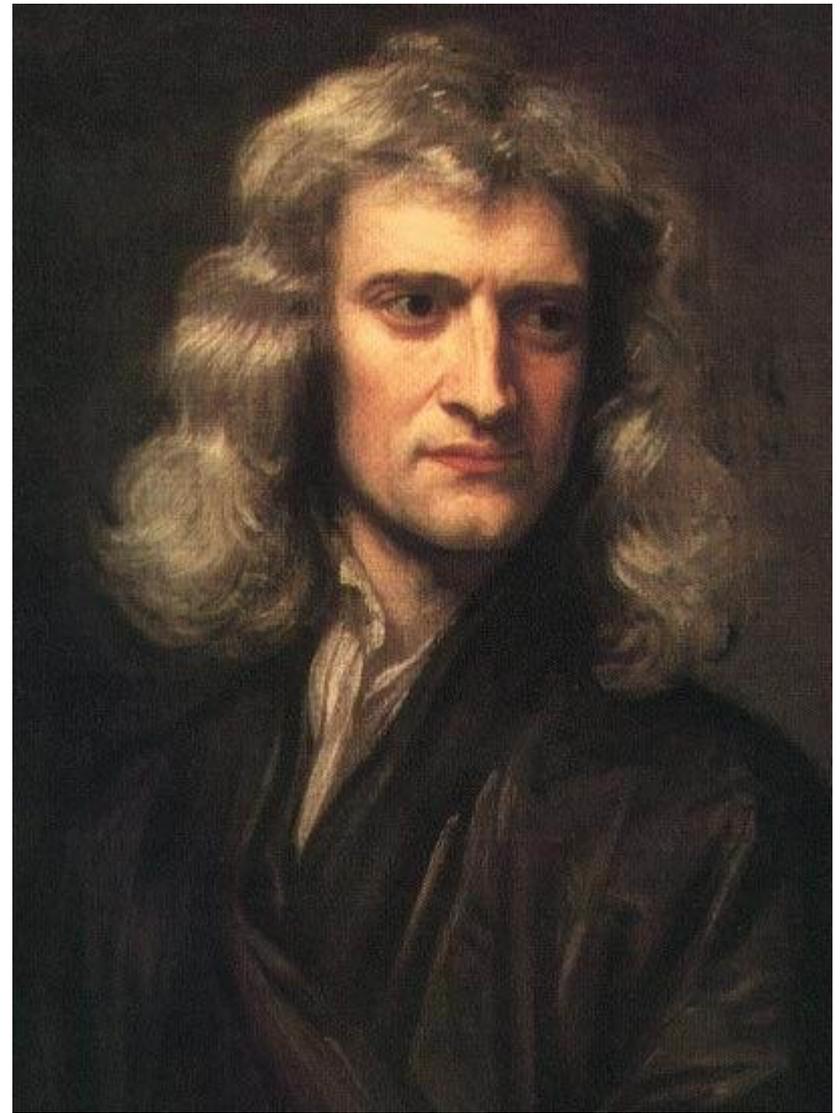


現代科學之父-  
艾薩克·牛頓  
( Sir Isaac Newton )

*Is. Newton*



# 小時候的牛頓

- 西元1642年，牛頓出生在英國一個叫做烏爾索坡 (Woolsthorpe) 的偏僻村落，由於早產，從小衰弱多病，沒有人寄望他能順利長大，但是他卻奇蹟似的存活下來。
- 在他出生前，父親就過世了，母親在他3歲的時候改嫁。牛頓小時候被外婆撫養長大，個性有點孤僻、內向、害羞。
- 牛頓小時候在學校的成績並不優秀，可是對於一切他不明白的事物都很感興趣，並且不厭其煩的動手做實驗，同時有木刻模型及機械方面的天份，他還發明了水鐘、風車及燈籠等東西，可以說是一個『少年發明家』喔！

