

Lezioni di Etica 4

il legame

di : venises

Pubblicato il : Wed 9 April 2008 9:30

Einstein e Avogadro

Sapete chi ha calcolato esattamente il numero di Avogadro¹?

Albert Einstein.

Veramente lo ha fatto senza davvero volerlo, soltanto perché il suo valore gli occorreva per risolvere un altro problema, il moto browniano – problema del quale, a sua volta, non gli importava granché. Perché allora Einstein s'interessa al moto browniano? Facciamocelo spiegare da lui stesso: “la motivazione della mia ricerca era trovare fatti che rivelassero inequivocabilmente l'esistenza delle molecole”.

A quell'epoca l'esistenza di atomi e molecole non era dimostrata² (pensate che il modello dell'atomo di Rutherford è del 1910) eppure l'ipotesi della loro esistenza era indispensabile a spiegare un numero crescente di fenomeni. Albert non tollera una tale situazione, considera indecente l'idea della molecola come modello descrittivo di comodo. Se le molecole descrivono la realtà, allora vuol dire che sono reali e se esistono davvero ci dovrà pur essere un qualche fenomeno che ci consenta di dimostrarne l'esistenza. Cerca questo fenomeno, lo trova: è il moto browniano (Einstein all'epoca non sa quasi nulla delle ricerche sul moto browniano). È nel mezzo di questa epica lotta per la vita e per la morte (delle molecole) che il numero di Avogadro trova la propria identità³.

Come sempre con Einstein, l'apertura dell'articolo espone immediatamente il 'tema': “In questo lavoro mostreremo che secondo la teoria cinetico-molecolare del calore, corpi microscopici di dimensioni visibili sospesi in un liquido si muoveranno in modo da essere facilmente osservati al microscopio. È possibile che i movimenti qui descritti siano identici al cosiddetto 'moto browniano'; tuttavia l'informazione a me disponibile concernente quest'ultimo è talmente inaccurata che non sono in condizione di formarmene opinione alcuna”.

Crede per davvero in ciò in cui si crede; assumerne le conseguenze; andare fino in fondo; rigore e onestà assoluti; rifiuto della faziosità: questa la ricetta di una grande scoperta scientifica.

NOTE

¹ il fisico italiano Amedeo Avogadro stabilì nel 1811 che un contenitore di volume dato a pressione e temperatura date contiene sempre lo stesso identico numero di molecole di gas, indipendentemente dal tipo di gas – il suo numero: mancava solo di calcolarlo. È risaputo che la definizione del numero d'Avogadro è un incubo per qualsiasi studente liceale. Eppure l'idea è davvero semplice: la pressione sulle pareti della scatola non dipende dalla natura delle particelle; a contare sono solo la velocità delle molecole e quanto spesso queste colpiscono le pareti. La velocità dipende dalla temperatura e quanto spesso dipende da quante sono. Quindi se T, p, V sono gli stessi, allora anche il numero di particelle deve essere lo stesso.

² all'epoca il calcolo delle dimensioni di una molecola era una lotteria. Sapete chi per primo misurò le

dimensioni di una molecola, quella dell'acqua? Un certo Thomas Young (quello stesso che dimostrò la natura ondulatoria della luce col famoso esperimento delle due fessure) grazie ad un ingegnossissimo esperimento che implicava la misura della tensione superficiale dell'acqua. Ma se ci mettiamo a raccontare quest'altra storia, questa diventa una lezione di storia della fisica – e mica si può, dobbiamo parlare di etica!

³ visto che state seguendo questa lezione di etica dovete certamente avere una buona preparazione matematica e quindi vi ricorderete che per trovare il valore di due incognite servono due equazioni. Ecco, Einstein si trova fra i piedi il numero d'Avogadro come seconda (e indesiderata) incognita. Cerca e trova una seconda equazione per poter risolvere il sistema: il numero di Avogadro è il prodotto collaterale di questo esercizio. Come dire: gli è capitato fra i piedi e lo ha determinato, tanto per liberarsene (stava lì in mezzo da quasi un secolo).

