

Cơ học lượng tử là một trong những [lý thuyết](#) cơ bản của [vật lý học](#). Cơ học lượng tử là phần mở rộng và bổ sung của [cơ học Newton](#) (còn gọi là *cơ học cổ điển*). Nó là cơ sở cốt lõi của các chuyên ngành khác của [vật lý](#) và [hóa học](#) như [vật lý chất rắn](#), [hóa lượng tử](#), [vật lý hạt](#). Khái niệm *lượng tử* của các đại lượng vật lý như [năng lượng](#) (xem Hình 1) không liên tục mà rời rạc.

Cơ học lượng tử là một lý thuyết [cơ học](#), nghiên cứu về [chuyển động](#) và các đại lượng vật lý liên quan đến chuyển động như [năng lượng](#) và [xung lượng](#), của các vật thể nhỏ bé, [đó là tính sóng hạt](#) được thể hiện rõ [2]. Lượng tử sóng hạt cũng giống như tính chất cơ bản của [vật chất](#), chính vì thế cơ học lượng tử được coi là cơ bản hơn cơ học Newton vì nó cho phép mô tả chính xác và ứng dụng rất nhiều các hiện tượng vật lý mà cơ học Newton không thể giải thích được. [c.n.d.nngu.n] Các hiện tượng này bao gồm các hiện tượng quy mô [nguyên tử](#) hay nhỏ hơn ([hạt nguyên tử](#)). Cơ học Newton không thể lý giải tại sao các nguyên tử lại có thể bền vững như thế, hoặc không thể giải thích được một số hiện tượng vi mô như [siêu dẫn](#), [siêu chảy](#). Các [tiên đoán](#) của cơ học lượng tử chưa bao giờ bị thực nghiệm chứng minh là sai sau một thời kỳ. [c.n.d.nngu.n] Cơ học lượng tử là sự kết hợp chặt chẽ của ít nhất ba loại hiện tượng mà cơ học cổ điển không tính đến, đó là: (i) vì [lượng tử hóa](#) (rời rạc hóa) một số đại lượng vật lý, (ii) [tính sóng hạt](#), và (iii) [vận động lượng tử](#). Trong các trường hợp phức tạp, các [nhuận lượng](#) của cơ học lượng tử chính là các [nhuận lượng cổ điển](#) nhưng chính xác cao hơn. Vì cơ học lượng tử rút ra từ cơ học cổ điển nên cần biết về cái tên [nguyên lý bất định](#). [c.n.d.nngu.n]

Cơ học lượng tử khác biệt với [thuyết tương đối](#) nên [cơ học lượng tử tương đối tính](#), là tập hợp của [cơ học lượng tử phi tương đối tính](#) khi không tính đến [tính tương đối](#) của các vật thể. [c.n.d.nngu.n] Ta dùng khái niệm *cơ học lượng tử* cho hai loại trên. Cơ học lượng tử nghiên cứu về vật lý lượng tử. Tuy nhiên vẫn có nhiều nhà khoa học coi cơ học lượng tử có ý nghĩa như cơ học lượng tử phi tương đối tính, mà ngược lại thì nó hợp với vật lý lượng tử. [c.n.d.nngu.n]

Một số [nhà vật lý](#) tin rằng cơ học lượng tử cho ta một mô tả chính xác thế giới vật lý vĩ mô và *hư h* các hiện tượng khác nhau. [c.n.d.nngu.n] Đáng ngạc nhiên là cơ học lượng tử không còn ứng dụng lên các [hạt nhân](#) hoặc khi xem xét [vật thể](#) như một toàn thể. Phần lớn vì vậy thì cơ học lượng tử lại mâu thuẫn với [lý thuyết tương đối rộng](#), [c.n.d.nngu.n] một lý thuyết về [hấp dẫn](#). Câu hỏi về sự thống nhất giữa cơ học lượng tử và thuyết tương đối rộng vẫn là một lĩnh vực nghiên cứu rất sôi nổi.

