

Einstein's Special Relativity is Re-Written

Viết lại Thuyết tương đối của Einstein

Lê Văn Cường

12/6/2009

cuong_le_van@yahoo.com

Từ việc nhận thức chưa chuẩn kết quả thí nghiệm đo vận tốc ánh sáng là không đối xứng ở mọi hệ quy chiếu của Michelson-Morley, Einstein đã viết thuyết tương đối vào năm 1905 thể hiện ở bài báo: “**The electrodynamics on moving of bodies**” rất lủng củng, mâu thuẫn không thể chấp nhận được. (Đề nghị xem bài báo: “**stop teaching Einstein's special relativity**” để hiểu rõ sự mâu thuẫn nêu trên).

Nếu các nhà khoa học có trách nhiệm trên toàn thế giới vẫn cứ giữ nguyên không chịu sửa lại thì tri thức nhân loại vẫn cứ tiếp tục bị nhầm lẫn không thể phát triển. Nhưng viết lại như thế nào cho không còn mâu thuẫn mà vẫn đúng tinh thần của Thuyết tương đối? Đó là việc hơi khó, vì từ xưa đến nay người ta có thói quen phủ định là phủ định sạch trơn, còn đã thừa nhận là thừa nhận tuyệt đối chứ không quen với việc cái nào đúng thì công nhận, cái nào sai thì sửa lại cho đúng trên tinh thần hợp tác xây dựng vì tiến bộ chung của tri thức khoa học chứ không vì mục đích danh lợi cá nhân. Cũng có cái khó nữa là đa số các nhà khoa học có bằng cấp cao, có địa vị xã hội thường hay ưa thích và chú trọng đến những cái gì thật phức tạp, thật khó hiểu. Công cụ toán học chứng minh cho lý thuyết vật lý càng rắc rối khó hiểu bao nhiêu thì lý thuyết vật lý đó càng được cho là “có khả năng đúng” và càng “được tôn trọng” bấy nhiêu chứ không ưa, thậm chí rất coi thường những cách diễn đạt ngôn ngữ toán học đơn giản, dễ hiểu dù là lý thuyết vật lý đó đúng.

Tuy biết thực trạng đáng buồn như vậy, nhưng tôi vẫn cứ viết lại Thuyết tương đối giúp ông Einstein giải quyết các mâu thuẫn bằng toán học đơn giản, sơ cấp để cho đại chúng cũng hiểu chứ không chỉ dành riêng cho “chỉ có các nhà bác học cỡ lớn mới hiểu” sau đây.

Trước hết, chúng ta phải hiểu rất rõ ràng rằng thí nghiệm đo vận tốc ánh sáng là không đối xứng ở mọi hệ quy chiếu quán tính của các ông Michelson-Morley trong điều kiện không gian và thời gian của các hệ quy chiếu đó là tuyệt đối như nhau. (Thời điểm thí nghiệm đo vận tốc ánh sáng ra đời trước Thuyết tương đối của Einstein và vẫn trong nhận thức không gian, thời gian là tuyệt đối không đổi như nhận thức của ông Newton). Đồng thời kết quả thí nghiệm đo vận tốc ánh sáng được thực hiện trong không gian chứa trường hấp dẫn của trái đất mà không ai để ý

tới chứ không phải không gian là khoảng không trống rỗng (chân không tuyệt đối). Người ta đi tìm chất “ether” ngăn cản vận tốc chuyển động của ánh sáng mà không ngờ được rằng chính chất “ether” là trường hấp dẫn không đổi của trái đất lại là môi trường tạo ra sự không đổi của không gian, thời gian cũng như vận tốc ánh sáng.

Vì lẽ đó không thể kết luận vận tốc ánh sáng phải là hằng số tuyệt đối không thay đổi trong không gian-thời gian của toàn vũ trụ. Chỉ có thể kết luận vận tốc ánh sáng không thay đổi khi không gian và thời gian trong hệ quy chiếu mà ta đang xem xét không thay đổi. Khi không gian và thời gian của hệ quy chiếu thay đổi thì vận tốc ánh sáng cũng phải thay đổi, vì đơn giản là đơn vị tính vận tốc: (km/s) liên quan tới đơn vị đo không gian: (km) và thời gian: (s). Nếu Einstein hiểu sâu sắc như vậy chắc sẽ không đưa ra cái tiên đề vận tốc ánh sáng là hằng số tuyệt đối mà có thể vẫn cứ chứng minh được không gian và thời gian chỉ là tương đối chứ không phải là tuyệt đối không đổi như nhận thức của ông Newton. Do đó Thuyết tương đối của Einstein về cơ bản vẫn đúng chỉ cần bổ xung và sửa lại tiên đề về vận tốc ánh sáng cũng như tính toán lập luận lý thuyết cho lôgic là tương đối hoàn chỉnh, có thể vẫn chấp nhận được.

Sau đây chúng ta bắt đầu đi vào chi tiết cụ thể của lý thuyết:

§1, Định nghĩa về sự đồng thời

Chúng ta hãy thực hiện xem xét các hệ tọa độ hay các hệ quy chiếu mà trong đó các phương trình chuyển động của Newton vẫn đúng nhằm mục đích trình bày chính xác hơn và để phân biệt hệ tọa độ hay hệ quy chiếu này với hệ tọa độ hay hệ quy chiếu kia. Những hệ tọa độ hay hệ quy chiếu dù là đứng yên hay chuyển động thẳng đều chúng ta gọi chung chúng là những hệ tọa độ hay hệ quy chiếu “đứng yên”.

Nếu quan điểm vật chất là “đứng yên” tương đối với các hệ tọa độ hay hệ quy chiếu này thì vị trí của nó có thể được diễn tả và xác định tương đối đối với hệ tọa độ hay hệ quy chiếu kia theo các tiêu chuẩn đo lường của các hệ đó và theo phương pháp của hình học Euclidean.

