

Sự mở rộng tiếp theo của Nguyên lý tương đối

Tài liệu này là sự tiếp tục: <http://vixra.org/abs/1901.0189>

1, Một vài khái niệm.

-Hai đối tượng tổng quát nhất mà vật lý hướng tới là vật chất và sự vận động.

-Vận động là sự thay đổi từ trạng thái này sang trạng thái khác của vật chất. Một tập hợp các trạng thái diễn ra liên tiếp của một đối tượng hay nói cách khác, sự vận động của một đối tượng từ một trạng thái ban đầu đến trạng thái kết thúc của một đối tượng ta gọi là một hiện tượng. (Hiện tượng đã được định nghĩa trong tài liệu trước là sự diễn ra liên tiếp của vô số những trạng thái của một đối tượng)

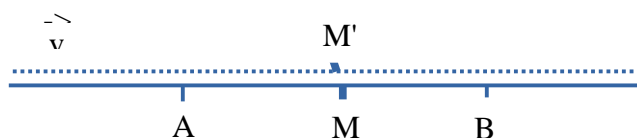
-Sự vận động của tất cả vật chất trong vũ trụ bản chất là một hiện tượng vĩ đại. Như vậy, khi trạng thái của những đối tượng trong cùng trạng thái của vũ trụ thì ta gọi những đối tượng đó cùng chung một khoảnh khắc với nhau. Cùng chung tập hợp một loạt khoảnh khắc liên tiếp của những đối tượng đó ta gọi chúng là cùng thời điểm với nhau. Nói cách khác, những đối tượng có sự vận động cùng chung thời điểm trong sự vận động của vũ trụ thì ta gọi những đối tượng đó vận động đồng thời với nhau.

-Một quan sát viên có nhận thức (vận động đề tri giác-nhắc đến trước đây) tức thời với một hiện tượng đang diễn ra thì ta gọi quan sát viên đó là đồng thời với hiện tượng.

-Những quan sát viên cùng nhận thức tức thời về một hiện tượng đang diễn ra thì ta gọi những quan sát viên đó đồng bộ với nhau về hiện tượng đó.

2, Quan điểm về sự không đồng bộ của Einstein.

Nếu 2 sự kiện xảy ra (thí dụ 2 tiếng sét tại A và B) đối với nền ray là đồng thời, thì chúng cũng xảy ra đồng thời đối với xe lửa? Chúng ta sẽ chứng minh ngay câu trả lời phải là sự phủ định.



(Giả sử M' giả định là vị trí của quan sát viên trên con tàu chuyển động. M là vị trí của

quan sát viên tại nền ray.)

Khi chúng ta nói rằng hai tia sét A và B là đồng thời đối với đường ray, điều đó có nghĩa là: các tia sáng xuất phát từ các vị trí tiếng sét ở A và B gặp nhau tại trung điểm M của đoạn A B của nền ray. Các sự kiện A và B cũng tương ứng với các vị trí A và B trên xe lửa. Gọi M' là trung điểm của đoạn A B của xe đang chạy. Điểm M' này tuy trùng với điểm M vào lúc sét xảy ra nhưng lại chuyển động với vận tốc v của xe về phía phải theo bản vẽ. Nếu một người ngồi tại điểm M trong xe không có vận tốc thì anh ta sẽ luôn luôn ở tại điểm M và các tia sét xuất phát từ A và B do đó sẽ gặp nhau tại điểm anh ta ngồi. Nhưng thực tế anh ta lại chạy (quan sát từ nền ray) về phía tia sáng được phát ra từ B. Do đó, người quan sát sẽ thấy tia sáng phát ra từ B sớm hơn là tia sáng phát ra từ A. Người quan sát sử dụng xe lửa làm vật quy chiếu, do đó phải đi đến kết luận: Tia sét tại B đã xảy ra sớm hơn tia sét A cho nên chúng ta đi đến kết luận quan trọng:

Các sự kiện đối với nền ray là đồng thời, đối với xe lửa là không đồng thời và ngược lại (tính tương đối của tính đồng thời). Mỗi vật thể quy chiếu (hệ tọa độ) có thời gian đặc biệt của nó; một thông tin về thời gian chỉ có ý nghĩa khi vật thể quy chiếu được cho biết, trên đó thông tin về thời gian được quy chiếu.