Cơ học lượng tử được hình thành vào đầu [thập kỷ 20](#) do [Max Planck](#), [Albert Einstein](#), [Niels Bohr](#), [Werner Heisenberg](#), [Erwin Schrödinger](#), [Max Born](#), [John von Neumann](#), [Paul Dirac](#), [Wolfgang Pauli](#) và một số người khác tạo nên.^[1] Một số vấn đề cơ bản của lý thuyết này vẫn đang được nghiên cứu cho đến ngày nay.^[2]

Có nhiều phương pháp toán học mô tả cơ học lượng tử, chúng tương đương với nhau. Một trong những phương pháp được dùng nhiều nhất đó là [lý thuyết trường lượng tử](#), do [Paul Dirac](#) phát minh ra như một tổng quát và khái quát hóa hai phương pháp toán học trước đó là [cơ học ma trận](#) (của [Werner Heisenberg](#)) và [cơ học sóng](#) (của [Erwin Schrödinger](#)).

Theo các ph ng pháp toán h c mô t c h c l ng t này thì [tr ng thái l ng t](#) c a m t [h l ng t](#) s cho thông tin v [xác su t](#) c a các tính ch t, hay còn g i là các *il ng quan sát* (ôi khi g i t t là *quan sát*), có th o c. Các quan sát có th là [n ng l ng](#), [v trí](#), [ng l ng](#) (xung l ng), và [mô men ng l ng](#). Các quan sát có th là [liên t c](#) (ví d v trí c a các h t) ho c [r i r c](#) (ví d [n ng l ng](#) c a [i n t](#) trong [nguyên t hydrogen](#)).^{[[c n d n ngu n](#)]}

Nói chung, c h c l ng t không cho ra các quan sát có giá tr xác nh. Thay vào ó, nó tiên oán m t [phân b xác su t](#), t c là, xác su t thu c m t k t qu kh d t m t phép o nh t nh. Các xác su t này ph thu c vào [tr ng thái l ng t](#) ngay t i lúc ti n hành phép o.^{[[c n d n ngu n](#)]} Tuy nhiên v n có m t s các tr ng thái nh t nh liên quan n m t giá tr xác nh c a m t quan sát c th. Các giá tr ó c bi t v i cái tên là [hàm riêng](#), hay còn g i là *tr ng thái riêng* c a quan sát ó.

Ví d , chúng ta hãy xét m t [h t t do](#), tr ng thái l ng t c a nó có th bi u di n b ng m t [sóng](#) có hình d ng b t k và có th lan truy n theo toàn b không gian, c g i là [hàm sóng](#). V trí và xung l ng c a h t là hai *il ng quan sát*. *Tr ng thái riêng* c a v trí là m t hàm sóng có giá tr r t l n t i v trí x và b ng không t i t t c các v trí khác x . Chúng ta ti n hành o v trí c a m t hàm sóng nh v y, chúng ta s thu c k t qu tìm th y h t t i x v i xác su t 100%. M t khác, tr ng thái riêng c a xung l ng l i có d ng m t [sóng ph ng](#). [B c sóng](#) c a nó là h/p , trong ó h là [h ng s Planck](#) và p là xung l ng tr ng thái riêng ó.

Thông th ng, m t h s không trong tr ng thái riêng c a b t k quan sát nào mà chúng ta ang quan tâm. Tuy nhiên, n u chúng ta o m t quan sát, hàm sóng s ngay l p t c tr thành m t tr ng thái riêng c a quan sát ó. Vi c này c g i là s [suy s p hàm sóng](#). N u ta bi t hàm sóng t i m t th i i m tr c khi o c thì chúng ta có th tính c xác su t suy s p vào m i tr ng thái riêng kh d.^{[[c n d n ngu n](#)]} Ví d , h t t do c c p trên th ng có m t hàm sóng d ng m t [bó sóng](#) có tâm là m t v trí x_0 nào ó, ch không ph i là tr ng thái riêng c a v trí hay xung l ng. Khi ta o v trí c a h t, chúng ta không th tiên oán xác nh c a k t qu mà chúng ta s thu c. K t qu thu c có th, ch không ch c ch n, n m g n x_0 mà ó, biên hàm sóng là l n. Sau khi th c hi n phép o xong, k t qu thu c là x , hàm sóng suy s p vào tr ng thái riêng c a v trí n m t i x .

