Zeitschrift: Bollettino della Società ticinese di scienze naturali
Herausgeber: Società ticinese di scienze naturali
Band: 19 (1924)

Artikel: Del principio di Avogadro
Autor: Alliata, Giulio
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1002853

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 06.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

GIULIO ALLIATA

Del Principio di Avogadro

a) **sua influenza sullo sviluppo scientifico.**
b) **osservazioni su tale sviluppo.**
c) **osservazioni sul principio di Avogadro.**

ad a). Non è soltanto interessante, ma necessario riandare di quando in quando la storia della scienza, esaminare cioè le difficoltà caratteristiche di ogni epoca, le soluzioni adottate per superare queste difficoltà, l'influenza che queste soluzioni hanno esercitato sull'ulteriore sviluppo ecc. Particolarmente interessante a questo riguardo è il principio di Avogadro, inquanto, concernendo la struttura fondamentale degli atomi, sta alle basi di tutto quanto il poderoso edificio scientifico moderno; particolarmente interessante perchè ci riporta ai primi tempi della chimica, quando essa, uscendo faticosamente dal pelago alchimista per opera di Lavoisier, Dalton, Gay-Lussac ed altri, tentava i primi passi verso quella trattazione severa e profonda che ha portato così larga messe di frutti.

Avogadro aveva studiato particolarmente la fisica dei Gas ed era rimasto colpito dal fatto che i diversi gas da lui esaminati si comportavano tutti in egual modo. Ciò lo portò logicamente a concludere che la natura dell'atomo non aveva alcuna influenza sulle caratteristiche fondamentali dei gas, segnatamente dunque nessuna influenza sulla distanza degli atomi fra di loro, e proclamò il principio che (in eguali condizioni di temperatura e pressione) tutti i gas contenevano egual numero di atomi, rispettivamente di molecole pei gas composti. Questo principio permetteva di stabilire facilmente il peso atomico dei diversi gas per rispetto all'idrogeno, inquanto non occorreva che pesare i diversi gas e confrontarne i pesi. Così p. e. 1 grammo di H occupa lo stesso volume di 35,5 grammi di Cl, dunque se l'ipotesi di Avogadro è esatta l'atomo di cloro deve pe-

sare 35,5 volte più dell'atomo di idrogeno; e siccome si sa che un atomo di Cl entra in combinazione con 1 atomo di H ne devono risultare — sempre se l'ipotesi di Avogadro è esatta — gr. 36,5 di H Cl: e ciò essendo precisamente il caso, resta confermata appieno l'esattezza dell'ipotesi.... Appieno sì per rispetto al peso, non però per rispetto al volume...; inquanto è evidente che anche il volume del gas HCl risultante doveva essere esattamente lo stesso del gas H (o del gas Cl) dovendo 1 litro di H (o di Cl) contenere egual numero di corpuscoli che 1 litro di HCl. Invece il volume risultava esattamente doppio! Analogamente si comportano altri gas. Avogadro non si lasciò scoraggiare, anzi la semplicità dei rapporti constatati lo confermò nella certezza di essere sulla buona via. E formulò l'*ipotesi sussidiaria* che gli atomi, anzichè di essere corpuscoli indivisibili, fossero costituiti da due parti, due mezzi atomi dunque, normalmente uniti fra di loro, ma che al momento di entrare in combinazione con altri atomi si separavano. Infatti questa ipotesi concilia, come si può vedere, completamente il suo principio con l'esperienza. Ciononostante durò molto prima che Avogadro potesse ottenere il consenso generale alla sua teoria, non potendosi comprendere la ragione di questa natura bicorpuscolare dell'atomo, e la teoria ebbe a sopportare, anche in seguito, durissime prove, non potendo in molti casi interpretare l'esperienza. Si finì poi coll'ammettere che non tutte le sostanze hanno atomi composti di due parti (atomi monocorpusçolari).

Verso la metà del secolo scorso Clausius, forte del principio di Avogadro, creò la teoria cinetica dei gas. La equazione del cammino medio percorso dagli atomi contiene il numero di atomi (nell'unità di volume) ed il loro diametro (si ammetteva per gli atomi la forma sferica). Il cammino medio venne poi dedotto dalle osservazioni sulla propagazione del calore nei gas; comunque le equazioni di Clausius non potevano venir utilizzate essendo due incognite (il diametro ed il numero degli atomi) naturalmente troppe per risolvere un'equazione. A questo punto interviene Loschmidt, il quale, servendosi dell'ipotesi che nei liquidi

e nei solidi gli atomi riempiono praticamente tutto il volume del corpo, scrive con facilità un'equazione pel diametro degli atomi essendo il volume del corpo eguale al volume di un atomo il numero degli atomi. Combinando le equazioni di Clausius con la sua, Loschmidt può scrivere il diametro degli atomi a dipendenza di pochi fattori noti.

