

有些人太膽小，把書本視為真理，不敢懷疑或懶得懷疑。這絕不是科學工作者應有的態度。老早就有人講過，盡信書不如無書，何況在前途困難重重的今日物理，如果缺乏懷疑的膽量，那讀物理實在枉然，一輩子別想有成就。近代物理的發展史告訴我們，懷疑精神正是創造的源泉，尤其是需要革命性進展的時候。Einstein 就是一個最好的例子，他敢於懷疑時間的相對性，他敢於懷疑光之波動性，這在當時簡直是「大逆不道」，但他之發現相對論和光電效應可說是這「大逆不道」的結果。Lorentz transformation 是誰提出的？Quanta 是誰提出的？但他們偏就缺個膽量。所以說如果只想洗幾年碟子，得個Ph. D. 賺幾塊錢便罷，否則要是想在歷史上留點痕迹就須培養

勇氣。尤其現在許多方面都遭遇到極大的困難，正是我們輝煌創造的大好機會。楊振寧說：「現在物理內沒有小魚好釣，只有大魚。」但正是釣大魚才令人興奮啊！目前世界各地的物理學家都在盼望著一個空前的大革命，比相對論，量子論的提出更富爆炸性。前些年Lucky<sup>1</sup>上一篇文章說，終會有一天，有位天才出眾的青年會在下列各都市之一發表驚人的答案：東京、哥本哈根、哥廷根、莫斯科、Berkeley、Passadena、Princeton，英國和美國的劍橋。但我相信將出在中國，就不是在中國也一定是中國人。古老的、優秀的中華民族終將重扮世界的主角，無論在那一方面。這個青年或許就是你，或許就是他，但如果他沒有懷疑精神，我們可以斷定絕不會是他。

---

---

## 四 維 的 世 界 胡 承 瑜

---

---

愛因斯坦發表相對論，可說是牛頓以後物理學上第一件大事，這使得我們發覺並不處於三維的空間中，而是在四維的「時空」中。簡單地說，「四維」就表示任一事件需要四個數（座標）來指出其位置。但這並不是甚麼新觀念，在愛因斯坦以前，人們也知道需要四個數字來確定一事件，用三個數字說明此事件發生的地點，另外一數字則表示出此事發生的時間，然而卻沒有人說我們的世界是四維的。此原因乃是在相對論中，空間和時間有了新的關係。

舊力學認為空間是三維的，時間是一維的，但二者之間沒有關聯。要確定空間中的一點，可以從對一觀察者左右、前後及上下的關係和距離表示出來，但是所謂左右、前後及上下三個方向並沒有一定的規定。如果他轉了一個直角，左右的方向就變成前後，前後也成為左右。如果轉了六十度，那就有了新的左右及前後的方向。當人們承認地平說的時候，上下的方向有確定的意義，可以把空間視為垂直的一維和水平的兩維的聯合。但是當我們知道地球是圓的以後，上下也不再絕對的意義，地球上不同地方的人把空間分成不同的垂直及水平方向。我們可以用任何三個方向來表示空間的位置，而各方面之間並沒有甚麼區別。所以說空間是三維的，雖然可以分解成三個一維的聯合，但這種分解是任意的。我們可以利用解析幾何上的笛卡兒座標，選擇X, Y, Z, 軸，每一點賦予三個座標。如有P<sub>1</sub>及P<sub>2</sub>兩點，座標為(x<sub>1</sub>, y<sub>1</sub>, z<sub>1</sub>)及(x<sub>2</sub>, y<sub>2</sub>, z<sub>2</sub>)，把P<sub>1</sub> P<sub>2</sub>視為一向量，此向量長亦即兩點之距離為 $[(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2]^{1/2}$ 。假若另外選擇x<sup>1</sup>, y<sup>1</sup>, z<sup>1</sup>軸，P<sub>1</sub>與P<sub>2</sub>就有了新的座標(x<sub>1</sub><sup>1</sup>, y<sub>1</sub><sup>1</sup>, z<sub>1</sub><sup>1</sup>)及(x<sub>2</sub><sup>1</sup>, y<sub>2</sub><sup>1</sup>, z<sub>2</sub><sup>1</sup>)，雖然座標有了新的值，P<sub>1</sub>P<sub>2</sub>在軸上的分向量也改變了，但是兩點的距離仍然一樣，即 $[(x_2^1 - x_1^1)^2 + (y_2^1 - y_1^1)^2 + (z_2^1 - z_1^1)^2]^{1/2} = [(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2]^{1/2}$ 。然而時間卻與空間完全無關，時間

是絕對的，無論用怎樣的空間座標，兩事件發生的時間關係仍然不變，整個宇宙間只有一個時間。

相對論有了不同的意見，兩個作相對運動的慣性系中，時間也不一樣。這就是說我們的世界是四維的，除了空間的三座標軸以外，還要加上時間一軸，雖然可以分解成三維的空間和一維的時間，但這種分解是任意的，我們可以改變我們的運動而改變我們所選擇的時間軸的方向，因而也改變空間的關係。事件為四維的時空中的點，不論用怎樣的座標軸，兩事件E<sub>1</sub>(x<sub>1</sub>, y<sub>1</sub>, z<sub>1</sub>, t<sub>1</sub>)及E<sub>2</sub>(x<sub>2</sub>, y<sub>2</sub>, z<sub>2</sub>, t<sub>2</sub>)之間隔(interval)即 $[(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2 - c^2(t_2 - t_1)^2]^{1/2}$ 是一不變值。至於長度及時間只是四維向量在空間及時間上的兩個分向量，當採用不同的時間軸時，兩件事間的長度及時間也不一樣。我們考慮兩個事件：掛在牆上的鐘鳴了一響及鳴了兩響，對地球上的人說來，這兩件事發生在同一地點，而隔了一小時。但太陽上的觀察者卻認為他們距七萬哩之遠，而時間也比一小時稍長一點。「同時」這一辭也失去了意義，對一觀察者同時發生的事，對其他不同狀況的人有了先後的區別。

所以我們必須以時空來代替時間與空間，舊觀念中的絕對時間已不存在。以前我們可以考慮很多物體，同時討論他們的狀態，因為他們的時間都是一致的，可以不予討論。但現在我們不能這樣做了，必須指出討論某一物體的時刻，也就是必須考慮「事件」。如果知道一事件對某一觀察者發生的時間及地點，也就可以算出對其他觀察者的時間及地點，但不能只考慮其中之一。

相對論並不是說時間與空間毫無區別。正如可以區別垂直與水平的方向一樣，我們仍然可以區別時間及空間，但這種區別和舊理論截然不同。我們可以將時空分解成時間及空間，但必須注意在甚麼狀況下，這種分法是合理的。