# 蘋果真的掉下來嗎？

- 許多書上都說，牛頓被掉下來的蘋果打中，所以才發現了「萬有引力」，這個故事恐怕只是一個傳說，未必是真的，不過在他住的房子西邊的庭院中，確實種了一棵蘋果樹。
- 英國人非常執著於這個蘋果的故事，甚至將那棵樹指給好奇的遊客看，如果到英國去，千萬別和英國人爭執這件事是真還是假。

# Newton's tree, (Botanic Gardens, Cambridge)



# 牛頓出生的地方



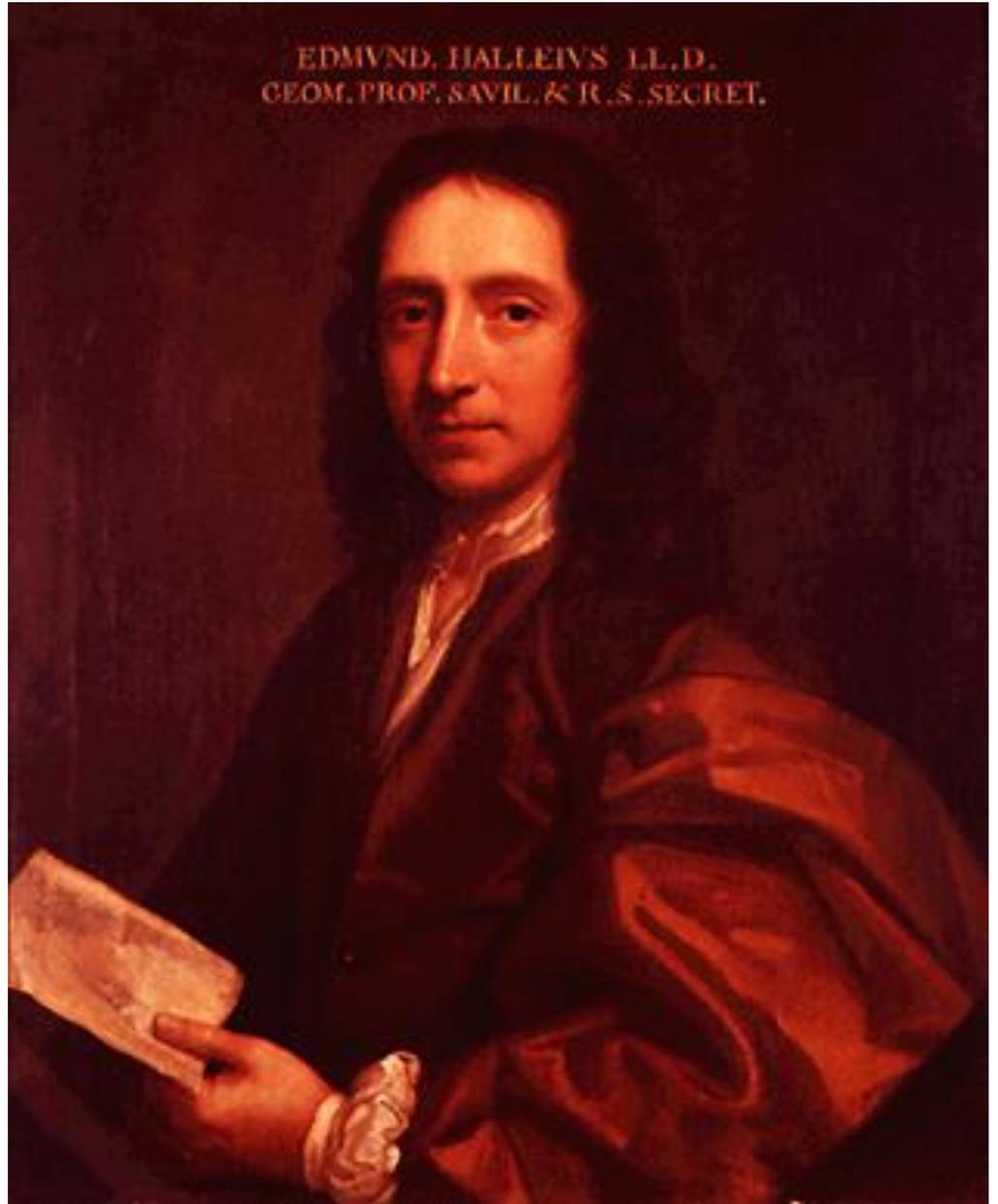
# 牛頓的黃金時期

- 牛頓18歲時進入劍橋大學就讀，23歲從劍橋大學畢業後，當時由於黑死病蔓延，便躲回家鄉。
- 在家鄉的這兩年（23～25歲）是他這一生創造力最顛峰的時期，也奠定了他一生中三大發現——萬有引力、光學及微積分的重要基礎。