Muốn mô tả chuyển động của một chất điểm thì chúng ta sẽ phải cho những giá trị, mốc chuẩn không gian, thời gian tại các hệ tọa độ hay tại các hệ quy chiếu để xem xét. Chúng ta cũng phải rất thận trọng trong suy nghĩ rằng mô tả toán học về các loại này sẽ không có ý nghĩa vật lý trừ khi chúng ta đã hiểu hoàn toàn rõ ràng về thời gian và sự xác định nó chính xác. Cần phải nắm rất chắc trong tính toán rằng tất cả sự đánh giá của chúng ta trong đó thời gian luôn đóng vai trò là sự đánh giá về tính đồng thời của các sự kiện. Nếu ví dụ, tôi nói: “Kìa, con tàu đến đây

đúng lúc 7 giờ”. Ý của tôi là sự kiện con tàu đến đây đúng lúc kim đồng hồ trong đồng hồ trên tay tôi chỉ đúng lúc 7 giờ và sự kiện đến của con tàu là đồng thời.

Tại vị trí đặt các đồng hồ đo thời gian, chúng ta gọi các vị trí đặt đồng hồ đó là thời gian địa phương, nghĩa là thời gian trôi tại đó phụ thuộc vào đồng hồ chỉ thời gian đặt tại vị trí đó. Có thể sẽ xuất hiện những khó khăn khi chúng ta phải quan tâm tới hàng loạt thời gian và sự kiện xảy ra tại các vị trí đặt các đồng hồ địa phương khác nhau, hoặc những gì sẽ đến khi đánh giá thời gian xảy ra của sự kiện tại vị trí xa xôi đối với việc xem xét của người quan sát. Do đó với một đặc tính đã được kiểm chứng của Michelson-Morley về vận tốc ánh sáng là không đổi trong không gian và thời gian không đổi, chúng ta có thể, tất nhiên là tự bằng lòng với những giá trị thời gian được quyết định bởi người quan sát xem xét tại gốc của các hệ tọa độ hay các hệ quy chiếu với tín hiệu chuyển động không đổi của ánh sáng trong không gian trống rỗng.

Nếu tại vị trí A trong không gian có một đồng hồ và một người quan sát thời gian và sự kiện tại đó, có thể xác định giá trị của sự kiện tại A gần như ngay lập tức bằng việc tìm thấy thời gian của kim đồng hồ chỉ thời gian tại đó đồng thời với sự kiện diễn ra. Nếu tại vị trí B trong không gian cũng có đồng hồ chỉ thời gian và người quan sát, thì người quan sát tại đó cũng xác định giá trị của sự kiện đồng thời ngay lập tức theo đồng hồ tại B. Bây giờ chúng ta đã xác định có “thời gian A” tại A và “thời gian B” tại B, nhưng chúng ta không thể xác định chung “thời gian” cho A và B, để sau đó có thể không xác định cho tất cả trừ khi chúng ta thiết lập bằng sự xác định “thời gian” đòi hỏi bởi ánh sáng không đổi di chuyển từ A tới B bằng với thời gian ánh sáng di chuyển từ B tới A.

Đặt cho tia sáng xuất phát từ A là “thời gian A”, đồng hồ chỉ giờ là T_A , tia sáng tới B phản xạ lại tại điểm B là “thời gian B”, đồng hồ chỉ giờ là T_B , sau khi tia sáng phản xạ lại từ B quay về đến điểm A là “thời gian A'”, đồng hồ chỉ giờ là $T_{A'}$.

Phù hợp với định nghĩa hai đồng hồ là đồng thời hay đồng bộ nếu:

$$T_B - T_A = T_{A'} - T_B$$

Chúng ta cho rằng định nghĩa về sự đồng bộ này có thể cho bất kỳ số lượng của các điểm và sau đó là mối quan hệ hợp lý phổ quát:

- 1, nếu đồng hồ tại B đồng bộ với đồng hồ tại A thì đồng hồ tại A đồng bộ với đồng hồ tại B.
- 2, Nếu đồng hồ tại A đồng bộ với đồng hồ tại B và cũng đồng bộ với đồng hồ tại C, thì đồng hồ tại B cũng đồng bộ với đồng hồ tại C.

Vì vậy, với sự giúp đỡ của một số thí nghiệm vật lý như đã hình dung ở trên, chúng ta đã định hình được những gì để hiểu bằng cách đồng bộ của đồng hồ “đứng yên” nằm ở nhiều nơi khác nhau. Và có một chứng cứ để có được một định nghĩa của sự đồng thời hay đồng bộ theo thời gian. Những “thời gian” của sự kiện là được đưa ra đồng thời với các sự kiện bởi đồng hồ “đứng yên” tại vị trí của sự kiện. Những “đồng hồ” này đang đồng bộ và dĩ nhiên đồng bộ cho tất cả thời gian với “đồng hồ đứng yên” quy định.

Trong thoả thuận với thí nghiệm hơn nữa, chúng ta giả định:

$$\frac{2.AB}{T_{A'} - T_A} = c$$

Phải là vận tốc không đổi trong không gian trống rỗng tại hệ quy chiếu được quy ước là đứng yên. (Thực tế thì không gian trống rỗng này có chứa trường hấp dẫn do khối lượng của hệ quy chiếu tạo ra, ví dụ như không gian bao quanh trái đất có chứa trường hấp dẫn biểu thị bằng gia tốc trọng trường: $g=9,8 \text{ km/s}^2$).

Tuy nhiên, nếu người quan sát tại hệ quy chiếu được quy ước là đứng yên A quan sát các sự kiện diễn ra tại hệ quy chiếu chuyển động thẳng đều B so với A, (hệ quy chiếu “đứng yên” khác), thì người quan sát tại hệ quy chiếu A chỉ thấy sự di chuyển ánh sáng tại hệ quy chiếu chuyển động B chứ không thể đo được giá trị thực chính xác của vận tốc ánh sáng tại hệ quy chiếu chuyển động B. Chỉ có người quan sát tại ngay hệ quy chiếu chuyển động B mới đo chính xác được vận tốc ánh sáng tại hệ quy chiếu của mình. Vì chưa xác định được, nên đối với người quan sát tại hệ quy chiếu “đứng yên” này quan sát các sự kiện tại hệ quy chiếu “đứng yên” kia thì vận tốc ánh sáng chưa thể xác định đó được xác định là c' . Tương tự như đồng hồ địa phương, chúng ta gọi c' là ánh sáng địa phương. Nếu hệ quy chiếu “đứng yên” cùng đứng yên với hệ quy chiếu “đứng yên” khác, lúc đó chắc chắn cả hai hệ có không gian và thời gian như nhau, ánh sáng địa phương như nhau nên $c=c'$.

