

勞倫茲轉換

荷蘭科學家 劳伦茲 在眾人想“修正”馬克斯威爾方程式不符合伽利略轉換時，發現了用下列方式組去轉換的話，馬克斯威爾方程式可保持原來的形式：

$$\begin{cases} t' = \gamma(t - vx/c^2) \\ x' = \gamma(x - vt) \\ y' = y \\ z' = z \end{cases}$$

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

$$\begin{bmatrix} ct' \\ x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma & -\beta\gamma & 0 & 0 \\ -\beta\gamma & \gamma & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} ct \\ x \\ y \\ z \end{bmatrix}.$$

為了解釋上述以太實驗似乎地球對其無相對速度增加的疑點，勞倫茲首先提出以太會讓長度約短的機制

$$L_{\parallel} = L_0 \sqrt{1 - u^2/c^2}$$

如果它是真的，則套用在 M-M 上述的結果上時

$$t_1 + t_2 = \frac{(2L/c) \sqrt{1 - u^2/c^2}}{1 - u^2/c^2} = \frac{2L/c}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}$$

兩臂的結果就真的一樣了。



相對論

新分頁

boson4.phys.tku.edu.tw/high-school_math/relativity.html

Facebook

iGoogle

Yahoo!奇摩

駕客記事臺北市立建...

自修室座位預約-查詢

夢駕林

百度一下，你就知道

維基百科 - 維基百科

歡迎光臨「2011年...

愛因斯坦提出的相對論公設

慣性座標中物理定律形式不變

所有慣性座標中光速恆定

I

重要的新觀念：同時性（是相對而不是絕對的）

與牛頓、伽利略時空觀很不同的結果是，在相對論之下沒有“同步時間流”這一回事，因此兩個事件是否“同時”發生是取決於觀察者的相對速度狀態，而非絕對的。

從愛因斯坦相對論導出勞倫茲轉換

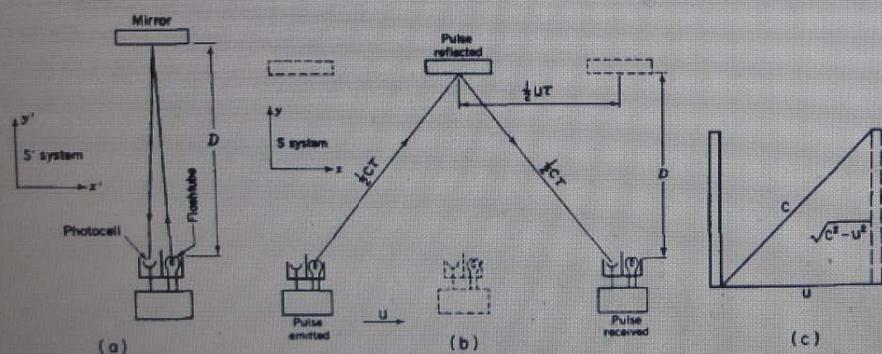


Figure 3-3. (a) A “light clock” at rest in the S' system. (b) The same clock, moving through the S system. (c) Illustration of the diagonal path taken by the light beam in a moving “light clock.”

對於靜止座標系中的觀察者看起來，光走的路徑是斜邊，它的長度若是與平移的部分來比，基於光速固定原則，是 c/u 的比例，也就是說，《基於畢氏定理》與垂直

走的長度比例是 c^2/u^2 。這代表，如果平行於運動方向的長度縮短，那垂直於運動方向的長度會增加。

上午 11:14
2011/4/23

Windows Internet Explorer Google YouTube Word Calendar Computer Adobe Reader

對於靜止座標系中的觀察者看起來，光走的路徑是斜邊，它的長度若是與平移的部分來比，基於光速固定原則，是 $c : u$ 的比例，也就是說，（基於畢氏定理）與垂直邊的長度比例是 $c : \sqrt{c^2 - u^2}$ 。現在靜止觀察者替移動觀察者想，這道光在移動座標系中走的不是 c 比例的長而是 $\sqrt{c^2 - u^2}$ 比例的長，而光線發射到偵測一樣是要滿足 $dx^2 - c^2t^2 = 0$ 的情況下，唯有時鐘變慢。