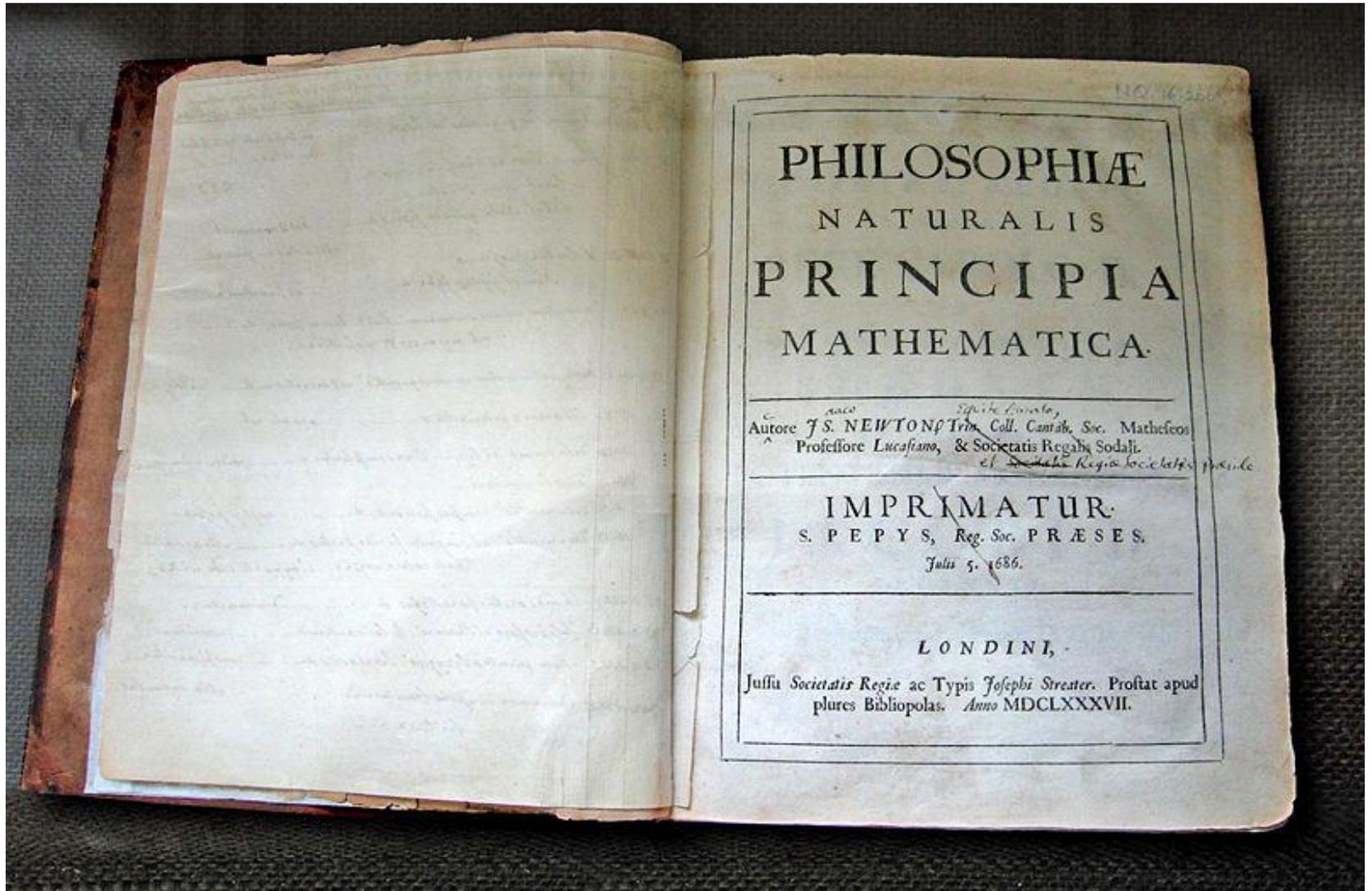
# 牛頓偉大的著作《數學原理》

- 牛頓在1684年跟他的好朋友哈雷(Edmond Halley，不是無尾熊哈雷，是後來算出哈雷彗星週期，並以他的名字命名彗星的科學家—哈雷)解釋，如何用數學的方法，計算出行星的運動和橢圓形軌道。
- 哈雷覺得牛頓的研究是很大的突破，馬上勸他將研究的原理公告世人，後來出版成為一本書，這本書就是《自然哲學的數學原理》(*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*)，是科學史上空前偉大的著作，通常簡稱為《數學原理》。

# Edmond Halley (1656-1742 )



# 自然哲學的數學原理



# 牛頓三大運動定律

## (The three laws of motion)

- 牛頓第一運動定律：當物體不受外力作用，或所受合力為零時，原先靜止者恆靜止，原先運動者恆沿著直線作等速度運動，又稱「慣性定律」。
- 牛頓第二運動定律：物體受力後其動量變化率，和其所受的淨力（即合力）成正比，及處於同一方向。
- 牛頓第三運動定律：當兩物體交互作用時，彼此互以力作用於對方，兩者大小相等，方向相反，但作用在不同的物作用體上，又稱「作用與反作用定律」。

# 第一定律-慣性定律

- 簡單的說就是「除非有外在的力量加進去，保持靜止的物體，會永遠保持靜止；沿一直線作相同速度運動的物體，也會一直持續不停的跑下去」。
- 一顆球，你不去碰它，沒有風去吹它，它永遠不會動；但是你把它往前丟出去，如果沒有任何摩擦力、阻力，球也會一直往前跑，跑到天涯海角。
- 也就是「靜者恆靜，動者恆動」。