Các [hàm sóng](#) có th thay i theo [th i gian](#). Ph ng trình mô t s thay i c a hàm sóng theo th i gian là [ph ng trình Schrödinger](#), óng vai trò gi ng nh [nh lu t th hai c a Newton](#) trong [c h c c i n](#). Ph ng trình Schrödinger áp d ng cho h t t do c a chúng ta s tiên oán tâm c a bó sóng chuy n ng trong không gian v i v n t c không i, gi ng nh m t h t c i n chuy n ng khi không có l c nào tác d ng lên nó. Tuy nhiên, bó sóng s tr i r ng ra theo th i gian, i u này có ngh a là v trí c a h t s tr nên [b t nh](#) và nh h ng n tr ng thái riêng c a v trí làm cho nó bi n thành các bó sóng r ng h n không ph i là các tr ng thái riêng c a v trí n a.

M t s hàm sóng t o ra các phân b xác su t không i theo th i gian. R t nhi u h mà khi xem xét b ng c h c c i n thì c coi là " ng" nh ng l i c mô t b ng hàm sóng "t nh". Ví d m t i n t trong m t nguyên t không b kích thích c coi m t cách c i n là chuy n ng trên m t qu o hình tròn xung quanh [h t nhân nguyên t](#), trong khi ó thì c h c l ng

Trao đổi trực tuyến tại: www.mientayvn.com/chat_box_li.html

Trong mô hình lượng tử này bằng một đám mây xác suất [liên tục](#) xung quanh hạt nhân (Hình 1).

Sự thay đổi của hàm sóng theo thời gian có tính [nhân quả](#), theo nghĩa, vị trí của hàm sóng tại một thời điểm ban đầu có thể cho một tiên đoán xác định hàm sóng sau này. Tuy nhiên, khi thực hiện một phép đo, sự thay đổi của hàm sóng thành một hàm sóng khác không xác định và không thể đoán trước, vì nó có nghĩa là thay đổi là [ngẫu nhiên](#).

Bản chất [xác suất](#) của cơ học lượng tử nảy sinh từ việc thực hiện phép đo: vị trí của hạt nhân máy đo, và hàm sóng tương ứng sẽ bị *ngưng đọng*. Kết quả là vị trí của nó không còn liên tục nữa. Điều này sẽ làm cho kết quả thu được trong tương lai có một bất định nào đó. Vì vậy, người ta có thể nghĩ rằng nếu chọn các máy đo thì những bất định đó có thể chỉ là những đặc điểm của thiết bị. Nhưng vấn đề là ta không thể biết được các đặc điểm đó vì máy đo không thể đo được chính vị trí của nó, và bất định của nó cũng có thể cùng một lúc.

Do đó, có vẻ như nguyên tắc, chỉ không phải là vị trí của hạt nhân, có một bất định trong các tiên đoán xác suất. Đây là một trong những nguyên lý khó hiểu nhất về bản chất của vật lý lượng tử. Đó chính là trung tâm của [tranh luận Bohr-Einstein](#), trong đó, họ nghĩ tìm cách làm sáng tỏ các nguyên lý cơ bản này bằng các thí nghiệm duy nhất.

Có một vài cách [giải thích cơ học lượng tử](#) như "suy luận hàm sóng" bằng cách thay đổi khái niệm về những thành phần của thí nghiệm nên các "phép đo" trong cơ học lượng tử (xem thêm [giải thích trạng thái lượng tử](#)).

[[s](#)] Các hiện tượng cơ học lượng tử

Như đã nhắc trên, có một vài hiện tượng xảy ra trong cơ học lượng tử mà không có sự tương ứng với các hiện tượng cổ điển. Chúng ta gọi là "hiện tượng lượng tử".