* * * *

Einstein et Avogadro

Savez-vous qui a calculé exactement le numéro d'Avogadro¹?

Albert Einstein.

En réalité il l'a fait sans vraiment le vouloir, seulement parce que sa valeur était nécessaire pour résoudre un autre problème, le mouvement brownien – problème qui, à son tour, ne l'intéressait pas beaucoup. Pourquoi alors Einstein s'intéresse au mouvement brownien? Laissons-lui nous l'expliquer: "la motivation de ma recherche était de trouver des faits qu'ils révélassent sans équivoque l'existence des molécules".

À cette époque l'existence d'atomes et molécules n'était pas démontrée² (pensez que le modèle de l'atome de Rutherford date de 1910) pourtant l'hypothèse de leur existence était indispensable à expliquer un nombre croissant de phénomènes. Albert ne tolère pas de telle situation, il considère indécent l'idée de la molécule comme modèle descriptif de confort. Si les molécules décrivent la réalité, alors il veut dire qu'elles sont réelles et si elles existent il y aura bien un quelque phénomène qu'il nous permette d'en démontrer l'existence. Il cherche ce phénomène, et il le trouve: c'est le mouvement brownien (Einstein à l'époque ne sait presque rien des recherches sur le mouvement brownien). C'est en plein milieu de cette lutte épique pour la vie et pour la mort (des molécules) que le nombre d'Avogadro trouve sa propre identité³.

Comme toujours avec Einstein, l'ouverture de l'article expose immédiatement le 'thème': "Dans ce travail nous montrerons que selon la théorie cinétique-moléculaire de la chaleur, des corps microscopiques de dimensions visibles suspendus dans un liquide se remueront de façon à être aisément observés au microscope. Il est possible que les mouvements ici décrits soient identiques à ce qui est appelé 'mouvement brownien'; cependant les informations à ma disposition concernant ce dernier sont tellement imprécises que je ne suis pas en condition de m'en former une opinion quelconque."

Croire véritablement en ce auquel on croit; en assumer les conséquences; aller jusqu'au bout; rigueur et honnêteté absolus; refus du sectarisme: voilà la recette d'une grande découverte scientifique.

NOTES

¹ Le physicien italien Amedeo Avogadro établit en 1811 qu'un récipient ayant un volume donné à pression et température déterminées contient toujours le même nombre de molécules de gaz, indépendamment du type de gaz – son nombre: il manquait seulement de le calculer. Il est bien connu que la définition du nombre d'Avogadro est un cauchemar pour n'importe quel lycéen.

Pourtant l'idée est vraiment simple: la pression sur les murs de la boîte ne dépend pas de la nature des particules; le seul élément qui compte est la vitesse des molécules et la fréquence à laquelle celles-ci frappent les murs. La vitesse dépend de la température et la fréquence dépend de leur nombre. Donc, si T , p , V sont les mêmes, alors aussi le nombre de molécules doit être le même.

² à l'époque le calcul des dimensions d'une molécule était une loterie. Savez-vous qui pour le premier mesura les dimensions d'une molécule, celle de l'eau? Un certain Thomas Young (le même qui montra la nature ondulatoire de la lumière avec la célèbre expérience des deux fentes) grâce à une ingénieuse expérience qui impliquait la mesure de la tension superficielle de l'eau. Mais si nous nous mettons à raconter cette autre histoire, ça devient une leçon d'histoire de la physique – et l'on ne peut pas du tout, nous devons parler d'éthique!

³ vu que vous êtes en train de suivre cette leçon d'éthique vous devez certainement avoir une bonne préparation mathématique et vous vous rappellerez donc que pour trouver la valeur de deux inconnues il faut deux équations. Einstein se retrouve avec le nombre d'Avogadro comme deuxième et pas désirée inconnue. Il cherche et trouve une seconde équation pour pouvoir résoudre le système: le nombre d'Avogadro est le produit incident de cet exercice. Comme dire: il lui est arrivé à ses pieds et il l'a déterminé, juste pour s'en débarrasser (il était là depuis presque un siècle).