I fenomeni radioattivi sopravvenuti in seguito, mettono però a dura prova gli atomi calcolati da Loschmidt sulle basi di Avogadro - Clausius. Come mai potevano i raggi α (He) passare pressochè senza dispersione attraverso lamine di metallo? Rutherford tagliò il nodo con la massima disinvoltura, affermando che gli atomi sono vuoti. E proclamò l'atomo costituito da un piccolissimo nucleo di elettricità positiva intorno al quale circolano a distanza relativamente grande pochi e piccolissimi elettroni negativi: si comprende facilmente come attraverso questi atomi praticamente vuoti possano passare altri atomi, similmente costituiti, con un numero relativamente lieve di collisioni. Il rudimentale atomo di Rutherford fu poi perfezionato dal Bohr, al quale, per questa sua fatica, venne recentemente conferito il premio Nobel, ed è oggi generalmente ammesso. (Ci riserviamo di dimostrare in altra occasione l'incompatibilità di questo atomo con certi fenomeni).

Si è cercata naturalmente anche la posizione *stabile* di equilibrio dei due mezzi atomi di Avogadro; questa posizione, se i mezzi atomi esistono effettivamente, deve esistere, ma la meccanica e la matematica odierna, non han potuto definirla: lo stato d'equilibrio risultante è *labile* — ciò è ammesso dai fautori di questo tipo di atomo — e benchè questa constatazione debba essere non poco sconcertante per il teorico, tuttavia dopo che, come detto, furono faticosamente superate le difficoltà che avevan minacciato l'esistenza delle ipotesi di Avogadro, queste sì son consolidate al segno che nessuno, a cagione di questo equilibrio labile, pensa di rinunciarvi. Esse han fronteggiato una critica più che secolare, e stanno ormai inamovibili alle basi della scienza, pel semplice fatto che la scienza, in caso di rinuncia, cadrebbe nelle difficoltà in cui essa si dibatteva un

tempo, ciò che sarebbe effettivamente più sconcertante ancora. Ed il principio di Avogadro appare oggi intangibile quanto forse soltanto il sistema copernicano.

ad b) La scoperta degli atomi isotopi per opera di Aston e la frantumazione parziale degli atomi (il prodotto di frantumazione è idrogeno) per opera di Rutherford, mediante il bombardamento con raggi α, hanno rimessa in onore la vecchia concezione di Prout (caduta a suo tempo precisamente in disgrazia per ignoranza dell'isotopia), secondo la quale tutti gli atomi sono costituiti da atomi di H (non disposti alla rinfusa, ma coordinati in gruppi, ciò che è pure dimostrato direttamente dai fenomeni radioattivi).

Consideriamo ora 1 litro di H ed un litro di Pt ambedue allo stato liquido. Se gli atomi, come afferma Loschmidt, riempiono all'incirca tutto il volume le due sostanze dovrebbero naturalmente avere all'incirca peso uguale. Invece i pesi si rapportano all'incirca come 1 : 300 il che vuol dire che la densità della materia nell'idrogeno è 300 volte minore che nel platino, mentre a giudicare dai nostri sensi — e così ha giudicato Loschmidt — si direbbe che gli atomi quasi si toccano. I nostri sensi ci ingannano dunque a questo riguardo totalmente. Anche più caratteristico è il confronto p. e. fra platino ed acciaio e meglio ancora fra platino e diamante. Il durissimo diamante non contiene che 1/10 circa della materia contenuta nello stesso volume di platino fuso! Da quanto esposto emerge che il fatto dell'essere un corpo liquido o solido *non può assolutamente autorizzarci a formulare ipotesi sulla distanza degli atomi fra di loro, rispettivamente sul volume reale totale degli atomi* per rispetto al volume di esso corpo. E siccome dobbiamo ritenere che anche nel Pt fuso la distanza fra gl atomi sarà con tutta certezza assai grande, così vediamo che lo spazio occupato dalla materia nell'idrogeno liquido anzichè di 1/300 del volume potrebbe essere 1/10000, 1/100000 *od anche molto meno* e per conseguenza il volume dell'atomo 10000, 100000 volte più piccolo che non in base ai calcoli di Loschmidt.

Diverse altre considerazioni, forse anche più interessanti delle presenti, ma che omettiamo perchè ci porterebbero un po' troppo lontani, conducono pure alla necessità di dover ammettere atomi molto ma molto più piccoli di quelli di Loschmidt.