Loại hiện tượng cơ học lượng tử đó là [liên tục hóa](#) các hiện tượng vật lý như thế. Trong ví dụ về hạt mà ta đã xem xét, các vị trí và xung lượng là các quan sát liên tục. Tuy nhiên nếu ta giải thích hiện tượng đó trong một vùng không gian hình thành bài toán [hạt trong hố thế](#) thì các quan sát đó sẽ trở nên rời rạc. Những quan sát như vậy được gọi là *biến lượng hóa* và nó có vai trò quan trọng trong các hiện tượng vật lý. Ví dụ các quan sát biến lượng hóa bao gồm [mô men xung lượng, năng lượng](#) toàn phần của hệ liên kết, và năng lượng mà một [sóng dừng](#) chiếm giữ cho.

Một hiện tượng nữa là [nguyên lý bất định](#) đó là hiện tượng mà các phép đo liên tiếp của hai hay nhiều hơn hai quan sát có thể có các giá trị khác nhau về chính xác. Trong ví dụ về hạt trên, chúng ta không thể tìm thấy hàm sóng là trạng thái riêng của vị trí và xung lượng. Hiện tượng này có nghĩa là không thể đo đồng thời vị trí và xung lượng về chính xác bất kỳ, ngay cả về mặt nguyên tắc: vì khi chính xác về vị trí tăng lên thì chính xác về xung lượng giảm đi và ngược lại. Các quan sát chi tiết của nguyên lý này (gồm có xung lượng và vị trí, năng lượng và thời gian) là các [biến giao hoán](#) trong vật lý cổ điển.

Tích vô hướng giữa hai vectơ trạng thái là một số phức. Các giá trị là biên xác suất. Trong một phép đo, xác suất mà một hệ suy sụp tới một trạng thái ban đầu đưa vào một trạng thái riêng của bất kỳ toán tử nào đó bằng bình phương của giá trị tuyệt đối của biên xác suất giữa trạng thái đầu và cuối. Kết quả kỳ diệu của phép đo là giá trị riêng của toán tử đầu là các số thực (chính vì trạng thái phi là thực mà ngược lại thì phi Hermit). Chúng ta có thể tìm thấy phân bố xác suất của một quan sát trong một trạng thái đầu bằng việc xác định sự tách pha của toán tử tương ứng. Nguyên lý bất định Heisenberg của bất biến bằng các toán tử tương ứng với các quan sát nhất định không giao hoán với nhau.

Phương trình Schrodinger tác động lên toàn bộ biên xác suất chứ không chỉ những giá trị tuyệt đối của nó. Nếu giá trị tuyệt đối của biên xác suất mang các thông tin về xác suất, thì pha của nó mang các thông tin về giao thoa giữa các trạng thái lượng tử. Điều này làm tăng tính chất sóng của trạng thái lượng tử.

Thực ra, nghiệm giải tích của phương trình Schrödinger chỉ có thể thu được từ một số rất ít các Hamiltonian trừu tượng của các dao động tử điều hòa lượng tử và nguyên tử hydrogen là các ví dụ điển hình quan trọng nhất. Thực tế, ngay cả nguyên tử helium chỉ gồm hai điện tử mà chúng ta không thể giải được nghiệm giải tích. Chính vì thế mà ngược lại ta dùng một vài phép gần đúng giữa các bài toán phức tạp hơn để tìm nghiệm. Ví dụ như lý thuyết nhiễu loạn dùng nghiệm của các bài toán đơn giản của các hệ lượng tử đơn giản sau đó thêm vào nghiệm đó một số hạng chỉnh do sự có mặt của một toán tử nhiễu, coi như nhiễu loạn gây ra. Một phương pháp khác các giá trị là phương trình chuyển động bán cổ điển áp dụng cho các hệ vật lý mà các hệ cổ điển chỉ tạo ra một sai khác rất nhỏ so với cổ điển. Phương pháp này rất quan trọng trong hệ lượng tử.