# 牛頓第二定律-牛頓的運動方程式

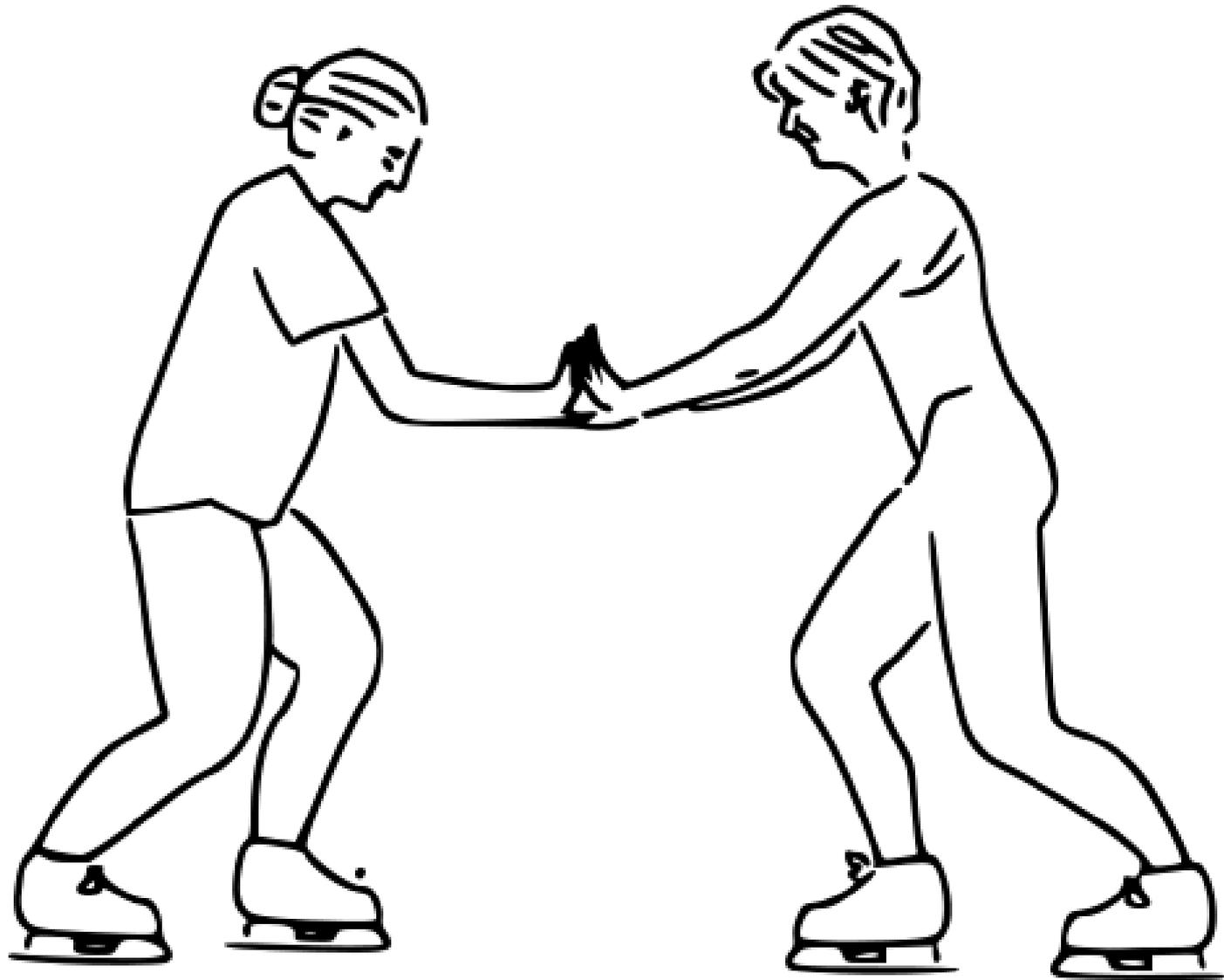
- 一個物體的加速度與作用在物體上的合力成正比，與它的質量成反比。
- 簡單的說是「當物體受到外來的力量時，它會沿著這個力量的方向，加快速度運動，力量越大速度就越快」。
- 譬如：一顆球，如果你一直持續的推它，持續的把力量加給它，它是不是會越跑越快呢！

$$\mathbf{F} = ma \qquad \vec{F} = \frac{d}{dt}(m\vec{v})$$

# 牛頓第三定律-作用與反作用定律

- 每一個施加於物體的力量，都會同時產生一個大小相等而且方向相反的反作用力，也叫「作用與反作用定律」。
- 譬如：當你拍打桌面時，同時桌面也會回送你一個相反的力量，所以你的手會痛，下次發脾氣拍打桌子時，就要記得輕一點了！
- 這三大定律構成了牛頓的經典力學，為物理學帶來了全新的方向。