Riconosciamo qui che non c'è più nessuna necessità di ricorrere all'ipotesi di Rutherdorf, all'atomo di natura elettrica, per togliere il conflitto suaccennato.

Del resto, dimostrata la fondatezza dell'ipotesi di Prout sulla costituzione della materia, i diametri calcolati col metodo Loschmidt diventano senz'altro assurdi. Vediamone qualcuno: $H = 2 \times 10^{-8}$ cm; $Hg = 2{,}8 \times 10^{-8}$; $Cl = 4 \times 10^{-8}$; $He = 1{,}7 \times 10^{-8}$; Ora come è mai possibile che He, *4 volte più pesante di H*, abbia diametro inferiore a H?! Che Hg, assai più pesante di Cl, abbia diametro inferiore a Cl?! Che H abbia diametro di poco inferiore ad Hg?! E così via, tutto un complesso assurdo. Segno evidente che il metodo Loschmidt è totalmente errato, ciò che abbiam or ora dimostrato. Eppure, per quanto ci consta, nessuno ancora si è accorto di questa situazione insostenibile. (Questa deficienza di critica non deve stupire molto, inquanto per la vastità e specializzazione dei diversi rami, gli scienziati perdono sovente di vista il collegamento fra i medesimi. Un caso analogo, anche più tipico, lo troviamo a proposito della Relatività di Einstein. E' noto che specialmente gli astronomi si sono entusiasmati per questa teoria perchè Einstein aveva calcolato con approssimazione rimarchevole la deviazione dei raggi solari vicini al sole. Gli astronomi — e non essi soltanto — ritengono naturalmente che la formola di cui si serve Einstein per questo calcolo sia dedotta dalla sua teoria. Baie! Questa formola — val bene la pena di riprodurla — dice che la deviazione $d = \frac{4\,K\,M}{c^2 R}$, in cui K è la costante gravitazionale, M la massa del sole, c la velocità della luce ed R il raggio del disco solare, *tutte grandezze classiche insomma, che non hanno nulla a che fare colla relatività del tempo e dello spazio come è intesa da Einstein*, per cui questa formola, per

esatta che essa sia, non può venir per nessun conto addotta a sostegno delle sue teorie. E spesso avvengono dei malintesi formidabili; così p. e. il Prof. Francesco Porro nell'esporre in « Il Secolo XX » dell'aprile scorso la teoria di Einstein confonde la relatività di Einstein, con quella che tutti conoscono ed ammettono, che cioè i concetti di piccolo e di grande, di lungo e di corto non sono che relativi !).

ad c) Abbiamo detto che non si potè definire la posizione d'equilibrio dei due mezzi atomi di Bohr. Ciò vale anche per l'atomo bicorpuscolare di Avogadro. Tale impotenza della scienza è intanto assai più grave di quanto possa, a prima vista, sembrare. Cosa strana poi, un buon numero di sostanze avrebbero atomi monocorpuscolari. Più strana ancora è poi la constatazione che, mentre la teoria cinetica dei gas dimostra che questi atomi monocorpuscosono *assolutamente* privi di energia interna, questi atomi possiedono tutti spettri assai più ricchi degli atomi bicorpuscolari, i quali, in base alla teoria cinetica, possiedono una ben definita energia interna.

Ora il moto degli atomi nei gas, in base alla teoria cinetica, è *rettilineo*, epperò come tale non può entrare in linea di conto per la produzione dello spettro. E mentre la energia interna, assegnata agli atomi bicorpuscolari, ci permette di comprendere in massima l'esistenza di questi spettri dovuti al moto dei due mezzi atomi nel legame atomico, è assolutamente impossibile spiegare l'esistenza di spettri assai più ricchi laddove mancano totalmente moti interni, cioè negli atomi monocorpuscolari. Analogo controsenso è il fatto che i gas monocorpuscolari hanno una temperatura di liquefazione più bassa dei bicorpuscolari, mentre logicamente dovrebbe essere il contrario. Queste constatazioni sono più che sufficienti per farci dubitare della fondatezza della teoria cinetica e delle sue basi il principio di Avogadro. E vogliamo accingerci ad esaminare da capo, senza preconcetti, la situazione.

Avogadro ha supposto che tutti i gas contengono egual numero di atomi, rispettivamente di molecole, elevando con

ciò a principio fondamentale e generale quanto egli aveva riconosciuto vero per alcuni gas (H, O, N,). Questa estensione di principio è intanto, come si vede, arbitraria e per la grande differenza che deve esistere fra atomo e molecola (si pensi solo alla facilità con la quale le molecole si compongono e si scompongono, di fronte alla grandissima — benchè, come visto, ormai non più assoluta — stabilità dell'atomo) ci sarebbe invero da meravigliarsi se molecole ed atomi si comportassero in modo assolutamente uguale.

