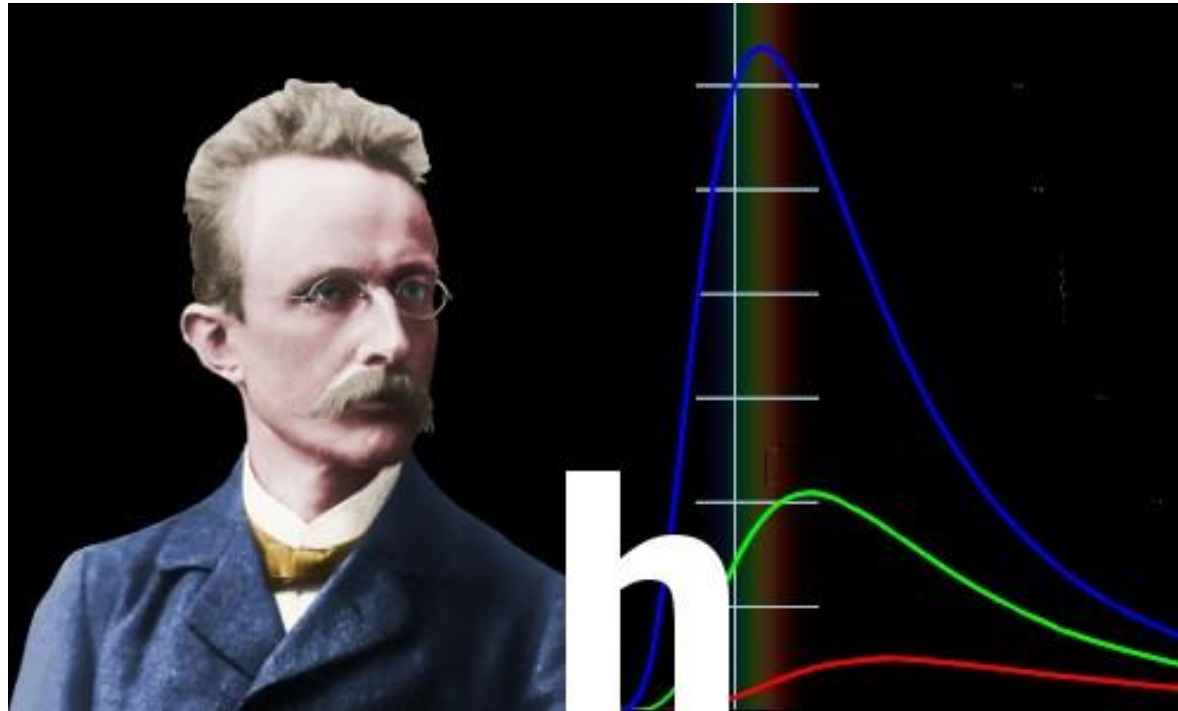


LA NASCITA DELLA FISICA MODERNA



Max Planck
1858 - 1947

Biografia essenziale

- Nato a Kiel, a nord di Amburgo, nel 1858.
- A 9 anni si trasferì a Monaco dove terminò la scuola secondaria e iniziò l'università a 16 anni iscrivendosi a fisica sperimentale e matematica.
- A 19 anni lascia Monaco per Berlino dove ebbe come professori Hermann von Helmholtz e Gustav Kirchhoff. Sebbene entrambi eccellenti professori, Planck ritiene il primo pessimo e il secondo troppo pedante.

Biografia essenziale

- Kirchhoff avvicinò Planck alla termodinamica che approfondì studiando gli scritti di Clausius. Egli enunciò il secondo principio affermando che è impossibile costruire un motore capace di trasformare in lavoro tutto il calore che riceve.

Biografia essenziale

- Nel 1879 Planck discute a Monaco la tesi “Sulla seconda legge della teoria meccanica del calore” e nel 1880 ottiene un posto di privatdozent presso l’università di Monaco.
- Dal 1885 fu professore a Kiel. In quel decennio Planck non fu apertamente dalla parte dell’atomismo, ma non condivideva l’energetismo, anche se all’inizio della carriera egli si pose in sfavore della teoria atomica.

Biografia essenziale

- 1889: Planck succede a Kirchhoff come professore di fisica teorica a Berlino;
- 1895: diventa direttore degli Annalen der Physik;
- 1900: formula la legge della distribuzione spettrale di un corpo nero;
- 1909: muore la moglie Marie Merck e si risposa un anno dopo;
- 1913: è nominato rettore dell'università di Berlino.