Do vậy, chúng ta phải thêm thoả thuận trong thí nghiệm với giả định:

$$\frac{2.A'B'}{T'_{A''} - T'_{A'}} = c'$$

Phải là vận tốc không đổi trong không gian trống rỗng xung quanh hệ quy chiếu chuyển động so với hệ quy chiếu quy ước đứng yên. (trong đó $A'B'$; $T'_{A''} - T'_{A'}$; c' là khoảng cách; giá trị thời gian trôi khi c' di chuyển từ vị trí A' đến B' rồi quay về A' ; vận tốc ánh sáng địa phương tại hệ quy chiếu chuyển động và khi người quan sát xem xét từ hệ quy chiếu đứng yên).

Đó là điều kiện cần thiết để có thời gian xác định bởi phương tiện đồng hồ “đứng yên” trong các hệ quy chiếu “đứng yên”, và thời điểm hiện nay xác định là sự đánh giá cho các hệ thống “đứng yên” tương đối mà chúng ta gọi nó là “thời gian của hệ đứng yên”.

§2, Tính tương đối của vận tốc ánh sáng, chiều dài và thời gian

Sự phản ánh sau đây được dựa trên nguyên lý tương đối của chuyển động và nguyên lý không đổi của vận tốc ánh sáng trong tất cả các hệ quy chiếu có không gian và thời gian không thay đổi. Hai nguyên lý này chúng ta xác định như sau:

1, Các quy luật vật lý diễn ra tại các hệ quy chiếu dù là đứng yên hay chuyển động thẳng đều là như nhau. (theo nguyên lý tương đối)

2, Bất kỳ tia ánh sáng nào chuyển động trong các hệ quy chiếu “đứng yên” tương đối cũng có vận tốc không đổi. Nghĩa là sự chuyển động của tia sáng tại hệ đứng yên cũng như tại hệ chuyển động thẳng đều cũng có vận tốc không đổi được xác định là c hoặc là c' khi người quan sát tại hệ đứng yên xem xét sự chuyển động của tia sáng tại hệ chuyển động thẳng đều và ngược lại. (theo kết quả thí nghiệm của Michelson-Morley). Do đó

vận tốc=đường đi của ánh sáng : thời gian địa phương

Trong đó **thời gian địa phương** được xác định theo §1.

Giả sử chúng ta có một con tàu với chiều dài $AB=x$ đứng yên trong không gian trống rỗng, gọi tắt là hệ đứng yên AB , và một con tàu chuyển động thẳng đều với vận tốc v trong không gian trống rỗng, gọi tắt con tàu chuyển động này là hệ chuyển động $A'B'$. Khi con tàu chuyển động đều này đứng yên, $v=0$ thì nó giống hệt con tàu đứng yên AB , có chiều dài là $A'B'=AB=x=x'$. Tại các điểm A, A', B, B' của hai con tàu có đặt các đồng hồ đo thời gian và có người quan sát tại các vị trí đó để xem xét các sự kiện diễn ra tại con tàu của mình cũng như con tàu hàng xóm. Tại các điểm A, A' của hai con tàu có bố trí một ngọn đèn chiếu các tia ánh sáng về hướng B, B' và tại các điểm B, B' bố trí một tấm gương để phản xạ lại những tia sáng từ A, A' chiếu đến sao cho các tia sáng đó lại quay về điểm A, A' . (Xem hình vẽ minh họa tại Hình 1).

Tại các vị trí A, A' đồng hồ chỉ thời gian là $T_A, T_{A'}$, tại các vị trí B, B' đồng hồ chỉ thời gian là $T_B, T_{B'}$. Người quan sát tại hệ đứng yên AB thấy và đo được tia ánh sáng tại hệ của mình có vận tốc là c , nhưng chỉ thấy ánh sáng tại hệ chuyển động $A'B'$ chứ không đo được nên tạm xác định tia sáng tại hệ chuyển động $A'B'$ có vận tốc là c' . Ngược lại, người quan sát tại hệ chuyển động $A'B'$ thấy và đo được

ánh sáng tại hệ của mình là c' , nhưng cũng chỉ thấy ánh sáng tại hệ đứng yên AB chứ không đo được nên cũng tạm xác định tia sáng tại hệ đứng yên AB có vận tốc là c . (Khi hệ chuyển động A'B' đứng yên ($v=0$) so với hệ đứng yên AB, người quan sát tại hệ đứng yên AB mới đo được vận tốc ánh sáng tại hệ chuyển động A'B' và ngược lại, nên lúc đó $c=c'$). Theo nguyên lý không đổi của vận tốc ánh sáng tại các hệ quy chiếu, người quan sát tại hệ đứng yên AB quan sát sự chuyển động của tia sáng tại hệ chuyển động A'B' khi nó đang chuyển động với vận tốc v , thấy rằng:

$$T'_{B'} - T'_{A'} = \frac{A'B'}{c' - v} \quad \text{và} \quad T'_{A''} - T'_{B''} = \frac{A'B'}{c' + v}$$

Họ công bố rằng hai đồng hồ tại hệ chuyển động A'B' không đồng bộ trong khi hai đồng hồ tại hệ đứng yên AB của mình là đồng bộ. Đồng thời họ lại thấy vận tốc ánh sáng c' tại hệ chuyển động A'B' có vẻ khác với vận tốc ánh sáng c tại hệ đứng yên AB của mình. Bằng chứng là khi vận tốc của hệ chuyển động bằng vận tốc ánh sáng c , $v=c$ thì phương trình toán học ở đó vẫn có nghĩa chứ không có cái dạng vô nghĩa $\frac{A'B'}{0} = \infty$ nếu $c=c'$:

$$T'_{B'} - T'_{A'} = \frac{A'B'}{c' - c} \neq \frac{A'B'}{c - c} = \frac{A'B'}{0} = \infty$$

Ngược lại, theo nguyên lý tương đối, người quan sát tại hệ chuyển động A'B' lại thấy hệ của họ là đứng yên còn hệ đứng yên AB lại là chuyển động với vận tốc v . Họ quan sát tia sáng xuất phát từ A tại hệ đứng yên AB cũng lại thấy rằng:

$$T_B - T_A = \frac{AB}{c - v} \quad \text{và} \quad T_{A''} - T_B = \frac{AB}{c + v}$$