# 牛頓第三定律



# 萬有引力

- 牛頓另外還有一個偉大的發現，就是發現了萬有引力。
- 事實上，萬有引力的概念早就有人發現並且提出來了。跟牛頓同時期的一些科學家，都曾經想要證明萬有引力的存在，可是，只有牛頓利用數學原理，證明萬有引力適用於一切物體，而且證明了地球上的重力與物體間的引力本質相同。
- 自從牛頓所確立的萬有引力之後，科學家可以輕易解釋歲差、視差、潮汐、地球的形狀及彗星運動等問題，甚至推算海王星的存在。

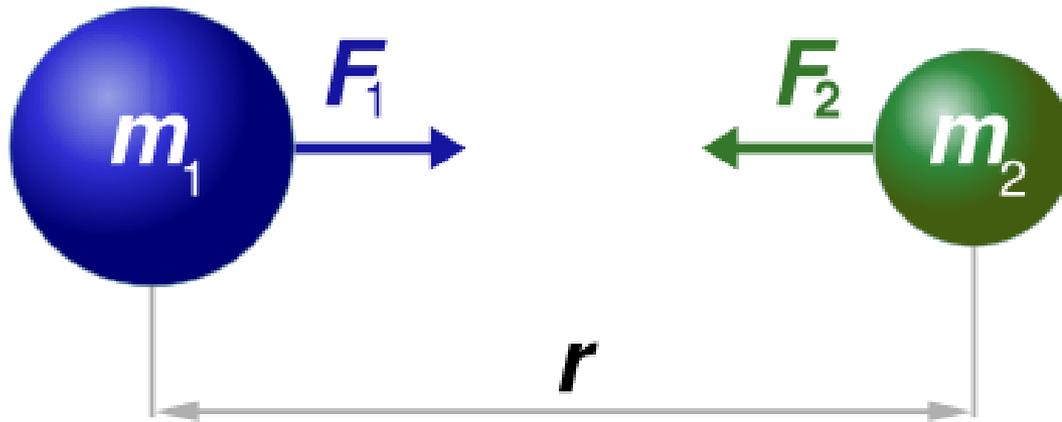
# 萬有引力 (universal gravitation)

- 宇宙中每個質點都以一種力吸引其他各個質點。這種力與各質點的質量的乘積成正比，與它們之間距離的平方成反比。
- 如果這些質點具有質量 $m_1$ 、 $m_2$ ，並且在它們之間具有距離 $r$ （它們質心的連線長度），它們之間以萬有引力交互作用的量值如下：

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$G$ 被稱為萬有引力常數(重力常數)。

萬有引力常數G在兩個物體（ $m_1$ 、 $m_2$ ）之間的影響(與各質點的質量的乘積成正比，與它們之間距離的平方成反比)