Kết luận của Einstein với hiện tượng này là rõ ràng: Hai sự kiện xảy ra đồng thời trong thực tế khách quan có thể đồng thời với quan sát viên ở hệ quy chiếu này, nhưng lại không đồng thời với quan sát viên ở hệ quy chiếu khác.

Nhận xét: Khoa học là môn học với mục tiêu là những tri thức khách quan. Trường hợp mà Einstein đề cập là một ví dụ cho việc nguyên liệu giác quan (ở đây là ánh sáng) đã ảnh hưởng đến nhận thức khách quan về hiện tượng. Trong đó, sự hạn chế của vận tốc ánh sáng đã khiến cho nhận thức của quan sát viên tại M', nhận thức hai hiện tượng tại A và B diễn ra không đồng thời đã sai so với sự thật khách quan là hai hiện tượng diễn ra đồng thời trong thực tế. Từ quan điểm coi nhận thức khách quan là tiên quyết, ta sẽ phân tích hiệu ứng vật lý trên và cố gắng tìm ra một cơ chế để khắc phục sự hạn chế về mặt nhận thức của quan sát viên chuyển động tương đối so với hiện tượng.

3, Sự mở rộng tiếp theo của Nguyên lý tương đối.

Trong phần trước, chúng ta đã chú ý rằng, một trong những nguyên nhân dẫn tới nhận thức nơi quan sát viên là sai lệch so với thực tế khách quan. Nghĩa là cần phải đảm bảo nguyên liệu của giác quan phải là chính xác với thông tin khách quan nơi hiện tượng. Một trong những nguyên liệu giác quan quan trọng nhất với cả chúng ta và máy đo là nguyên liệu của thị giác. Do vậy, chúng ta phải đảm bảo quá trình truyền sóng ánh sáng không làm thay đổi tri thức khách quan về hiện tượng. Nhưng rõ ràng, trong vấn đề về sự không đồng bộ ở trên, quá trình tiếp nhận thông tin đã khiến nhận thức của các quan sát viên sai lệch so với sự thật khách quan. Tri thức đúng đắn là hiện tượng tại A và B là

đồng thời đã không đồng thời với các quan sát viên khác nhau. Vấn đề cần xem xét ở đây là ảnh hưởng của sự chuyển động tới nhận thức khách quan của quan sát viên về một hiện tượng. Nguyên nhân trực tiếp là bởi ánh sáng có một vận tốc xác định.

Điều được thừa nhận ở đây là ánh sáng sẽ chuyển động với vận tốc không đổi trong môi trường truyền được giả định là đồng nhất. Điều này phù hợp với những khẳng định về vận tốc ánh sáng trong lý thuyết điện từ.

Ở đây ta sẽ giả định một con tàu đang chuyển động với vận tốc v lại gần quan sát viên (1) và một quan sát viên đứng yên quan sát sự chuyển động đó của con tàu.



+ Tại thời điểm $t_0=0$, tàu phát ra hình ảnh của mình về quan sát viên (1) và (1) nhận được sau thời gian là $t_0' = \frac{d}{c}$, với d là khoảng cách của con tàu với quan sát viên tại thời điểm t_0 .

+ Tại thời điểm $t = t_0 + t_1$ sau khi tàu chuyển động được khoảng cách là x thì tàu phát ra hình ảnh khác về quan sát viên (1) và (1) nhận được sau $t_1' = \frac{x}{v} + \frac{d-x}{c}$ bằng tổng thời gian tàu chuyển động với quãng đường là x và thời gian ánh sáng từ vị trí $(d-x)$ tới quan sát viên.

Như vậy, thời gian quan sát viên (1) quan sát thấy tàu chuyển động là:

$$t' = t_1' - t_0' = x \left(\frac{c-v}{cv} \right)$$

Trong khi thời gian thực tàu chuyển động là $t = \frac{x}{v}$

Kết luận, với quan sát viên (1) đã có sự sai lệch nhận thức thời gian chuyển động của con tàu so với thực tế một tỉ số:

$$\frac{t'}{t} = 1 - \frac{v}{c}$$

Trong đó:

t' : Thời gian quan sát viên thấy tàu di chuyển.

t : Thời gian chuyển động thực tế.