Họ cũng tuyên bố hai đồng hồ tại hệ đứng yên AB không đồng bộ trong khi hai đồng hồ tại hệ chuyển động A'B' của mình là đồng bộ. Đồng thời họ cũng lại thấy vận tốc ánh sáng c tại hệ đứng yên AB có lẽ khác với vận tốc ánh sáng c' tại hệ chuyển động A'B' của họ. Họ cũng có bằng chứng là khi vận tốc $v=c'$ thì phương trình toán học ở hệ đứng yên AB vẫn có nghĩa chứ không có cái dạng vô nghĩa $\frac{AB}{0} = \infty$ nếu $c'=c$:

$$T_B - T_A = \frac{AB}{c - c'} \neq \frac{AB}{c' - c'} = \frac{AB}{0} = \infty$$

Cùng sự kiện quan sát sự vận hành của “đồng hồ ánh sáng” tại hai vị trí khác nhau nhưng kết quả lại khác nhau. Do đó chúng ta thấy rằng không thể dính kèm bất kỳ ý nghĩa tuyệt đối nào đối với khái niệm đồng bộ hay sự tuyệt đối không đổi của vận tốc ánh sáng. Tại vị trí này thì thấy hai đồng hồ là đồng bộ, vận tốc ánh sáng là không đổi nhưng tại vị trí kia thì thấy hai đồng hồ không đồng bộ và vận tốc ánh sáng không phải là không đổi.

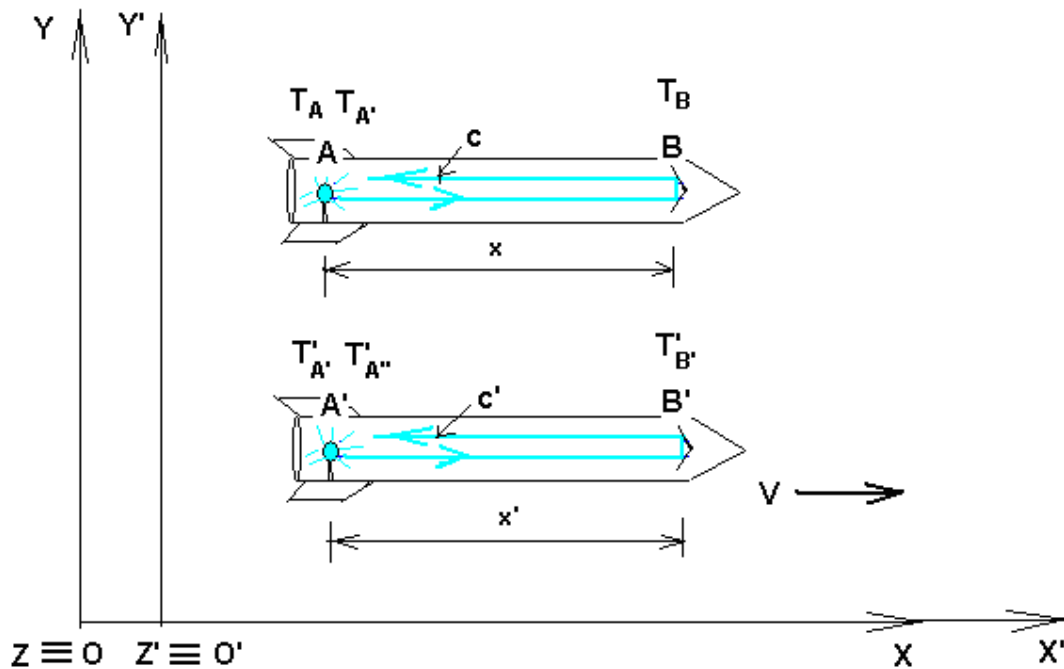
§3, Lý thuyết phương trình chuyển đổi hệ tọa độ, thời gian và vận tốc ánh sáng từ hệ đứng yên sang hệ chuyển động thẳng đều.

Như giả định về hai con tàu đứng yên AB và chuyển động A'B' tại §2 . Tại con tàu đứng yên AB, ta đặt hệ tọa độ X, Y, Z và thời gian trôi là t , ($T_{A'} - T_A = \frac{2 \cdot AB}{c} = t$), như định nghĩa tại §1. Tại con tàu chuyển động thẳng đều A'B', ta đặt hệ tọa độ X', Y', Z' và thời gian trôi là t' , ($T'_{A''} - T'_{A'} = \frac{A'B'}{c'} = t'$), như định nghĩa tại §1 . Vận tốc chuyển động của con tàu A'B' không đổi và bằng v .

Khi con tàu chuyển động A'B' đứng yên (v=0) thì toàn bộ kích thước, thời gian trôi, vận tốc tia sáng chuyển động trong không gian xung quanh con tàu A'B' giống hệt như kích thước, thời gian trôi, vận tốc tia sáng chuyển động trong không gian xung quanh con tàu AB. Nghĩa là $AB=A'B'=x=x'$, $t=t'$, $c=c'$.

Đặt hệ tọa độ X, Y, Z trùng với hệ tọa độ X', Y', Z' và hướng chuyển động của con tàu A'B' theo hướng trục X' trùng với trục X , trục Y' và Z' trùng hoặc luôn luôn song song với trục Y và Z của con tàu đứng yên AB. (Xem hình vẽ minh họa tại Hình 1).

