

# GPS:生活中的相對論

## 與本主題相關的進階學習

### 一、孿生子謬論

孿生子悖論是一個有關狹義相對論的思想實驗。有一對孿生兄弟，登上宇宙飛船太空旅行的A，與留在地球的B。結果當旅行者A回到地球後，他發現自己比留在地球的兄弟B更年輕。

這個結果乍看起來與狹義相對論是違背的，B看A遠離自己所以認為A的時鐘比較慢，A看B也認為B遠離自己所以認為B的時鐘比較慢，但實際上A必定經過多次加速，例如折返回地球時。

而加速度坐標系就不能用那麼簡單的想法去想了，可以利用算時空間隔在他們任一座標系中所行走的時空路徑上的積分來準確計算年齡。

網站介紹：[College Physics](#)

112級 吳尚澤

### 二、繆子的衰變

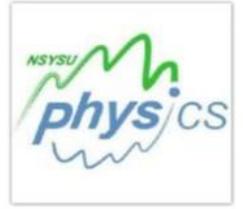
每過一秒，大量的宇宙射線與大氣中的空氣分子發生碰撞，其間產生大量基本粒子，例如電子，中子，K介子，正電子和繆子等。繆子的靜止半衰期很短，只有1.56微秒，很快便會衰變成其他粒子，但科學家在實驗中探測到比預期更多的繆子能在它衰變前由大氣中移動到達地面。其實此現象是由時間膨脹造成的。相對於地球的科學家，繆子以 $0.98c$  ( $c$ =光速)的速度衝向地面，因此高速移動的繆子其時間會比它靜止時長，其半衰期也會因而變長，能在衰變成其他粒子前到達地面。

網站介紹：[Muon Experiment in Relativity](#)

113級 陳漢濠



# 國立中山大學物理系 生活物理演示 服務市民



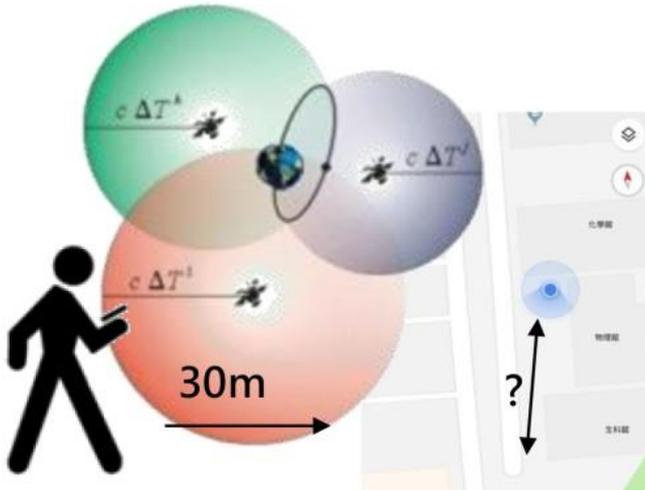
## 手機定位 GPS

### 行動演示-1：GPS 地圖

高中生準備事項：手機，app  
“google map”



GPS 衛星是以三(四)角定位法找到我們的位置，走 30 公尺，觀察地圖上顯示的距離



### 行動演示-2：Pokmon Go

高中生準備事項：手機，app  
“Pokmon Go”



持續走一小段距離，直到遊戲中的人物開始移動，計算這段距離



### 行動演示-3：GPS 衛星

高中生準備事項：  
手機，app “GPS Test”



觀察衛星定位的數目與信號清晰度



### 行動演示-4：Zenly

高中生準備事項：  
手機，app “Zenly”



實際運用 GPS





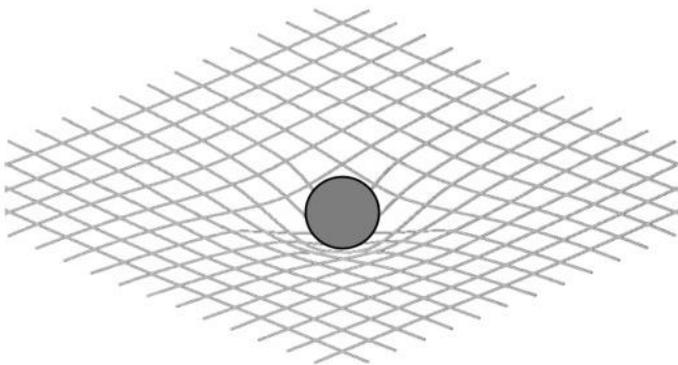
# 國立中山大學 物理系 生活物理演示 服務市民



## 手機定位 GPS

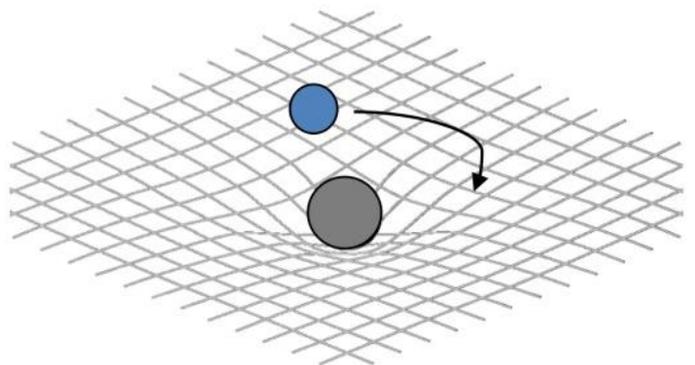
### 帳篷演示-1：時空扭曲

以布來模擬時空，將鐵球放到平坦的布上，使布凹陷，模擬質量使時空扭曲



### 帳篷演示-2：重力場

將彈珠丟出，使彈珠沿“時空”的凹陷繞著鐵球轉，模擬行星受恆星重力場影響而公轉



### 帳篷演示-3：重力波

放上兩個互繞的球，此時布會震動，能量以波的形式釋放，模擬重力波



### 帳篷演示-4：GPS 模型

在全球任何地點、任何時刻至少可以觀測到 4 個衛星。計算 GPS 模型的衛星與軌道數量

