

## Atomi e Molecole

*È difficile credere agli Atomi, non solo perché non si possono vedere, ma perché questo implica che non vi sia assolutamente nulla nello spazio tra essi.*

V sec a.C.	Democrito di Abdera, 460 a.C.-370 a.C.	ipotizzava l'esistenza di una particella indivisibile che ancora oggi ne porta il nome (dal greco: a = negazione e tomê = divisione), basandosi sul puro ragionamento filosofico: "se la materia si potesse dividere all'infinito essa non esisterebbe più"! Dunque, deve esistere una particella indivisibile che sta alla base della materia. Secondo il fondatore della teoria atomista, gli atomi si differenziano fra loro solo per forma e per grandezza, si muovono nel vuoto con un volteggiare caotico in tutte le direzioni, ma sono di materia piena. Egli sostiene inoltre che se noi percepiamo la realtà in modo differente, questa diversità tra le cose è data dai flussi di atomi che si muovono vorticosamente nell'atmosfera e "colpiscono" i nostri organi sensoriali. Per postulare l'idea di "vuoto" Democrito deve ammettere l'esistenza di due principi: "l'essere" e il "non essere", questo paradosso, "detto delle due totalità", sarà affrontato in seguito sia da Platone che da Hegel. Democrito avanza inoltre l'ipotesi che l'anima sia costituita di atomi, più sottili e lisci, di natura "igneo", che penetrano i corpi viventi dandogli vita e in essi vengono mantenuti grazie alla respirazione. Inoltre questi sono considerati "divini", in quanto capaci di rendere pensante l'uomo; anche il problema della "conoscenza" viene risolto dal filosofo teorizzando il contatto tra gli atomi al di fuori dell'uomo che, entrando in contatto con quelli simili all'interno dell'uomo, gli consentono di conoscere la realtà ("opinione il dolce, opinione l'amaro, opinione il caldo, opinione il freddo, opinione il colore, in realtà solo gli atomi e il vuoto"). I suoi archetipi lo portarono perfino a ritenere che gli Dei fossero costituiti di atomi, scatenando così ad un dibattito tra filosofia naturale e religione antenato di quello che nella storia passerà sotto il nome di dibattito tra "scienza e fede". Le ardite idee di Democrito rimasero minoritarie per secoli rispetto a quelle di altri influenti filosofi come <b>Zenone di Elea (489 a.C.-431 a.C.)</b> il quale, nel V secolo A.C., proponeva al mondo classico i suoi paradossi, in antitesi al "tutto è numero" di <b>Pitagora di Samos (570 a.C.-495 a.C.)</b> . Tra questi il celebre paradosso di "Achille e la Tartaruga" in cui Zenone argomentava come "dividere" un intervallo in infinite parti senza necessariamente arrivare ad un punto in cui non è più possibile continuare a dividere. Tra gli oppositori di Democrito e dell'atomismo si trovava perfino <b>Aristotele (384 a.C. - 322 a.C.)</b> il cui pensiero ha influenzato in maniera rilevante il mondo occidentale fino al Rinascimento ("Ipse dixit"). Aristotele respingeva l'atomismo e negava fortemente l'esistenza del vuoto che questa teoria implicava, perché, egli osservava, non appena da un luogo venisse tolta della materia, immediatamente la Natura si precipita a colmarlo di nuova materia ("horror vacui"). Gli esperimenti del fisico italiano Evangelista Torricelli (1608-1647) perfezionati da quelli del filosofo e fisico francese Blaise Pascal (1623-1662) chiariranno il problema del vuoto, senza ancora risolvere la questione dell'esistenza degli atomi.