Một phương pháp toán học thay thế cổ điển lượng tử là công thức tích phân đường Feynman, trong đó, biên cổ điển lượng tử coi là tổng theo tất cả các lịch sử giữa trạng thái đầu và cuối; nó tương đương với nguyên lý tác động tối thiểu trong cổ điển.

[s_a] Mối liên hệ với các lý thuyết khoa học khác

Các nguyên tắc cơ bản của cổ điển lượng tử rất khái quát. Chúng phát biểu rằng không gian trạng thái của hệ là không gian Hilbert và các quan sát là các toán tử Hermit tác động lên không gian đó. Nhưng chúng không nói về chúng ta là không gian Hilbert nào và toán tử nào. Chúng ta cần phải chỉ ra các thông số cho phù hợp một hệ lượng tử. Một hướng dẫn quan trọng cho việc lựa chọn này đó là nguyên lý tương ứng, nguyên lý này phát biểu rằng các tiên đoán của cổ điển lượng tử rút về các tiên đoán của cổ điển khi hệ trở lên lớn. "giới hạn lớn" này coi là "cổ điển" hay "giới hạn tương ứng". Do đó, ta có thể bắt đầu bằng một mô hình cổ điển về một hệ nào đó và cố gắng tìm ra tiên đoán mô hình lượng tử mà trong giới hạn tương ứng, mô hình lượng tử đó rút về mô hình cổ điển.

Ban đầu, khi thiết lập cổ điển, nó áp dụng cho các mô hình mà giới hạn tương ứng là cổ điển phi tương đối tính. Ví dụ mô hình dao động tử điều hòa lượng tử sử dụng biểu thức phi tương đối tính tương minh cho nguyên tử của dao động tử, và nó là phiên bản lượng tử của dao động tử điều hòa cổ điển.

Các công nghệ ban đầu kết hợp các phương trình vi phân trong lý thuyết trường lượng tử là thay thế phương trình Schrödinger bằng một phương trình hiệp biến như là [phương trình Klein-Gordon](#) hoặc là [phương trình Dirac](#). Khi các lý thuyết này thành công trong việc giải thích các kết quả thực nghiệm thì chúng lại có vấn đề qua quá trình sinh và hủy tương đối tính của các hạt. Lý thuyết trường lượng tử phi tương đối tính là [lý thuyết trường lượng tử](#). Lý thuyết này áp dụng lượng tử hóa cho trường không cho một tập hợp riêng lẻ các hạt (cụ thể là *lượng tử hóa lần thứ hai* so sánh với *lượng tử hóa lần thứ nhất* là lượng tử hóa dành cho các hạt). Lý thuyết trường lượng tử hoàn chỉnh đầu tiên là [lý thuyết trường lượng tử](#), nó mô tả [tương tác điện từ](#).

Ít khi người ta phi dùng toàn bộ lý thuyết trường lượng tử một cách chính xác. Một phương pháp gần đúng người ta áp dụng khi khi xử lý các hệ lượng tử, đó là coi các hạt [tích điện](#) như là các thế trường lượng tử cho các tác động bất biến gauge. Ví dụ, mô hình lượng tử của nguyên tử hydrogen mô tả tương tác giữa nguyên tử hydrogen sử dụng thế năng Coulomb $1/r$ của nó. Phương pháp "bán cổ điển" này bỏ qua hiệu ứng lượng tử của các hạt tích điện trong tương tác đóng vai trò quan trọng như là sự phát xạ [quang tử](#) của các hạt tích điện.

Lý thuyết trường lượng tử cho [lý thuyết trường lượng tử](#) và [lý thuyết trường lượng tử](#) đã phát triển và giải thích là [lý thuyết trường lượng tử](#). Lý thuyết mô tả tương tác của các hạt [hạt nhân](#) như là các [quark](#) và [gluon](#). Lý thuyết trường lượng tử và lý thuyết trường lượng tử mô tả hai lý thuyết cổ điển là [lý thuyết điện-yu](#).