$$\sqrt{c^2 - u^2} t' = c t$$

$$t' = t / \sqrt{1 - (u/c)^2}$$

重要結論：不只空間座標要轉換，時間的也要。

範例：車廂中間點向前後同時發球 車上觀察者認為 同時 到達，地面 觀察者認為 不同時 到達。（其他類似的有趣例子還很多）

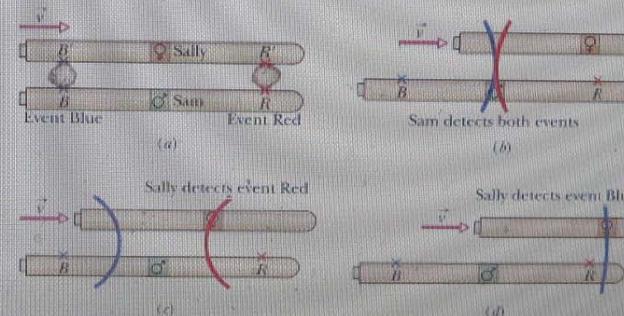


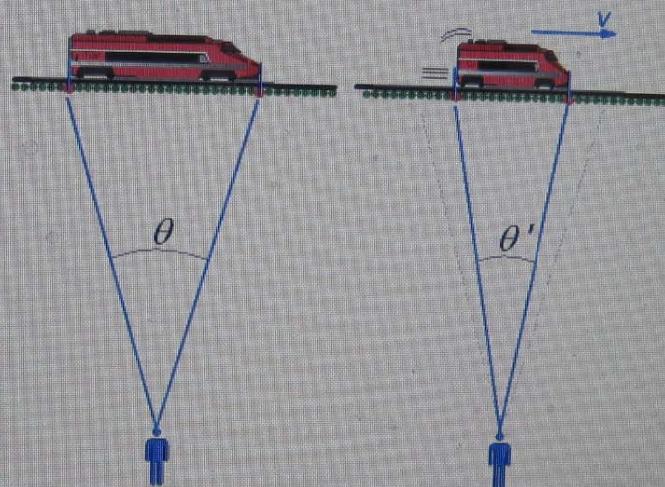
FIG. 37-4 The spaceships of Sally and Sam and the occurrences of events from Sam's view. Sally's ship moves rightward with velocity \vec{v} . (a) Event Red occurs at positions RR' and event Blue occurs at positions BB' ; each event sends out a wave of light. (b) Sam simultaneously detects the waves from event Red and event Blue. (c) Sally detects the wave from event Red. (d) Sally detects the wave from event Blue.