1649	Pierre Gassendi (Fr, 1592-1655)	ripresa dell'atomismo: "le proprietà degli atomi (gusto, colore) dipendono dalla loro invisibile forma (appuntita, lunga..) ebbe l'idea che potessero unirsi a formare quelle che chiamo <b>MOLECOLE</b> ". Tra gli atomi c'è il <b>VUOTO</b> , idea respinta anche da Cartesio e altri, finché Torricelli produsse il vuoto...
1661	Robert Boyle (UK, 1627-1692)	nello "Sceptical Chymist" rifiutò la convinzione aristotelica che tutte le sostanze fossero combinazioni di terra, acqua, aria, fuoco e ipotizzò che la materia fosse costituita da numerosi elementi: "ora intendo per <b>elementi</b> certi corpi primitivi e semplici che, non essendo fatti di altri corpi di qualsiasi tipo, né gli uni degli altri, sono gli ingredienti di cui sono immediatamente composti tutti i corpi che sono detti perfettamente mescolati, e in cui questi ultimi in definitiva si risolvono."
1789	Antoine De Lavoisier (Fr, 1743-1794)	pubblica una <b>lista di 33 elementi chimici</b> formula principio di conservazione della massa nelle reazioni chimiche
1811	Amedeo Avogadro (It, 1776-1856)	a una data temperatura, volumi uguali di gas diversi contengono lo stesso numero di particelle $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ . Egli usò la parola "molecole" per indicare sia gli atomi che le molecole
1801	John Dalton (UK, 1766-1844)	precursore della teoria atomica: "un atomo è la più piccola parte di un elemento che mantiene le caratteristiche chimiche di tale elemento". [1] gli atomi sono indivisibili e indistruttibili; [2] gli atomi di uno stesso elemento sono tutti uguali tra loro; [3] gli atomi di elementi diversi si combinano tra loro dando così origine a composti; [4] gli atomi non possono essere né creati né distrutti; [5] gli atomi di un elemento non possono essere convertiti in atomi di altri elementi. Descrive il vapor d'acqua in termini di <b>PARTICELLE</b> che si trovano tra le particelle d'acqua. 1801 legge delle pressioni parziali di una miscela di gas. 1808: Tavola dei primi pesi atomici stimati. (lui e il fratello non distinguevano bene il rosa dal celeste, la patologia fu detta: daltonismo).
1810	Jons Berzelius (Sw, 1779-1848)	formula l'ipotesi, parzialmente vera, che i composti siano formati di parti elettricamente positive e di parti elettricamente negative. <b>Tabella abbastanza precisa dei pesi atomici dei 40 elementi noti</b> . Nuovi elementi Selenio, Torio, Litio e Vanadio.
1815	William Prout (UK, 1785-1850)	ipotizza che i pesi atomici di tutti gli elementi siano multipli del peso atomico dell'idrogeno (ma non era verificato in modo esatto infatti rimase il dubbio finché non furono scoperti gli isotopi)
1816	Thomas Young (UK, 1773-1829)	stima delle dimensioni delle molecole dell'acqua (10.000 volte maggiore delle stime moderne).
1848	James Joule (UK, 1818-1889)	stima la velocità media delle molecole di un gas (circa 1900 m/s per l'idrogeno a 16°C e pressione 1 atm)
1852	Edward Frankland (UK, 1825-1899) Archibald Couper (UK, 1831-1892)	forniscono una prima analisi ragionevole di cosa potesse essere la <b>VALENZA</b>