Nella nostra analisi partiremo da un punto completamente diverso e precisamente dal calore specifico dei gas. Notoriamente il calore specifico dei gas è inversamente proporzionale alla massa atomica (peso atomico), per cui il prodotto calore specifico x massa è una nota costante; chiamando K questa costante ed m la massa atomica, il calore specifico è espresso da $\frac{K.}{m}$ Questo fatto è straordinariamente interessante e ci dice che gli atomi hanno una « capacità di moto » (perchè il calore specifico è moto atomico) inversamente proporzionale alla loro massa. In luogo di parlar di atomi vogliam parlare ora più genericamente di corpuscoli, comprendendovi in tal definizione anche le molecole. E dobbiam fare l'interessantissima constatazione che il calore specifico dei corpuscoli, *quando trattasi di molecole formate da due atomi è doppio* $\left(\frac{2K}{m}\right)$ — salvo qualche eccezione — di quanto trattasi di atomi. In altri termini, il calore specifico della molecola è eguale alla somma del calore specifico dei singoli atomi; ne consegue che il volume della combinazione deve essere eguale alla somma dei volumi delle due sostanze *prima* della combinazione, la qual cosa è *appunto conforme all'esperienza. Con ciò abbiam già fatto a meno dell'ipotesi sussidiaria di Avogadro.* Ma essendo nella combinazione gli atomi uniti due a due, la combinazione contiene soltanto *metà numero di corpuscoli-*molecole. Vediamo qui che l'estensione del principio fondamentale (fatta arbitrariamente da Avogadro) alle molecole si dimostra errata, epperò la teoria cinetica non può intanto estendersi alle molecole, ma deve restar limitata agli atomi.

(Si da qualche rarissimo caso, p. e. la combinazione di C con N in cui il volume della combinazione è soltanto la metà della somma dei due volumi (1 + 1 = 1); ciò significa che in questa molecola i due atomi si comportano come se fossero intimamente congiunti, come se formassero *un sol corpuscolo* ed il calore specifico di queste sostanze deve soddisfare alla formola K/m).

Nell'ambito degli atomi poi possiamo fare altre interessantissime constatazioni: Abbiam visto che possiam fare a meno dell'ipotesi sussidiaria di Avogadro. Pertanto nella formola K/m m per l'idrogeno è = 1 (e non più = 2). Ci sono ora dei gas i cui atomi hanno un calore specifico superiore al valore loro spettante in base a detta formola; questo significa che gli atomi di tali corpi hanno maggior « capacità di moto » degli altri, epperò dobbiamo attenderci da questi atomi spettri più ricchi e temperature di liquefazione più basse, ciò che l'esperienza conferma. A dipendenza di questa maggior capacità di moto dobbiam attenderci naturalmente anche un minor contenuto di atomi, ciò che la esperienza pure conferma; infatti il peso specifico di questi gas, p. e. dell'elio, è *soltanto* doppio di quello dell'idrogeno, mentre, stando ai pesi atomici (4 : 1) dovrebbe essere *quadruplo*. Vediamo pertanto che il principio di Avogadro *non è neppur più valido per tutti gli atomi! Perchè le sostanze monocorpuscolari della teoria classica contengono soltanto metà numero di atomi* (per rapporto alle bicorpuscolari).

Altra interessante constatazione: per l' He è ormai stabilita la forma tetraedrica. Questa forma comporta una grande resistenza meccanica dell'atomo ed infatti abbiam visto che esso vien impiegato per il bombardamento atomico; essa forma è, d'altra parte, tutt'affatto spontanea. (L' A. poi, nella trattazione da lui data del campo elettromagnetico su nuove basi razionali, partendo dalle deviazioni di raggi H e He nel campo, ha potuto dimostrare direttamente la forma tetraedrica dell'atomo He, ciò che pure dimostra errato il modello dell'elio in base alla teoria di Bohr). Questa forma tetraedrica è poi anche particolarmente favorevole per l'assorbimento di energia rotativa (dall'etere).

Ed ecco che comprendiamo senz'altro come l' He abbia calore specifico superiore al normale (chiamando normale quello di H, O, N,), spettro ricco e bassa temperatura di liquefazione. Possiamo da ciò fare l'interessante deduzione che tutti i gas (atomi) aventi calore specifico notevolmente superiore al normale e ricco spettro devono avere costituzione similare alla tetraedrica, mentre atomi aventi calore specifico vicino al normale devono avere costituzione piuttosto sferica. Queste importanti deduzioni confermano alla loro volta la natura (corpuscolare) unica della materia.