Hình 1



Xét trên trục X và X', từ T'_B - T'_A = t₁, T'_A - T'_B = t₂, theo nguyên lý vận tốc ánh sáng không đổi trong các hệ quy chiếu, người quan sát tại hệ đứng yên AB thấy tại con tàu chuyển động A'B' tổng thời gian tia sáng đi từ A' tới B' là t₁ và thời gian tia sáng đi từ B' về A' là t₂ phải bằng thời gian tia sáng xuất phát từ A' tới B' rồi quay về A' là t'. (t₁ + t₂ = t'), tức là:

$$\frac{A'B'}{c'-v} + \frac{A'B'}{c'+v} = \frac{2.A'B'}{c'} \rightarrow \frac{x'}{c'-v} + \frac{x'}{c'+v} = \frac{2.x'}{c'} \rightarrow \frac{1}{c'^2-v^2} = \frac{1}{c'^2} \rightarrow c' = \sqrt{c'^2-v^2} \rightarrow \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c'^2}}} = 1 \quad (1)$$

Khi con tàu chuyển động A'B' đứng yên v=0, thì c'=c → $\frac{c'}{c} = 1$

Thay $\frac{c'}{c} = 1$ vào (1) ta có $\frac{c'}{c} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c'^2}}} \rightarrow c = \sqrt{c'^2-v^2}$ hoặc $c' = \sqrt{c^2+v^2}$

Từ $\frac{c'}{c} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c'^2}}}$ Chúng ta thấy khi con tàu A'B' chuyển động, tức v ≠ 0 thì c' ≠ c

, nghĩa là ánh sáng có vận tốc thay đổi do tỷ số $\frac{c'}{c} \neq 1$.

Đặt $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c'^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2+v^2}}}$ gọi là hệ số biến đổi giữa hai con tàu đứng yên và

chuyển động, chúng ta có phương trình chuyển đổi vận tốc ánh sáng giữa hệ đứng yên AB và hệ chuyển động A'B':

$$c' = c \cdot \gamma$$

- Thời gian trôi tại con tàu chuyển động A'B' khi nó đứng yên, v=0: t'=t → $\frac{t'}{t} = 1$ ta thay vào (1) → $\frac{t'}{t} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2+v^2}}} = \gamma \rightarrow$ chúng ta có phương trình

chuyển đổi thời gian giữa hệ đứng yên AB và chuyển động A'B':

$$t' = t \cdot \gamma$$

-Trên trục X', chiều dài A'B'=x' khi con tàu chuyển động A'B' đứng yên, v=0 : AB=A'B' → x=x' → $\frac{x'}{x} = 1$ ta thay vào (1) → $\frac{x'}{x} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2+v^2}}} = \gamma \rightarrow$ chúng ta

có phương trình chuyển đổi về chiều dài giữa hệ đứng yên AB và hệ chuyển động A'B':

$$\mathbf{x}' = \mathbf{x} \cdot \gamma$$

- Xem xét tương tự như trên trục X' , và vì sự không đổi của vận tốc ánh sáng trong không gian xung quanh hệ chuyển động $A'B'$, nên người quan sát tại hệ đứng yên AB luôn luôn thấy vận tốc ánh sáng di chuyển không đổi tại hệ chuyển động $A'B'$ theo trục Y' và Z' với vận tốc là $c' = \sqrt{c^2 + v^2}$. Nhưng vì theo hướng trục Y' và Z' $v=0$ nên ánh sáng di chuyển tại trục Y' và Z' với vận tốc $c'=c$.

- Khoảng cách chiều dài tại trục Y của hệ đứng yên AB là y và tại trục Y' của hệ chuyển động $A'B'$ là y' , tương tự tại trục Z là z và Z' là z' . Khi hệ chuyển động $A'B'$ đứng yên ($v=0$): $\rightarrow y=y'$ và $z=z' \rightarrow \frac{y'}{y} = 1$ và $\frac{z'}{z} = 1$

$$\rightarrow \frac{y'}{y} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2 + v^2}}} = \gamma \quad \text{và} \quad \frac{z'}{z} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2 + v^2}}} = \gamma$$

Nhưng vận tốc chuyển động của con tàu $A'B'$ không theo hướng trục Y' và Z' , do đó $v=0$, nên $\gamma=1 \rightarrow$

$$\mathbf{y}' = \mathbf{y} \quad \text{và} \quad \mathbf{z}' = \mathbf{z} .$$

Vì vậy, sự chuyển đổi các phương trình giữa hệ tọa độ X, Y, Z và thời gian t , vận tốc ánh sáng c của hệ đứng yên AB với hệ tọa độ X', Y', Z' và thời gian t' , vận tốc ánh sáng c' tại hệ chuyển động $A'B'$ sẽ là:

$$\begin{aligned} \mathbf{c}' &= \mathbf{c} \cdot \gamma \\ \mathbf{t}' &= \mathbf{t} \cdot \gamma \\ \mathbf{x}' &= \mathbf{x} \cdot \gamma \\ \mathbf{y}' &= \mathbf{y} \\ \mathbf{z}' &= \mathbf{z} \end{aligned}$$

Trong đó $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2 + v^2}}}$

§4 , Ý nghĩa vật lý của các phương trình thu được trong sự tôn trọng đối với vật thể chuyển động và đồng hồ chuyển động

Chúng ta định hướng một vật thể hình cầu có bán kính R' , đứng yên tương đối trong hệ thống k , gắn liền với nó là hệ tọa độ x', y', z' so với hệ thống chuyển động thẳng đều K với hệ tọa độ x, y, z . Phương trình bề mặt của hình cầu theo hệ tọa độ x', y', z' được biểu diễn là:

$$x'^2 + y'^2 + z'^2 = R'^2$$

Nhưng phương trình bề mặt hình cầu này được diễn tả tại hệ toạ độ x, y, z tại thời điểm $v=0$ là:

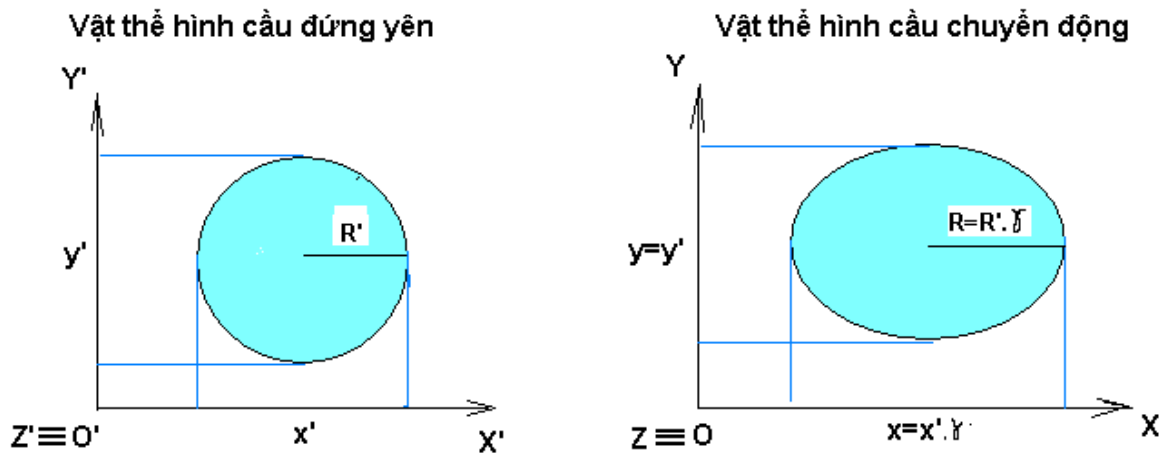
$$\frac{x^2}{\left(\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2+v^2}}\right)^2} + y^2 + z^2 = R^2$$