1860	Stanislaw Cannizzaro (It, 1826-1910)	distinzione essenziale tra atomi e molecole <b>nuova tabella di elementi e di pesi atomici</b>
1871	Dmitrij Mendeleev (Ru, 1834-1907)	<b>tavola periodica con tutti i 63 elementi noti</b> (altri vi lavorarono prima, ma lui ebbe il coraggio di spostare alcuni elementi per rispettare la periodicità e di lasciare spazi vuoti per elementi ancora da scoprire) ma neppure questa fu universalmente accettata come prova dell'esistenza degli atomi.
1860	James Maxwell (UK, 1831-1879) e Ludvig Boltzmann (Au, 1844-1906)	teoria cinetica dei gas (tratta i gas in termini del moto di atomi e molecole che li costituiscono) - <b>velocità molecole</b> : circa 460 m/s - <b>libero cammino medio</b> : circa $5,6 \cdot 10^{-8}$ m - circa 8 miliardi di " <b>collisioni</b> " ogni secondo La <b>temperatura</b> di un corpo è la velocità media con cui si muovono le molecole che lo costituiscono.
1897	J.J. Thomson (UK, 1856-1940)	scopre l' <b>elettrone</b> la carica negativa fondamentale: l'atomo non è indivisibile! (più esattamente scopre che tutti gli elettroni hanno lo stesso rapporto carica-massa, <b>Nobel 1906</b> ) <b>modello atomico "plum pudding"</b>
1901	Max Planck (De, 1858-1947)	passò dall'ipotesi alla teoria quantistica, secondo la quale gli atomi assorbono ed emettono radiazioni in modo discontinuo, per quanti di energia, cioè quantità di energia finita e discreta. In tal modo anche l'energia può essere concettualmente rappresentata, come la materia, sotto forma granulare: i quanti sono appunto come granuli di energia indivisibili, <b>Nobel 1918</b>
1905	Albert Einstein (De, 1879-1955)	scioglie gli ultimi dubbi sul fatto che <b>gli atomi sono reali</b> ... -Calcolo del numero di Avogadro con elevata precisione, -migliore stima delle dimensioni delle molecole di acqua (circa $10^{-9}$ m) -la materia è una forma di energia $E=mc^2$ . -quanti di luce (Nobel 1922): quando un oscillatore (=atomo) emette o assorbe radiazione e.m. lo fa in unità discrete multiple di $E=h\nu$ , <b>Nobel 1921</b>
1909 1917	Robert Millikan (USA, 1868-1953)	con l'esperimento della goccia d'olio, misura con precisione il valore della carica dell'elettrone $e=1,602 \cdot 10^{-19} C$ (Nobel 1923). conferma la validità dei quanti di luce, <b>Nobel 1923</b>
1911	Ernest Rutherford (NZ, 1871-1937)	il "padre" della fisica nucleare, individua una carica positiva estremamente piccola (il nucleo dell'atomo) - <b>Modello atomico "planetario"</b> , studia il decadimento radioattivo.
1913	Niels Bohr (Dn, 1885-1962)	primo <b>modello quantistico dell'atomo</b> : un elettrone può emettere soltanto quanti di energia corrispondenti ad un salto da un'orbita ad un'altra (non vi sono orbite intermedie e non è possibile che gli elettroni cadano a spirale verso il nucleo. In ciascuna orbita c'è posto solo per un certo numero di elettroni e non si può saltare su un'orbita inferiore se questa è occupata), <b>Nobel 1922</b>
1913	Francis Aston	individua varietà atomiche che battezza ISOTOPI, <b>Nobel chimica 1922</b>
1925	Louis De Broglie (Fr, 1892-1987)	equazioni per i quanti di luce : $E=h\nu$ e $E=pc$ da cui $h=p\lambda$ cioè Il prodotto della quantità di moto di una "particella" per la sua lunghezza d'onda è pari alla costante di Planck; questa è valida per le particelle in senso tradizionale anche per gli elettroni. <b>Ogni cosa ha natura duale ONDA-PARTICELLA</b> , ma l'aspetto ondulatorio degli oggetti sensibili è impercettibile. Il carattere ondulatorio diventa importante solo quando la massa di un corpo è paragonabile alla costante di Planck. <sup>1</sup> ( $h=6,57 \cdot 10^{-27}$ J·s), <b>Nobel 1929</b>
1926	Gilbert Newton Lewis (USA, 1875-1946)	chiama " <b>FOTONI</b> " i quanti di luce
1927	Werner Eisenberg (De, 1901-1976)	principio di indeterminazione: dualismo onda-particella: certe coppie di proprietà quantistiche come la posizione e la quantità di moto non possono mai essere simultaneamente definite con precisione; il margine di incertezza è correlato alla costante di Plank infatti tali aspetti si avvertono solo su scale estremamente piccole, <b>Nobel 1932</b>
1932	Chadwick (Pauli)	identificazione del <b>neutrone</b> , <b>Nobel 1935</b>
1933	Paul Dirac (UK, 1902-1984)	equazione matematica che predice l'esistenza di un elettrone positivo. Forza nucleare forte che tiene unito il nucleo (è almeno 100 volte più forte della forza elettrica infatti non possono esistere nuclei stabili con più di un centinaio di protoni – è una forza a brevissimo raggio d'azione), <b>Nobel 1933</b>
	Carl Anderson (1905-1991)	individua gli anti-elettroni – esiste l' <b>antimateria</b> , <b>Nobel 1936</b>
1933	Wolfgang Pauli (Au, 1900-1958)	"invenzione" del <b>NEUTRINO</b> . La conferma della sua esistenza si ebbe solo nel 1956, infatti nel 1933 non esistevano reattori nucleari. <b>Nobel 1945</b>
1933	Enrico Fermi (It, 1901-1954)	individua la forza nucleare debole (sono 4 le forze fondamentali: elettromagnetiche, gravitazionali, nucleari forti e nucleari deboli), <b>Nobel 1938</b>

<sup>1</sup> Ciò significa che non abbiamo alcuna speranza di capire cosa sia un elettrone in termini della nostra esperienza quotidiana esso non assomiglia a nulla che abbiamo mai visto, tutto ciò che possiamo sperare di fare è di trovare delle equazioni che ci dicano come gli elettroni si comportano in date circostanze, a volte come onda a volte come particelle