halve af denne), det andet af en langt mindre Størrelse nemlig 0,012.

Atomerne kunde i saa Tilfælde tænkes opstaaede ved Sammenlejrning af et vist Antal Partikler af de tvende Enheder for Materien. De negative Koefficienter frembyde imidlertid en Vanskelighed for Antagelsen af en saadan materiel Dualisme som Aarsag til det omtalte Fænomen. Selvfølgelig kunde man komme bort fra denne Vanskelighed, ved at dele Klorets Atomvægt i $35 + 0476$ og Jodets i $126 + 0952$; Afgigelsen for Klorret vilde da blive $40.0,0119$ og for Jodet $80.0,0119$; men Størrelsen af disse Koefficienter voxer da saa stærkt ud over den, som findes for de øvrige Elementer, at man maa blive betænkelig med Hensyn til Berettigelsen af denne Udvej.

Naturligere end at antage en Dualisme af Materien, vilde det være at antage, at Atomernes egentlige Masse har sit Udtryk i de hele Tal, til hvilke de empiriske Atomvægte nærme sig, og at Afgigelserne fra disse fremkomme derved, at der til Atomernes Masse er knyttet uadskillelig fra samme en Energimængde. Tænker man sig t. Eks. at denne Energi bestaar i en elektrisk Ladning i en saadan isoleret Tilstand, at den ikke forlader Atomerne, naar de forbinde sig med hinanden, saa vil altsaa et Legemes Ladning blive Summen af samtlige Atomers. Jordkloden som Helhed vil derfor ligeledes møde med en saadan elektrisk Ladning af umaadelig Størrelse, og denne vil da virke paa Atomerne, tiltrækkende eller frastødende efter Beskaffenheden og Størrelsen af Atomernes ejendommelige Ladninger. Legemets Vægt vilde da under en saadan Forudsætning blive en Sum af to Virkninger, nemlig paa den ene Side afhængig af Legemets Masse, paa den anden Side af Summen af den til Legemets Atomer knyttede elektriske Ladning; Accelerationen, som Jorden da udøver dels ved sin Masse dels ved sin elektriske Ladning, vilde da enten kunne virke i samme eller modsat Retning, alt efter Legemets elektriske Ladning. I det første Tilfælde vilde Legemets tilsyneladende Vægt blive større end den, der svarer til Legemets Masse, i det andet Tilfælde ringere. Tænke

ai os altsaa Atomerne ladede med positiv eller negativ Elektricitet, Jorden til Exempel med en Resultant af negativ Elektricitet, saa vilde førstnævnte Atomer fremtræde med en tilsyneladende større Vægt, sidstnævnte med en tilsyneladende mindre Vægt, d. v. s. for de elektropositive Grundstoffer maatte Atomvægten falde højere, for de elektronegative lavere end den Værdi, som svarer til Atomets egentlige Masse og som finder sit Udtryk i de hele Tal. Dette vilde da for saa vidt stemme med de paaviste Forhold. Men nu møder ogsaa her en væsentlig Vanskelighed; thi et Forhold, som det sidst omtalte, vilde altsaa medføre en noget forskellig Acceleration for de forskellige Grundstoffer, medens de Forsøg, som ere udførte i denne Retning ikke have paavist en saadan. Hertil maa dog bemærkes, at de hidtil udførte Forsøg næppe kunne antages for fuldt afgørende, idet der ikke er udført Forsøg med saadanne Grundstoffer, for hvilke Afvigelsen maatte blive størst i Forhold til deres Masser, f. Ex. Alkalimetallerne. Men selv om det skulde vise sig ved Forsøg, anstillede paa en for en paalidelig Besvarelse afpasset Maade, at ogsaa denne Vej til Fænomenets Forklaring bliver lukket, saa er dog det paaviste Forhold imellem Grundstoffernes Atomvægte af en saa mærkelig Beskaffenhed, at det opfordrer til en omhyggelig Undersøgelse over saavel det paaviste Forholds Almindelighed og dets sandsynligste Aarsag. Der er jo næppe nogen Tvivl om, at der maatte kunne paavises en Forbindelse imellem de omtalte Afvigelser fra hele Tal, som de rationelle Atomvægte vise, og selve Atomernes kemiske Karakter; men hertil vil der udfordres en fuld paalidelig Bestemmelse af Atomvægten for et større Antal Grundstoffer end de her omtalte tretten Stoffer, og et saadant Arbejde vil ikke kunne udføres uden i Løbet af en lang Aarrække, naar Nøjagtigheden af dens Resultater skal kunne maale sig med de af Stas udførte Bestemmelser. Saalænge et saadant Arbejde ikke er udført, kan man kun antage det som højst sandsynligt,

at vore Grundstoffers saakaldte Atomer ere opstaaede ved Forening af Partikler af en for dem alle fælles Grundmaterie; men at der til Atomernes Masse tillige knytter sig noget ukendt, en Energimængde eller noget materielt, som udøver en Indflydelse med Hensyn til Atomernes kemiske Karakter og paa deres tilsyneladende Vægtforhold, saaledes, at de empiriske Atomvægte ikke blive et exakt Udtryk for Atomernes virkelige Masser.