Như vậy, vật thể hình cầu đo được trong trạng thái đứng yên là hình cầu nhưng khi vật thể chuyển động với vận tốc v thì hình dạng của nó là hình Ellipsoid với sự biến dạng tại các trục: $\frac{R}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2+v^2}}}$, R , R .

Trong khi tại trục y, z của hình cầu không xuất hiện sự biến dạng, thì tại trục x xuất hiện sự biến dạng theo hệ số $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2+v^2}}}$.

Sự biến dạng tại trục x , theo hướng chuyển động của vật thể tuy là rất nhỏ nhưng không bị giới hạn bởi độ lớn của vận tốc chuyển động của vật thể dù rằng vận tốc chuyển động của vật thể có lớn hơn vận tốc ánh sáng c , ($v > c$). Cụ thể khi $v = c$ sự biến dạng tại các trục là $R \cdot \sqrt{2}$, R , R . Xem hình vẽ minh hoạ tại Hình 2:

Hình 2



Hơn nữa chúng ta tưởng tượng rằng một trong những đồng hồ có đủ điều kiện để đánh dấu thời gian trôi t khi hệ quy chiếu đứng yên và thời gian trôi t' khi hệ quy chiếu chuyển động thẳng đều gọi là thời gian địa phương của hệ. Tỷ lệ thời gian trôi của đồng hồ này khi quan sát tại hệ đứng yên thế nào ?

Từ phương trình biến đổi giữa hai hệ đứng yên và chuyển động thẳng đều:

$$t' = \frac{t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = t \cdot \gamma$$
 , trong đó vì $\frac{v^2}{c^2 + v^2} < 1$, nên $\gamma > 1$, thời gian trôi tại hệ chuyển

động t' luôn luôn lớn hơn thời gian trôi tại hệ đứng yên t . Nghĩa là thời gian tại hệ chuyển động: t' trôi chậm hơn tại hệ đứng yên: t theo hệ số $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$. Sự

trôi chậm thời gian tại hệ chuyển động cũng rất nhỏ, cụ thể khi vận tốc của hệ chuyển động $v=c$ thì $t' = t \cdot \sqrt{2}$.

Giả sử nếu có hai đồng hồ đo thời gian trôi hết sức chính xác, một chiếc đặt cố định tại sân bay và một chiếc đặt trên máy bay bay với tốc độ cao. Khi máy bay còn đậu ở sân bay hai đồng hồ là đồng bộ cùng chỉ rõ thời gian trôi như nhau, nhưng sau khi máy bay cất cánh tại sân bay bay vòng quanh trái đất rồi lại hạ cánh tại sân bay đó, chúng ta sẽ thấy hai đồng hồ chỉ thời gian trôi khác nhau. Đồng hồ chỉ thời gian trôi trên máy bay sẽ chậm hơn đồng hồ chỉ thời gian trôi đặt tại sân bay.

Đặc biệt lưu ý rằng theo hướng chuyển động thì vận tốc ánh sáng, khoảng cách chiều dài, thời gian trôi tại hệ quy chiếu đứng yên tỷ lệ đồng dạng với vận tốc ánh sáng, khoảng cách chiều dài, thời gian trôi tại hệ quy chiếu chuyển động thẳng đều so với nó theo hệ số γ . Ví như hai bức ảnh cỡ **18x24** và cỡ **9x12** do cùng một bản phim phóng ra, chúng giống hệt nhau về hình ảnh nhưng khác nhau về tỷ lệ kích cỡ theo hệ số: $\gamma = 2$. Bức ảnh **18x24** chỉ bằng nhau với bức ảnh **9x12** khi bức ảnh **9x12** được nhân với hệ số $\gamma=2 \rightarrow (9 \times 12) \cdot \gamma = (9 \times 12) \cdot 2 = (2 \cdot 9 \times 2 \cdot 12) = 18 \times 24$.

Vận tốc ánh sáng tại hệ đứng yên là $c=300.000$ km/s , vận tốc ánh sáng tại hệ chuyển động là $c'=300.000$ km/s. $\gamma = \frac{c}{c'}$, trong đó $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$. Từ trước đến

nay, vì không chú ý tới tính đồng dạng chúng ta đã bị sai lầm trong giản ước toán học nên cứ tưởng rằng $c=300.000$ km/s= $c'=300.000$ km/s. $\gamma = c/c'$ là đúng.

Thực chất $c' = c \cdot \gamma \rightarrow c' \neq c$.

§5, Khối lượng tương đối, năng lượng tương đối và bản chất lực quán tính của vật thể.

Khối lượng tương đối :

Trạng thái tự nhiên của vật thể từ xưa đến nay ai cũng biết quy luật rằng hoặc là nó đứng yên hoặc là nó chuyển động thẳng đều, (theo định luật thứ nhất của Newton). Nếu chúng ta muốn một vật thể có khối lượng m đang ở trạng thái đứng yên chuyển sang trạng thái chuyển động, hoặc ngược lại từ trạng thái đang chuyển động chuyển về trạng thái đứng yên thì chúng ta phải tác động cho nó một lực F tương ứng với sự chuyển đổi trạng thái đó.