Biografia essenziale

- 1914: firma il 'Manifesto dei 93' schierandosi a favore del ruolo della Germania nella I guerra mondiale;
- 1916: muore in guerra il figlio maggiore;
- 1917: muore una settimana dopo il parto la figlia maggiore Grete e la stessa cosa accade alla figlia Emma due anni dopo;
- 1919: riceve il premio Nobel del 1918 per l'ipotesi quantistica (la guerra impedì che fosse assegnato nel 1918);
- 1933: presidente della Società per l'Avanzamento delle Scienze;
- 1945: il figlio Erwin è condannato a morte dai nazisti. Di cinque figli solo il minore Hermann è ancora in vita.
- 1947: muore a Gottinga il 4 ottobre.

- In una lettera a Max Born, Einstein scrive del dolore che provò vedendo Planck dopo la morte di Emma.
- In una lettera a Runge, Planck scrive: *“Ci sono ancora molte cose preziose sulla Terra e grandi cose da fare, e il valore della vita è determinato in ultimo dal modo in cui essa è vissuta. Così torniamo al nostro dovere di andare avanti e mostrare a chi amiamo lo stesso amore che vorremmo provare per noi stessi.”*
- Fede religiosa e senso del dovere aiutarono Planck a superare tante avversità.

- Inizialmente fu favorevole alla I guerra mondiale, firmando il “Manifesto dei 93”, ma già nel 1915 iniziò a moderare i suoi interventi pubblici.
- Fu un cacciatore di talenti: nel 1907 chiamò a Berlino una studentessa di Boltzmann, Lise Meitner (1878 – 1968), che ospitò in casa. Era il tempo in cui una donna non entrava nell’istituto dall’ingresso principale. Per 5 anni Meitner lavorò senza stipendio; nel 1912 fu nominata assistente di Planck e nel 1919 fu nominata Professor.
- Planck convinse anche Einstein a migrare da Zurigo a Berlino.
- Il talento che restò più a lungo nell’orbita di Planck fu Max von Laue, premio Nobel nel 1914 per la diffrazione dei raggi X.

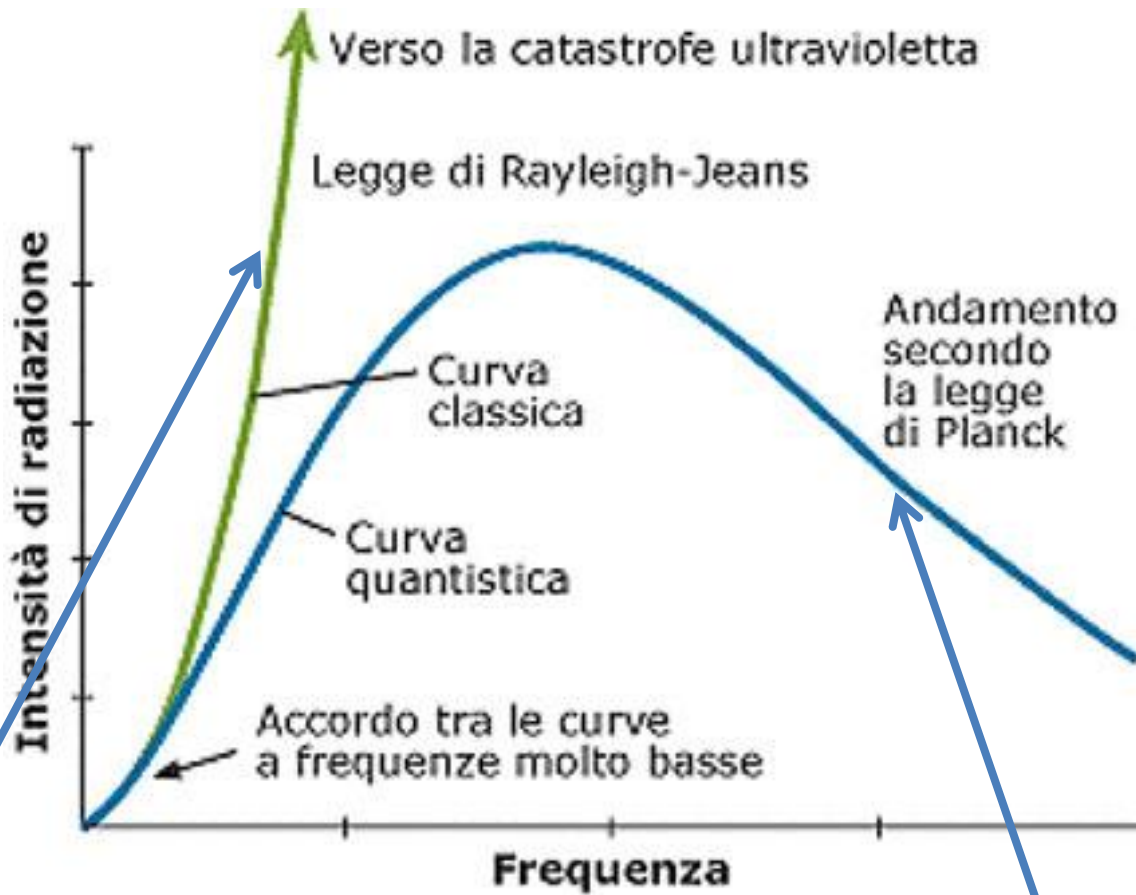
- Planck adottò sempre un atteggiamento di moderata opposizione al regime per cercare di ridurre i danni della politica nazista.
- Invitò Einstein a dimettersi.
- Espresse, seppur forzatamente, un ringraziamento ad Hitler per il suo sostegno alla scienza tedesca.
- Per alcuni Planck era un debole, per altri un conservatore.