Rất khó có thể xây dựng các mô hình lượng tử về [hạt nhân](#), [lý thuyết trường lượng tử](#) còn lại duy nhất mà chưa có thể chứng minh về các lý thuyết còn lại. Các phép gần đúng bán cổ điển có thể sử dụng và dự đoán tiên đoán về [bức xạ Hawking](#). Tuy nhiên, công thức của một [lý thuyết trường lượng tử](#) hoàn chỉnh như là [lý thuyết trường lượng tử](#) (lý thuyết về hạt nhân chính xác như hiện nay) vẫn chưa được tìm ra. Vì vậy giải quyết các vấn đề không tương thích này là một nhánh của vật lý mà đang được nghiên cứu rất sôi nổi hiện nay. Một số lý thuyết như [lý thuyết dây](#) là một trong những ứng viên hàng đầu cho lý thuyết trường lượng tử cuối cùng.

[\[s a\]](#) **ng d n g c a c h c l n g t**

Các hệ lượng tử đã đạt được các thành công vang dội trong việc giải thích rất nhiều các hiện tượng của thế giới chúng ta. Tuy nhiên các tính chất riêng biệt của các hạt vi mô nên tất cả các dạng [vật chất](#) đó là [ion](#), [proton](#), [neutron](#),... chỉ có thể được mô tả bằng các hệ lượng tử.

Các hệ lượng tử còn quan trọng trong việc tìm hiểu các nguyên tử riêng biệt kết hợp với nhau tạo nên các chất như thế nào. Việc áp dụng các hệ lượng tử vào [hóa học](#) cụ thể là [hóa học lượng tử](#). Các hệ lượng tử có thể cho phép nhìn sâu vào các quá trình liên kết hóa học bằng việc cho biết các [phân tử](#) các trạng thái có liên quan đến những gì nào so với các trạng thái thái và làm sao mà chúng khác nhau. Phần lớn các tính toán cụ thể hiện trong [hóa học tính toán](#) dựa trên các hệ lượng tử.

Trao đổi trực tuyến tại: www.mientayvn.com/chat_box_li.html

Rất nhiều các [công nghệ](#) hiện đại sử dụng các thiết bị có kích thước nhỏ mà có hiệu suất hoạt động rất quan trọng. Ví dụ như là [laser](#), [transistor](#), [hình vi điện tử](#), và [chip công nghệ hạt nhân](#). Nghiên cứu về [chất bán dẫn](#) đã dẫn đến việc phát minh ra các [đi-ốt](#) và [transistor](#), đó là những linh kiện điện tử không thể thiếu trong xã hội hiện đại.

Các nhà nghiên cứu hiện đang tìm kiếm các phương pháp can thiệp vào các trạng thái lượng tử. Một trong những công nghệ đó là [mã lượng tử](#) cho phép truyền [thông tin](#) một cách an toàn. Mục đích xa hơn là phát triển các [máy tính lượng tử](#), có thể thực hiện các tính toán nhanh hơn các máy tính hiện đại rất nhiều. Một lĩnh vực khác đó là [viễn tải lượng tử](#) có thể cho phép truyền các trạng thái lượng tử đến những nơi xa bằng cách bất kỳ.

[s a] Hệ quả triết học của cơ học lượng tử

Ngày đầu tiên, các kết quả của việc khám phá ra những con người bình thường của cơ học lượng tử đã gây ra rất nhiều cuộc tranh luận [triết học](#) và nhiều cách [giải thích khác nhau về cơ học lượng tử](#). Ngay các vấn đề cơ bản nhất là các quy tắc [Max Born](#) liên quan đến [biên xác suất](#) và [phân bố xác suất](#) cũng gây ra những tranh cãi giữa các nhà vật lý.

[Giải thích Copenhagen](#), chủ yếu là do [Niels Bohr](#) đưa ra, là cách giải thích mô hình của cơ học lượng tử khi lý thuyết này được đưa ra lần đầu tiên. Theo cách giải thích của trường phái này thì bản chất xác suất của các tiên đoán của cơ học lượng tử không thể giải thích dựa trên một số lý thuyết cổ điển, và không chấp nhận giả định ảnh hưởng cục bộ của chúng ta. Cơ học lượng tử cho các kết quả có tính xác suất vì vậy mà chúng ta đang thấy mang tính xác suất chứ không phải là mang tính cổ điển.