Giả sử chúng ta muốn một vật thể có khối lượng m đang ở trạng thái đứng yên $v=0$ chuyển sang trạng thái chuyển động thẳng đều có vận tốc v thì chúng ta phải tác động vào nó một lực F . Lực F này tất nhiên sẽ phải tương ứng như lực F' tác động lên vật thể khi nó đang ở trạng thái chuyển động thẳng đều với vận tốc v trở về trạng thái đứng yên $v=0$.

$$F + F' = 0 \rightarrow m \cdot a + m' \cdot a' = 0 \rightarrow \frac{m \cdot (v - 0)}{t} + \frac{m' \cdot (0 - v)}{t'} = 0 \rightarrow \frac{m}{t} = \frac{m'}{t \cdot \gamma} \rightarrow$$

$$\mathbf{m' = m \cdot \gamma}$$

Trong đó m là khối lượng của vật khi đứng yên, m' là khối lượng của vật khi nó đang chuyển động với vận tốc v ; t là thời gian của lực F tác động vào vật khi vật đứng yên $v=0$ thành chuyển động với vận tốc v và $t' = t \cdot \gamma$ là thời gian của lực F' tác động vào vật khi vật đang chuyển động với vận tốc v trở về trạng thái đứng yên:

$$v=0; \gamma \text{ là hệ số biến đổi như đã tính ở §3 : } \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

trạng thái đứng yên với vận tốc $v=0$ đến trạng thái chuyển động có vận tốc v trong thời gian t và a' là gia tốc của vật đang từ trạng thái chuyển động với vận tốc v về trạng thái đứng yên có vận tốc $v=0$ trong thời gian $t' = t \cdot \gamma$.

Như vậy, chúng ta thấy khi vật có khối lượng m đang ở trạng thái đứng yên chuyển sang trạng thái chuyển động với vận tốc v thì khối lượng của nó cũng biến đổi tăng lên theo hệ số γ tương đương với lực tác động mà vật thể nhận được. Khối lượng cũng mang tính tương đối, khối lượng ở trạng thái đứng yên khác với khối lượng khi nó chuyển sang trạng thái chuyển động thẳng đều.

Năng lượng tương đối :

Tương tự như phương pháp tính khối lượng tương đối và áp dụng các phương trình chuyển đổi giữa hệ tọa độ đứng yên và chuyển động. Nếu chúng ta muốn thay đổi trạng thái của vật thể từ đứng yên sang chuyển động thẳng đều với vận tốc v , thì chúng ta phải tốn một công A cho vật thể có khối lượng m đang đứng yên, $v=0$, để nó có vận tốc chuyển động v . Hoặc ngược lại phải tốn công A' cho vật thể đang chuyển động với vận tốc v trở về trạng thái đứng yên $v=0$. Tất nhiên công A làm vật thể có khối lượng m từ đứng yên thành chuyển động với vận tốc v phải bằng

với công A' khi vật thể có khối lượng m' đang chuyển động với vận tốc v về vận tốc v=0. (m' trong trạng thái đang chuyển động tương ứng với m trong trạng thái đang đứng yên). (A=F.x) + (A'=F'.x')=0, (trong đó F là lực tác động trên quãng đường x vào vật thể từ trạng thái đứng yên sang chuyển động và F' là lực tác động trên quãng đường x' vào vật thể đang ở trạng thái chuyển động thành đứng yên).

$$A + A' = 0 \rightarrow F.x + F'.x' = 0 \rightarrow m.a.x + m'.a'.x' = 0 \rightarrow \frac{m.(v-0).vt}{t} + \frac{m'.(0-v).v.t'}{t'} = 0 \rightarrow \frac{m.v^2}{2} - \frac{m'.v^2}{2} = 0 \rightarrow m.v^2 = m'.v^2 \rightarrow E = m'.v^2 \rightarrow$$

$$E = m.\gamma.v^2$$

Trong §2, ta thấy $c' = \sqrt{c^2 + v^2} \rightarrow v^2 = (c'^2 - c^2)$, do đó: $E = m.\gamma.(c'^2 - c^2) \rightarrow$

$$E = m.\gamma.c'^2 - m.\gamma.c^2.$$

Trong đó $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2 + v^2}}}$

Nghĩa là để thay đổi trạng thái của vật thể có khối lượng m từ đứng yên v=0 sang trạng thái chuyển động thẳng đều có vận tốc v, hoặc từ trạng thái đang chuyển động đều có vận tốc v về trạng thái đứng yên v=0 thì phải mất năng lượng bằng $E = m.\gamma.c'^2 - m.\gamma.c^2 = E_r - E_o$. (Trong đó $E_r = m.\gamma.c'^2$ là năng lượng của vật thể trong trạng thái chuyển động với vận tốc v và ánh sáng di chuyển trong không gian và thời gian xung quanh vật thể với vận tốc là $c' = c.\gamma$; $E_o = m.c^2 = m.\gamma.c^2$, vì với v=0 nên $\gamma=1$, là năng lượng của vật thể trong trạng thái đứng yên v=0 và ánh sáng di chuyển trong không gian và thời gian xung quanh vật thể với vận tốc là c).

Để tránh rắc rối do không gian, thời gian xung quanh vật thể chuyển động khác với vật thể đứng yên, năng lượng tương đối của vật thể trong không gian và thời gian của một hệ quy chiếu được viết khái quát là:

$$E_r = m.\gamma.c'^2 = m.\gamma.(c.\gamma)^2 = m.\gamma^3.c^2.$$

Khi v=0 thì $\gamma^3=1 \rightarrow E_o = m.c^2$ đó là trạng thái đứng yên của vật thể, chúng ta gọi đó là năng lượng nghỉ của vật thể có khối lượng m.

Bản chất quán tính của vật thể có khối lượng m

Từ công thức năng lượng “đứng yên” tương đối của vật thể trong không gian và thời gian của một hệ quy chiếu phổ quát $E_r = m.\gamma^3.c^2$, chúng ta thấy giữa khối

lượng và năng lượng có mối liên quan chặt chẽ với nhau, năng lượng có thể chuyển hoá thành khối lượng và ngược lại.