- In una società maschilista, Planck sostenne che le donne potevano studiare all'università.
- Egli credeva nelle capacità dell'individuo, indipendentemente dalla razza, dal sesso e origini.
- La ricerca dell'assoluto è il compito più affascinante di un ricercatore.

- Nel 1894 Planck inizia lo studio della radiazione di corpo nero. Egli trovò in modo empirico la formula che interpolava i dati sperimentali, ma non aveva idea su quali principi fisici la formula si basasse.
- Successivamente comprese che l'energia meccanica di un oscillatore non può avere un valore qualunque, ma valori multipli di una quantità elementare, detta "quanto"

$$E = h \nu$$

h , costante di Planck



$$u_\nu = \frac{8\pi\nu^2 kT}{c^2}$$

$$u_\nu = \frac{8\pi h}{c^3} \frac{\nu^3}{e^{h\nu/kT} - 1}$$

- Presenta il lavoro alla riunione della Società di Fisica di Berlino il 14 dicembre 1900 e lo pubblica su *Annalen der Physik* nel 1901. Trent'anni dopo qualificava l'introduzione di
- $E = h \nu$ come 'un atto di disperazione' e in una lettera a Wood scrive:

- *“Avevo lottato con il problema dell’equilibrio tra la materia e la radiazione per sei anni (dal 1894) senza nessun successo; sapevo che il problema era di un’importanza fondamentale per la fisica; conoscevo la formula che riproduceva la distribuzione spettrale dell’energia; dovevo trovare un’interpretazione teorica a ogni costo, non importa quanto esso fosse alto.”*

- La radiazione di corpo nero dipende solamente dalla temperatura e non dal materiale della cavità, perciò riguardava l'assoluto.

- Planck fondò il suo ragionamento sull'idea statistica di entropia di Boltzmann e sull'idea che l'assorbimento di energia avviene in modo discreto. Fu così che vennero fuori due nuove costanti: k e h .

Atomismo o energetismo

- Gli energetisti negavano l'esistenza degli atomi perché non direttamente accessibili all'esperienza.
- La teoria molecolare del calore poneva un problema notevole relativo ai processi naturali che sono irreversibili. Se ogni fenomeno di riscaldamento è il risultato del moto delle molecole, se esistono, come è possibile che essendo la meccanica di Newton reversibile dia luogo a processi irreversibili?

La scala di Planck

- La ricerca dell'assoluto spinse Planck a definire una scala per le unità di misura fondamentali (L, t, M, T) che fosse indipendente dalle umane procedure; la scala doveva dipendere solamente dalle costanti di natura, come G , h , c , k . Queste costanti esistono con un valore ben preciso stabilito dalla natura e non dall'uomo.