Với 1 lộ trình là s xác định thì ta có công thức để xác định vận tốc thực tế của một vật chuyển động:

$$v = \frac{v'}{1 + \frac{v'}{c}}$$

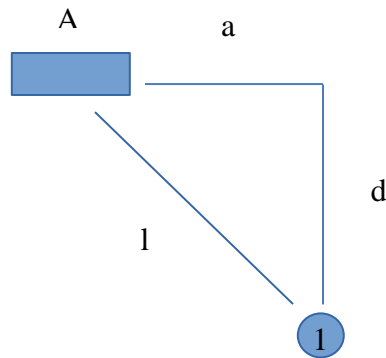
Trong đó:

v' : Vận tốc quan sát viên quan sát thấy con tàu chuyển động.

v : Vận tốc chuyển động thực tế của con tàu.

*Xét tổng quát

Giả sử một con tàu chạy lại gần và ngang qua quan sát viên (1)



Lập luận tương tự:

+Tại thời điểm ban đầu $t_0=0$ tàu phát ra hình ảnh và sau $t_0' = \frac{\sqrt{a^2 + d^2}}{c}$ thì tới quan sát viên (1).

+Tại thời điểm $t=t_0+t_1$ sau khi tàu chuyển động được khoảng cách là x thì tàu phát ra hình ảnh về 1 và 1 nhận được sau $t_1' = \frac{x}{v} + \frac{\sqrt{(a-x)^2 + d^2}}{c}$

Như vậy, thời gian 1 quan sát thấy tàu chuyển động là:

$$t' = t_1' - t_0' = \frac{x}{v} + \frac{\sqrt{(a-x)^2 + d^2}}{c} - \frac{\sqrt{a^2 + d^2}}{c}$$

Trong khi thời gian thực tàu chuyển động là $t = \frac{x}{v}$

Kết luận: Quan sát viên (1) đã có sự sai lệch nhận thức thời gian chuyển động của con tàu so với thực tế một tỉ số:

$$\frac{t'}{t} = 1 + \frac{v}{c} \left(\frac{\sqrt{d^2 + (a-x)^2} - \sqrt{d^2 + a^2}}{x} \right)$$

Trường hợp x vô cùng nhỏ:

$$\begin{aligned} \frac{dt'}{dt} &= 1 - \frac{v}{c} \lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{\sqrt{d^2 + (a-x)^2} - \sqrt{d^2 + a^2}}{-x} \right) \\ &= 1 - \frac{v}{c} \frac{a}{l} = 1 - \frac{v}{c} \cos(d, l) \end{aligned}$$

Với $d \ll l \Rightarrow \frac{dt'}{dt} = 1 - \frac{v}{c}$

Tương tự:

$$v = \frac{v'}{1 + \frac{v' \cos(d, l)}{c}}$$

***Cần chú ý:** Bản chất sự khác biệt về thời gian được đề cập đến không phải là sự khác biệt “mâu thuẫn” về thời gian giữa các hệ quy chiếu mà đơn giản chỉ là mối quan hệ của cái ta thấy và thực tế khách quan. Thời gian trong chuyển động khách quan của con tàu chỉ có một, nhưng có vô số thời gian khác nhau về thời gian chuyển động với những quan sát viên chuyển động quán tính khác nhau. Để khắc phục hạn chế nhằm tiện cận khách quan thì:

$$t = \frac{t'}{1 + \frac{v \cos(d, l)}{c}}$$

4, Một vài khía cạnh khác của hiệu ứng.

a, Bất biến Maxwell với phép biến đổi Galileo.

Phương trình chuyển động của ánh sáng:

+Với bản thân nguồn sáng: $x^2 + y^2 + z^2 = c^2 t^2$

+Với quan sát viên chuyển động: $x'^2 + y'^2 + z'^2 = c'^2 t'^2$

Xét trường hợp một chiều đơn giản: Hiện tượng ở đây là sự chuyển động của một cầu sáng:

+Với quan sát viên chuyển động theo nguồn sáng: $x = ct$

+Với quan sát viên đứng yên: $x' = c't$

Phép biến đổi Galileo:

$$x' = x + v_0 t \quad \text{với} \quad v_0 = v'$$

Thay vào ta có: $c't = ct + v't$

Với định nghĩa vận tốc của ánh sáng nhìn bởi quan sát viên đứng yên với nguồn chuyển động là tổng của vector vận tốc ánh sáng và vector chuyển động của nguồn sáng:

$$c' = c + v'$$

Ta thấy hiển nhiên là công thức chuyển động của ánh sáng là bất biến với phép biến đổi Galileo.