Bản thân [Albert Einstein](#), một trong những người sáng lập lý thuyết lượng tử, cũng không thích tính bất định trong các phép đo vật lý. Ông bày tỏ ý tưởng cho rằng có một [lý thuyết ẩn biến cục bộ](#) nằm sau cơ học lượng tử và hậu quả là lý thuyết hiện tại chỉ là hoàn thiện. Ông đưa ra nhiều phản biện về lý thuyết lượng tử, trong số đó thì [nghịch lý EPR](#) (nghịch lý do Albert Einstein, [Boris Podolsky](#), và [Nathan Rosen](#) đưa ra) là nổi tiếng nhất. [John Bell](#) cho rằng nghịch lý EPR dựa trên các sai khác có thể kiểm nghiệm bằng thực nghiệm giữa cơ học lượng tử và lý thuyết ẩn biến cục bộ. Thí nghiệm đã tiến hành và khẳng định cơ học lượng tử là đúng và thực tế thì không thể mô tả bằng các biến số ẩn. Tuy nhiên, vì tính bất định của các [kết quả Bell](#) trong các thí nghiệm này có nghĩa là câu hỏi về việc chúng ta có thể giải thích được hay không.

Xem thêm: [tranh luận Bohr-Einstein](#)

Cách [giải thích](#) của [thuyết giải tích](#) của [Hugh Everett](#) được đưa ra vào năm 1956 cho rằng tất cả các xác suất mô tả về cơ học lượng tử xuất hiện trong rất nhiều thế giới khác nhau, cùng tồn tại song song và độc lập với nhau. Trong khi thuyết giải tích là một thực tế thì chúng ta nhận thấy các tính chất bất định cho biết các xác suất bất định vì chúng ta chỉ quan sát được thế giới mà chúng ta tồn tại mà thôi.

Trao đổi trực tuyến tại: www.mientayvn.com/chat_box_li.html

Giới thích Bohm, do David Bohm đưa ra, đã thể hiện sự tồn tại của các hàm sóng phi cục bộ. Hàm sóng này cho phép các hạt xa nhau có thể tương tác tức thời với nhau. Dựa trên cách giới thích này Bohm lý luận rằng bản chất sâu xa nhất của thực tại vật lý không phải là tập hợp các vật thể rời rạc như chúng ta thấy mà là một thực thể thống nhất không thể phân chia, và bất di bất biến. Tuy nhiên cách giới thích của Bohm không được phổ biến trong giới vật lý vì nó được coi là không tinh tế.

[s a] Lịch sử cơ học lượng tử



Hình 2: Max Planck, cha đẻ của lý thuyết lượng tử.

Bài chính: Giới Nobel về vật lý

Năm 1900, Max Planck đưa ra ý tưởng rằng năng lượng phát xạ bị lượng tử hóa giới thích về sự phân bố các năng lượng phát xạ vào tần số của một vật đen. Năm 1905, Einstein giới thích hiệu ứng quang điện dựa trên ý tưởng lượng tử của Planck rằng ông cho rằng năng lượng không chỉ phát xạ mà còn hấp thụ theo những lượng tử mà ông gọi là quang tử. Năm 1913, Bohr giới thích quang phổ vạch của nguyên tử hydrogen dựa trên giả thuyết lượng tử. Năm 1924 Louis de Broglie đưa ra lý thuyết của ông về sóng vật chất.

Các lý thuyết trên, mặc dù thành công trong giới thích một số thí nghiệm như về năng lượng giới hạn tính hiệu ứng quang điện: chúng không thể chứng minh một cách chắc chắn về tính lượng tử. Tất cả các lý thuyết đó được gọi là lý thuyết lượng tử cổ điển.

Thuật ngữ "vật lý lượng tử" lần đầu tiên được dùng trong bài *Planck's Universe in Light of Modern Physics* của Johnston (Vấn đề của Planck dưới ánh sáng của vật lý hiện đại).