As a study of Fig. 37-4 shows, Sally and the expanding wavefront from event Red

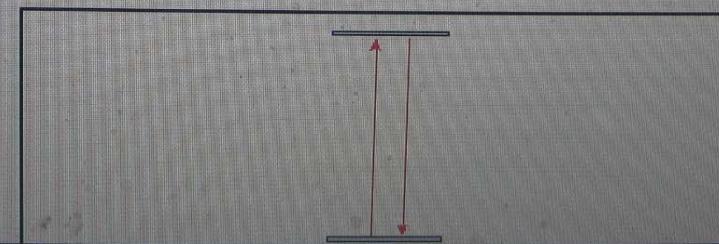
座標、長度、時間、速度相加、質能互換

在靜止的觀察者看來，在動的動體或系統會：

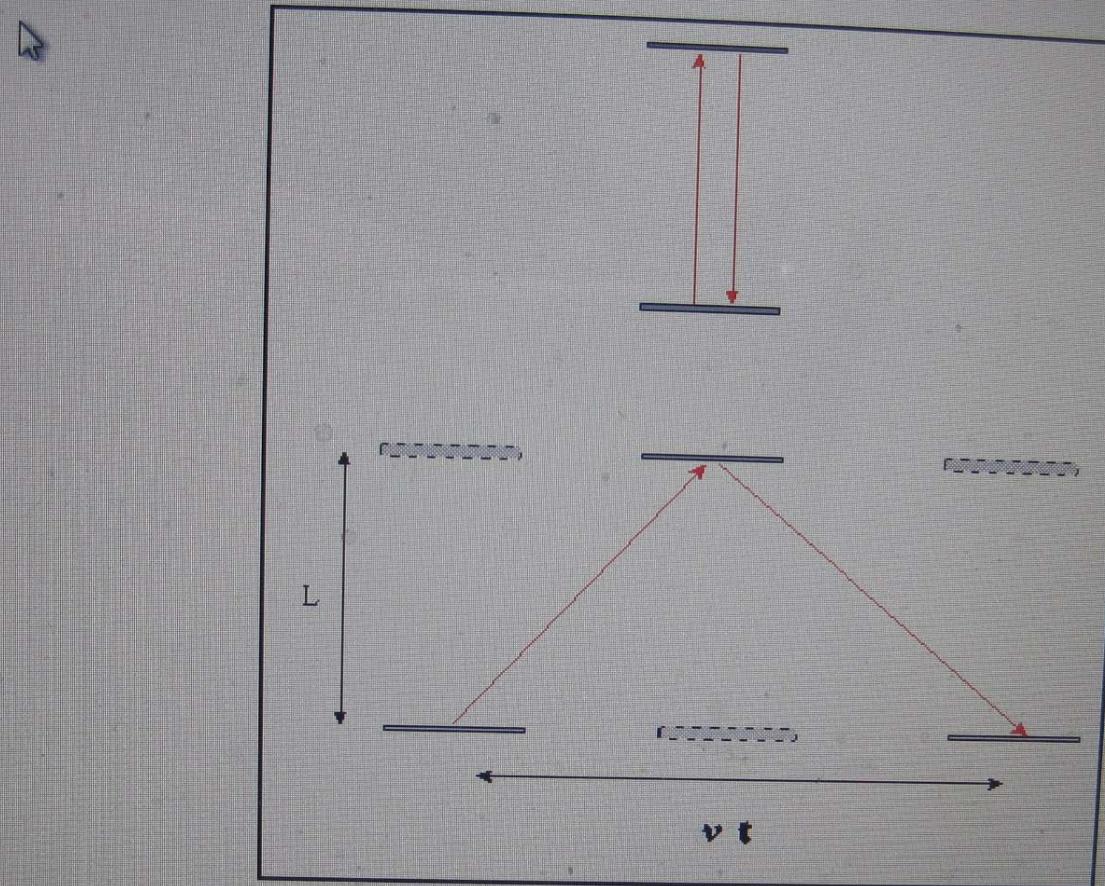
長度縮短



時間膨脹 (Time Dilation)



時間膨脹 (Time Dilation)



利用畢氏定理，並認定光在任何慣性座標都是同一個值 c 。

$$t' = \frac{t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

質量增加

$$M = m / \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

(一些專家主張只談靜止質量與相對運動下的動量，避免談這種隨速度改變之談相對質量。)

自動幫你試算的網頁 <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/relativ/tdil.html>

速度相加公式

愛因斯坦推導出

$$s = \frac{v + u}{1 + (vu/c^2)}.$$

有別於伽利略的

$$\vec{s} = \vec{v} + \vec{u}$$

其中 c 是光速。

質能互換

$$E = mc^2$$

此式的推導，要從動量-能量關係

$$E_r^2 - |\vec{p}|^2 c^2 = m_0^2 c^4$$

考慮出發，詳請見教科書或維基百科。

（註：由上式可得 $E^2 = p^2 c^2 + m_0^2 c^4$ ，即 $E^2 = p^2 c^2 + m^2 c^4$ ）

上午 11

2011/4



採用數學（幾何）的語言：轉時間軸



轉動一向量其長度保持，只是參考座標的不同。換句話說，兩者都靜止，只是各自座標系方向定位不同，則一個旋轉就可以把兩者關聯起來。

至於有相對速度的時候，若是速度可直接加成的伽利略時空，則只是作 $x' = x + vt$ 這種修改而已。然而，現在我們知道，要滿足長度會縮短的那個才是符合相對論的要求。我們必須要採行一種新的轉換方式，才能表現出像長度約縮及時間延遲（膨脹）這些現象。

這就導致了定義 明可夫斯基 (Minkowski) 空間，而 Lorentz 轉換的位階就成了該空間中的一種旋轉。維基百科上有清楚的進一步說明：http://en.wikipedia.org/wiki/Introduction_to_special_relativity

在定義了 Minkowski 時空中之 "距離" 是 $s^2 = x^2 + y^2 + z^2 - (ct)^2$ 的情形下，問怎樣的轉換對於在此一新距離定義下的在兩個不同速度的觀察者而言，該距離都是不變的，則自然就會導出 Lorentz 轉換公式。

Roger Penrose 說是 Minkowski 時空 (spacetime) 的觀念提出之後，愛因斯坦相對論的架構才算完成，可見其重要性。

所以空間到底是三度還是四度？（有什麼差？）

住在交錯榕樹鬚上的螞蟻

住在桌面上之螞蟻（體悟到平面上之二維轉動公式而知道它所處的是平面新世界）

住在海邊岩石縫中的小蝦（可以感受到潮汐，但從未能知道太陽從固定的一邊昇上來。）

人類一時不察。因為我們自己移動的速度比起光速而言很慢。

時間、空間；初始條件、邊界條件



時間、空間；初始條件、邊界條件



如果空間的邊界條件可以是無邊界條件（沒有邊緣），時間也可以像空間那樣彎起來嗎？

光及光的速度那麼特別嗎（這不是近代物理，仍是當前問題）

光到底是什麼東西？

原來光速是的時空結構的一部分。

那東西與光有什麼關係？

原子中的原子核與電子之間，是電磁作用力束縛在一起的。

那為什麼其他的所有東西速度不是光速、且也不固定？

其他東西有質量，其速度視動能而定。

是不是所有無質量的東西（基本粒子）都只有一種速度，就定是光速？

根據相對論的要求的確必須這樣（想想質量增加的公式）

那（靜止）質量是什麼？

是來自與希格斯粒子交互作用嗎？LHC 強子對撞機 2009 年啟用，想找答案的第一個線索（粒子碎片）。

狹義相對論的印證與應用

beta-射線在磁場中彎折的角度，與質量有關