Tuy nhiên, giả định này vi phạm tiên đề số 2 của thuyết tương đối quy định vận tốc của ánh sáng là c với bất kỳ quan sát viên trong mọi hệ quy chiếu. Do vậy, ta sẽ giả định vận tốc ánh sáng là không đổi và nhìn hiện tượng trên khía cạnh thời gian thay đổi.

$$\text{Với: } \frac{t'}{t} = 1 - \frac{v}{c}$$

Và công thức của phép biến đổi Galileo trên quan điểm vận tốc ánh sáng bất biến với mọi quan sát viên trong mọi hệ quy chiếu: $ct' = ct + v't'$

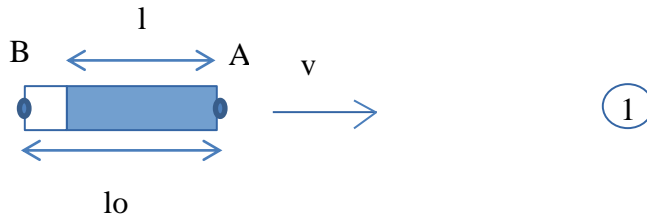
Thay vào ta có: $ct + vt = ct + v't'$

$$\text{Mà } vt = v't' = s$$

Vậy ta kết luận là dù xem xét trên khía cạnh nào thì phép biến đổi Galileo cũng là bất biến với phương trình chuyển động của ánh sáng khi có xem xét hiệu ứng trên.

b, Sự co độ dài

Theo một cách nhìn khác về hệ quả của vấn đề ta đang xét, ta không giả sử con tàu là một chất điểm mà ta muốn đo sự giãn nở của độ dài của con tàu dưới ảnh hưởng của sự chuyển động.



Giả sử ta đang quan sát một vật chuyển động với vận tốc v , cách ta một khoảng D với độ dài l_0 (độ dài thực). Ta cần tính độ dài mà mắt ta nhìn thấy là l . Tại điểm A và B là điểm đầu và điểm cuối của con tàu ta lắp hai đèn phát sáng. Ta coi khoảng cách của một vật là độ dài giữa điểm đầu và điểm cuối trong cùng một thời điểm mà không làm mất tính tổng quát (vì bản chất mọi điểm của vật cũng chỉ là những điểm sáng cấu thành. Do vậy, hai điểm ta chọn được coi là đại diện của tập hợp điểm thuộc đường thẳng).

Ta chọn thời điểm ta nhận được tín hiệu từ A cách ta một khoảng d làm mốc. Khi đó, ta nhận được tín hiệu A sau:

$$t_A = \frac{d}{c}$$

Nếu độ dài vật là l_0 và ta nhìn thấy là l thì ánh sáng tại B phải đến mắt ta là:

$$t_B = \frac{d - l_0}{c} < \frac{d}{c}$$

Vậy thì tại thời điểm $t = \frac{d}{c}$ thì điểm B phải ở vị trí khác sao cho:

$$t_A = t_B \Leftrightarrow \frac{d}{c} = \frac{d - l_0 + l_1}{c} + \frac{l_1}{v}$$

Trong đó thời gian chuyển động thêm là $\frac{l_1}{v}$, thời gian truyền tín hiệu từ B về là $\frac{d - l_0 + l_1}{c}$

Biến đổi thêm 1 chút:

$$\frac{l_0}{c} = l_1 \left(\frac{1}{c} + \frac{1}{v} \right) \text{ Mà } l = l_0 - l_1 \text{ (Với } l \text{ là độ dài thực tế ta thấy)}$$

$$-l = l_0 \left(\frac{v}{v+c} - \frac{v+c}{v+c} \right) \Leftrightarrow l_0 = l \left(1 + \frac{v}{c} \right)$$

Cần chú ý: Công thức co độ dài trên chính là lời giải cho bài toán chụp ảnh chuyển động, một bài toán thường mở đầu như bằng chứng cho sự co độ dài trong thuyết tương đối.