Altra brillante dimostrazione della fondatezza della nuova teoria: La differenza fra i calori specifici a pressione costante (Cp) ed a volume costante (Cv) rappresenta il così detto lavoro di espansione (o compressione) ed è per tutti i gas eguale (0,4, cioè 1,4 — 1) indipendentemente dal loro peso atomico. Il rapporto Cp/Cv è pertanto, per sostanze aventi calore specifico normale = 1,4. Sia ora un gas di calore specifico normale (K/m), ma contenente soltanto metà numero di atomi, avente dunque soltanto metà peso (specifico). Questi atomi dovendo sviluppare il lavoro *fisso* di compressione ed essendo soltanto in metà numero devono fornire ciascuno doppio lavoro, epperò un tal gas deve avere necessariamente un calore specifico Cp più elevato e precisamente la differenza fra i calori specifici Cp — Cv deve essere doppia, ossia 0,8, il che significa che tale gas dovrà avere Cp e Cp/Cv = 1,8 anzichè 1,4. Se il calore specifico di questo gas invece di essere, come supposto, normale, fosse p. e. del 25 % superiore al normale la differenza fra i calori specifici anzichè 0,8 dovrebbe essere soltanto di 0,8/1,25 ossia 1,64 e così pure Cp/Cv. Ora i gas così detti monocorpuscolari hanno precisamente queste caratteristiche!

Ancora; si può constatare (tralasciamo dettagli per brevità), coll'aumentare del peso atomico, una tendenza generale nel senso di un aumento del peso specifico dei gas, (s'intende naturalmente un aumento oltre il peso che si dovrebbe avere in base al peso atomico), il che significa che gli atomi coll'aumentar di peso (atomico) diventano sempre

più indifferenti alle vibrazioni caloriche. (Questa indifferenza — minor calore specifico — si constata già passando dallo stato solido o liquido a quello gassoso). Questa constatazione, per quanto pure nuova, non ha nulla di straordinario, inquanto già piccolissimi corpuscoli non seguono più, nel loro *assieme* ben s'intende, la vibrazione calorica. Pertanto il principio di Avogadro non ha più validità che per un ristretto numero di corpi (H, N, O, ecc.); ma anche qui misure esattissime, relativamente recenti, hanno mostrato che il rapporto fra i pesi atomici non è che molto approssimativamente eguale al rapporto fra i pesi specifici, il che completa la detronizzazione del principio di Avogadro. - Sì, la natura è assai più ricca e svariata, si ribella ai vincoli, alle imposizioni della scienza d'ieri, che volle costringere gli atomi i più diversi, le più svariate molecole ad una medesima uniforme e monotona vita. E le dimensioni degli atomi ci sfuggono ancora e *completamente;* tutto il lavoro febbrile di un decennio alla costituzione degli atomi di Bohr è perduto!

La presente esposizione non rivoluziona soltanto le basi della chimica in particolare e della costituzione atomica in generale; essa è assai più fondamentale, inquanto ci fornisce la prova quasi palmare dell'esistenza dell'etere!

Che la teoria cinetica sia incompatibile con il calore specifico anormale delle sostanze monocorpuscolari della concezione classica lo abbiamo già detto. Ma questa teoria si dimostra incompatibile anche nei riguardi del fenomeno di « pressione ».

Nella teoria cinetica dei gas la pressione da essi esercitata sulle pareti è dovuta all'urto degli atomi contro le pareti ed è proporzionale a mc^2, in cui m è la massa, c la velocità media degli atomi e questo prodotto è una costante per tutti i gas. Abbiamo visto che nella combinazione di due atomi formanti una molecola la massa del corpuscolo aumenta e perciò il quadrato della velocità deve proporzionalmente diminuire. Ora invariata essendo la massa totale che agisce sulle pareti, mentre la sua velocità ne è (per il fatto della combinazione) diminuita, la pressione eser-

citata dalla combinazione sulle pareti deve essere *minore*, mentre in realtà essa si mantiene invariata. Questa constatazione ci dimostra errato il concetto classico secondo cui la pressione sulle pareti è dovuta all'urto delle molecole; essa ci dice invece che l'energia interna della molecola partecipa alla formazione della pressione, per cui la pressione appare in luce affatto nuova, appare come un'azione delle vibrazioni generate dalla molecola nell'etere, un'azione diretta dell'etere — pressione eterica — (come la gravitazione e del resto tutti i fenomeni).