La scala di Planck

- Nel 1899 Planck presenta all'Accademia di Berlino una relazione in cui combinava le costanti in maniera da ottenere scale di lunghezza, massa, tempo e temperatura:

$$\sqrt{\frac{Gh}{c^3}} = 3.99 \cdot 10^{-35} m$$

$$\sqrt{\frac{ch}{G}} = 5.37 \cdot 10^{-8} Kg$$

$$\sqrt{\frac{Gh}{c^5}} = 1.33 \cdot 10^{-43} s$$

$$\frac{1}{k} \sqrt{\frac{c^5 h}{G}} = 3.6 \cdot 10^{32} K$$

La scala di Planck

- Planck afferma: “Queste grandezze conserveranno il loro significato naturale a condizione che continuino a valere la legge di gravitazione, quella della propagazione della luce nel vuoto e i due principi della termodinamica; pertanto, si troverà per esse sempre lo stesso valore, anche qualora le misurazioni fossero eseguite da intelligenze diverse e con metodi diversi.”

LEGGE DI CAUSALITÀ E LIBERO ARBITRIO

- Planck restò legato al determinismo, rifiutò il positivismo, rifiutò l'idea che il libero arbitrio possa essere una mera illusione.
- L'indeterminismo per Planck è solo frutto della nostra ignoranza.

- Planck divide l'umanità in due gruppi:
 - 1) importa soprattutto il conoscere: essi vedono nella stretta causalità, che ritengono valida per tutti i processi psichici, un postulato indispensabile della ricerca scientifica, e non si preoccupano affatto di sacrificare la loro stessa libertà di volere alla completa comprensione di ciò che il mondo nel suo intimo racchiude.

- II) Gli altri, nature rivolte prevalentemente all'azione, sono spinti dal loro orgoglio ad inalberarsi contro la pretesa che, subordinandoli al dominio di rigide leggi, vorrebbe degradarli al livello di automi senz'anima, si rifiutano di rinunciare alla libertà di volere, che considerano il massimo bene dell'uomo, e nel campo della più alta vita dello spirito vorrebbero negar del tutto la validità della legge causale o per lo meno limitarla per quanto è possibile.

- Planck ha una visione assolutamente causale del mondo e deterministica delle leggi fisiche; postula l'esistenza del libero arbitrio in quanto soggetto che indaga, e quindi non indagato, non riducibile ad un epifenomeno di leggi deterministiche né probabilistiche.
- Da un lato, l'Universo è un tutto ordinato da Dio, dall'altro l'uomo è fatto a Sua immagine e quindi non soggetto, nella sua anima, alle leggi della natura.
- Dio e l'uomo scelgono, la natura no.

- Sebbene inizialmente antiatomista, Planck, che non era un dogmatico, combatté il positivismo di Mach. Planck contrappose il realismo: il mondo esiste indipendentemente da noi ed è retto da leggi naturali di validità universale. Obiettivo della scienza è scoprire queste leggi. Planck cerca sempre l'assoluto, Dio era per lui la ragione ultima di tutto. La scienza aiuta a conoscere Dio attraverso la sua opera.

- Nella sua Autobiografia, Planck scrive: “...è di fondamentale importanza che il mondo esterno sia qualcosa di indipendente dall’uomo, qualcosa di assoluto.”
- Nella teoria della relatività assegna un significato assoluto alla velocità della luce; nella teoria dei quanti h ha il significato di assoluto.
- L’assoluto è ciò che attraeva Planck. Per assoluto egli intendeva ciò le cui leggi non dipendono dalla sostanza di cui l’oggetto di studio era fatto né dall’umana convenzione.

- Solo coloro che pensano a metà diventano atei; coloro che vanno a fondo col loro pensiero e vedono le relazioni meravigliose tra le leggi universali, riconoscono una potenza creatrice.
- ...per la religione l'idea di Dio è al principio; per la scienza, l'idea di Dio è alla fine.

- A differenza di molti altri fisici, Planck fu religiosissimo e non ebbe mai certezze positivistiche.
- A tale proposito così scriveva nel 1938: *<< Per quanto si voglia guardare, non troviamo da nessuna parte, tra religione e scienza, una contraddizione, ma precisamente, nei punti più decisivi, perfetta concordanza. La religione e le scienze naturali non si escludono a vicenda, come molti oggi credono o temono, ma si completano e si connettono reciprocamente >>*
- E ancora: *<< La scienza non può svelare il mistero fondamentale della natura. E questo perché in ultima analisi, noi stessi siamo parte dell'enigma che stiamo cercando di risolvere >>*