Ngoài ra năng lượng “đứng yên” tương đối của vật thể E_r còn thể hiện trạng thái ban đầu của vật thể có khối lượng m . Vì rằng nếu năng lượng “đứng yên” tương đối E_r có sự chuyển hoá tăng lên hoặc giảm đi năng lượng cũng có nghĩa là vật thể có khối lượng m đó đã thay đổi trạng thái không còn như ở trạng thái ban đầu nữa. Tính chất quán tính của vật thể có khối lượng m cũng tương tự như tính chất năng lượng tương đối của vật thể có khối lượng m . Do đó có thể nói bản chất quán tính của vật thể có khối lượng là sự thay đổi năng lượng trong tổng năng lượng “đứng yên” tương đối $E_r = m \cdot \gamma^3 \cdot c^2$ của vật thể.

Nói cách khác công thức năng lượng tương đối E_r của vật thể chỉ rõ vật thể có khối lượng m đang ở trạng thái đứng yên hay trạng thái chuyển động trong không gian và thời gian của hệ quy chiếu, cũng có nghĩa là chỉ rõ nguyên nhân có lực quán tính của vật thể có khối lượng m .

§6, Vận tốc ánh sáng phụ thuộc vào trường hấp dẫn.

Từ việc khi một hệ quy chiếu hay một vật thể phát sáng chuyển động so với một hệ quy chiếu hay một vật thể phát sáng khác được coi là đứng yên thì vận tốc ánh sáng di chuyển trong không gian, thời gian của hệ quy chiếu đó hay xung quanh vật thể phát sáng đó có giá trị theo công thức $c' = c \cdot \gamma = \frac{c}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2 + v^2}}}$, (trong đó c' là vận

tốc ánh sáng trong không gian, thời gian xung quanh vật thể chuyển động và c là vận tốc ánh sáng trong không gian, thời gian xung quanh vật thể khi nó đứng yên). Kết quả khi $v=c$ thì $c' = c \cdot \sqrt{2}$, chúng ta thấy vận tốc ánh sáng đã bị biến đổi theo chiều chuyển động nhưng không phải tuân theo định luật cộng vận tốc như cơ học cổ điển: $c' = c + v$, (kết quả khi $v=c$ thì $c' = 2 \cdot c$). Sự biến đổi vận tốc ánh sáng này chứng tỏ trong không gian-thời gian quanh vật thể phát sáng phải có một chất “ether” gây ra, chất “ether” đó là gì ?

Trong §1, chúng ta đã giả định ánh sáng di chuyển trong không gian trống rỗng, như vậy trong không gian quanh vật thể chuyển động không phải là trống rỗng mà phải chứa một chất “ether” nào đó khiến cho không gian, thời gian cũng bị thay đổi kéo theo ánh sáng bị thay đổi vận tốc truyền trong không gian đó. Chất “ether” này chính là trường hấp dẫn trong không gian xung quanh vật thể đã bị biến đổi gây nên. Bằng chứng là giữa khối lượng và trường hấp dẫn biểu hiện bởi gia tốc trọng trường g xung quanh vật thể có mối liên hệ chặt chẽ với nhau. Nếu khối lượng biến đổi thì gia tốc trọng trường g xung quanh vật thể cũng bị biến đổi. Và như đã chứng minh tại phần **khối lượng tương đối** trong §5, khối lượng của vật thể trong

trạng thái đứng yên chuyển sang trạng thái chuyển động đã bị biến đổi theo công thức $m' = m \cdot \gamma$, trong đó $\gamma > 1$ gọi là “hệ số biến đổi” hay “hệ số dẫn”. Từ công thức chuyển đổi khối lượng tương đối này chúng ta dễ dàng tính được sự thay đổi của gia tốc trọng trường g thành g' biểu hiện cho trường hấp dẫn xung quanh vật thể : $g' = g \cdot \gamma \rightarrow (\gamma = g'/g)$.

(Trong đó g là gia tốc trọng trường trong không gian xung quanh vật thể khi nó đứng yên và g' là gia tốc trọng trường trong không gian xung quanh vật thể đó khi nó đang chuyển động).

$$\text{Từ công thức } c' = c \cdot \gamma \rightarrow c' = c \cdot (g'/g)$$

Do đó khi trường hấp dẫn trong không gian biểu hiện bởi gia tốc trọng trường g thay đổi thành g' thì vận tốc ánh sáng thay đổi theo công thức:

$$c' = c \cdot (g'/g) .$$

Nói cách khác vận tốc ánh sáng phụ thuộc vào trường hấp dẫn, trường hấp dẫn thay đổi thì vận tốc ánh sáng cũng thay đổi.

Kết luận :

Qua đây phải thừa nhận một sự thật hiển nhiên rằng chúng ta đang xem xét ánh sáng lan truyền trong không gian với vận tốc không đổi và bằng $c = 300.000 \text{ km/s}$ không phải là trong không gian trống rỗng mà là trong không gian có chứa trường hấp dẫn với một giá trị nhất định. Thí nghiệm đo vận tốc ánh sáng của các ông Michelson-Morley nằm trong không gian-thời gian chứa trường hấp dẫn không đổi của trái đất chuyển động cùng với sự chuyển động của Trái đất nên là một hệ quy chiếu “đứng yên” tương đối, không phụ thuộc vào việc Trái đất có chuyển động hay không chuyển động. Sự cộng vận tốc của Trái đất đối với vận tốc ánh sáng trở nên vô nghĩa, do đó vận tốc ánh sáng tất nhiên sẽ luôn luôn là hằng số không đổi trong không gian-thời gian chứa trường hấp dẫn của “hệ quy chiếu” Trái đất. Nếu đứng từ hệ quy chiếu khác với “hệ quy chiếu” Trái đất, ví dụ như tại “hệ quy chiếu” sao Hoả chẳng hạn nhìn về “hệ quy chiếu” Trái đất chúng ta sẽ thấy ánh sáng tại “hệ quy chiếu” Trái đất sẽ có vận tốc khác với vận tốc ánh sáng tại “hệ quy chiếu” sao Hoả. Đáng tiếc là Einstein đã áp dụng máy móc kết quả thực nghiệm của Michelson-Morley nên chưa mở rộng được tầm nhìn của tri thức nhân loại.

Thuyết tương đối của Einstein nay đã được viết lại dễ hiểu và đúng đắn hơn. Việc có muốn ứng dụng để nâng cao tri thức hơn trước hay không ? giờ đây tùy thuộc vào nhu cầu có hay không có của mọi người chứ không phụ thuộc vào tác giả.

Hà-nội, ngày 12/6/2009.