Cơ học lượng tử hiện đại ra đời năm 1925, khi Heisenberg phát triển cơ học ma trận và Schrödinger sáng tạo ra cơ học sóng và phương trình Schrödinger. Sau đó, Schrödinger chứng minh rằng hai cách tiếp cận trên là tương đương.

Trao đổi trực tuyến: www.mientayvn.com/chat_box_li.html

Heisenberg đã ra [nguyên lý bất định](#) vào năm [1927](#) và [giới thiệu Copenhagen](#) công hình thành vào cùng thời gian đó. Bất định vào năm [1927](#), [Paul Dirac](#) thành lập [lý thuyết trường lượng tử](#) của cơ học lượng tử. Ông cũng là người tiên phong sử dụng lý thuyết toán tử, trong đó có [ký hiệu Bra-ket](#) rất hữu dụng trong các tính toán về cơ mô tả trong cuốn sách nổi tiếng của ông xuất bản năm [1930](#). Công vào khoảng thời gian này [John von Neumann](#) đã đưa ra cơ sở toán học chặt chẽ cho cơ học lượng tử như là một lý thuyết về các toán tử tuyến tính trong không gian Hilbert. Nó được trình bày trong cuốn sách nổi tiếng của ông xuất bản năm [1932](#). Các lý thuyết này cùng với các nghiên cứu khác tiếp tục hình thành cho đến nay vẫn đang tiếp diễn và ngày càng phát triển.

Lĩnh vực [hóa học lượng tử](#) được phát triển của những người tiên phong là [Walter Heitler](#) và [Fritz London](#). Họ đã công bố các nghiên cứu về [liên kết hóa trị](#) của [phân tử hydrogen](#) vào năm [1927](#). Sau đó, hóa học lượng tử được phát triển rất mạnh mẽ trong đó có [Linus Pauling](#).

Vào năm 1927, các công trình áp dụng cơ học lượng tử vào các lĩnh vực khác nhau là các hạt nhân dẫn đến sự ra đời của [lý thuyết trường lượng tử](#). Những người đi đầu trong lĩnh vực này là [Paul Dirac](#), [Wolfgang Pauli](#), [Victor Weisskopf](#) và [Pascual Jordan](#). Lĩnh vực này được thể hiện trong lý thuyết [tương tác điện từ yếu](#) do [Richard Feynman](#), [Freeman Dyson](#), [Julian Schwinger](#) và [Sin-Itiro Tomonaga](#) phát triển về những năm [1940](#). Tương tác điện từ yếu là lý thuyết tương tác về [điện từ](#), [photon](#) và [tương tác yếu](#) và đóng vai trò quan trọng trong các lý thuyết trường lượng tử sau này.

[Hugh Everett](#) đã đưa ra giả thuyết đa thế giới vào năm [1956](#).

Lý thuyết [sắc động lực học lượng tử](#) được hình thành vào những năm [1960](#). Lý thuyết này do [Politzer](#), [Gross](#) và [Wilzcek](#) đưa ra vào năm [1975](#). Dựa trên các công trình tiên phong của Schwinger, [Peter Higgs](#), Goldstone và những người khác, [Sheldon Lee Glashow](#), [Steven Weinberg](#) và [Abdus Salam](#) đã kết nối với nhau thành minh chứng rằng các tương tác yếu và sắc động lực học lượng tử có thể kết hợp thành một [lý thuyết thống nhất](#) duy nhất.

Trao i tr c tuy n t i: www.mientayvn.com/chat_box_li.html

www.mientayvn.com

Dịch tiếng anh chuyên ngành khoa học tự nhiên và kỹ thuật.

Dịch các bài giảng trong chương trình học liệu mở của học viện MIT, Yale.

Tìm và dịch tài liệu phục vụ cho sinh viên làm seminar, luận văn.

Tại sao mọi thứ đều miễn phí và chuyên nghiệp ???

Trao i tr c tuy n t i:

http://www.mientayvn.com/chat_box_li.html