$$F_1 = F_2 = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

# 萬有引力定律

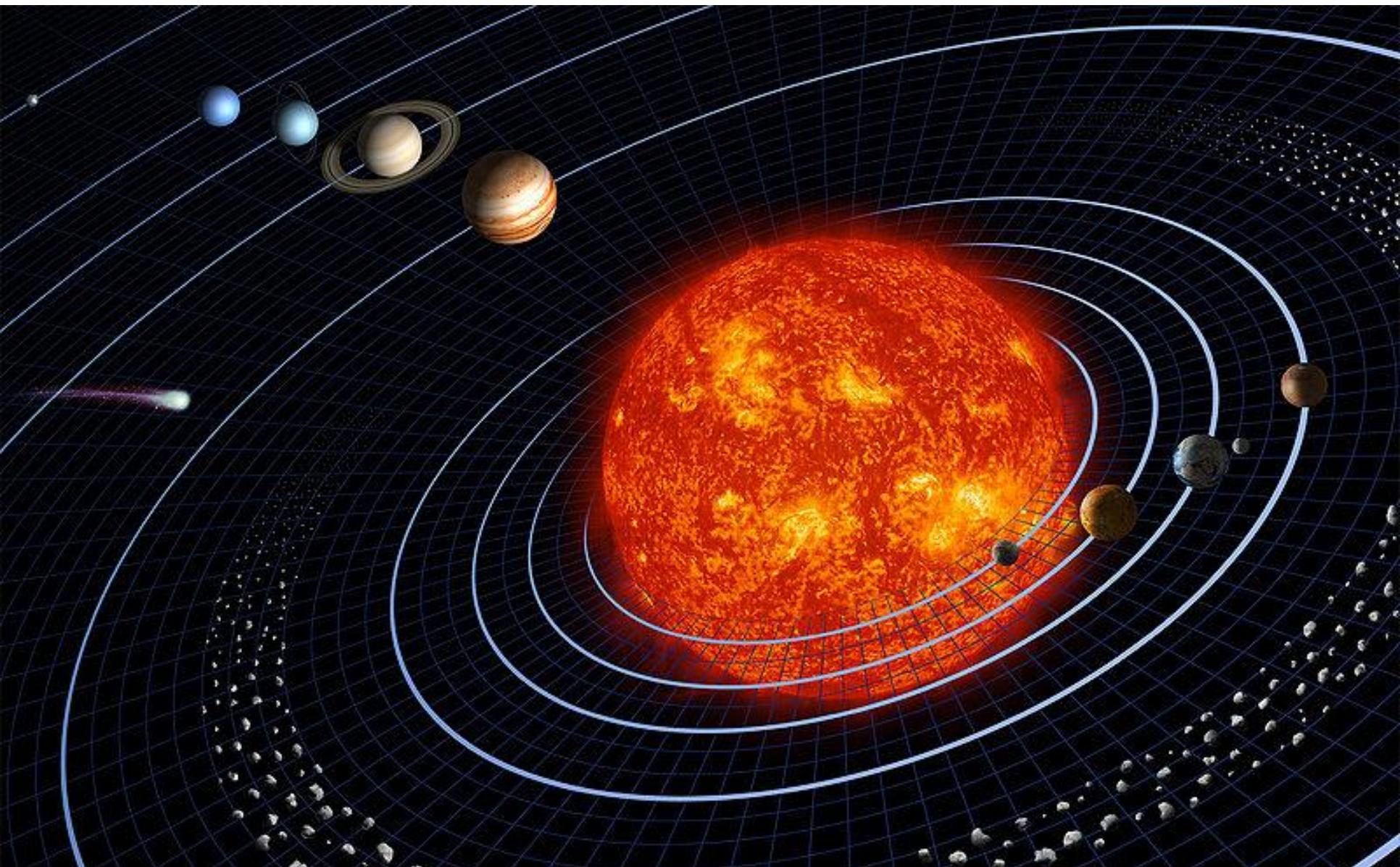
- 牛頓的萬有引力定律的發現和應用被用於計算和了解我們的太陽系內各個行星的詳細資訊、太陽的質量、恆星間的距離，甚至被用於推測暗物質理論。
- 儘管人類還沒有去過太陽和其他星球，我們都可以知道它們的質量，這些都是透過萬有引力定律研究所得知。
- 在空間中任何物體都按照一定軌道圍繞某些大質量物體運轉，它們之間的引力保持著它們的軌道。
- 行星圍繞恆星運轉，恆星圍繞星系中心運轉，星系圍繞星團中心運轉，星團圍繞超星系團運轉。

# 萬有引力

- 在地球上重力的吸引作用賦予物體重量，並使它們向地面落下，標準重力加速度 $g = 9.80665 \text{ m/s}^2$ 。
- 萬有引力是太陽和地球等天體之所以存在的原因；沒有萬有引力天體將無法相互吸引形成天體系統，而我們所知的生命形式也將不會出現。
- 萬有引力同時也使地球和其他天體按照自己的軌道圍繞太陽運轉，月球按照自身的軌道圍繞地球運轉，形成潮汐及其他我們所觀察到的各種自然現象。



萬有引力使行星按照自己的軌道圍繞太陽運轉

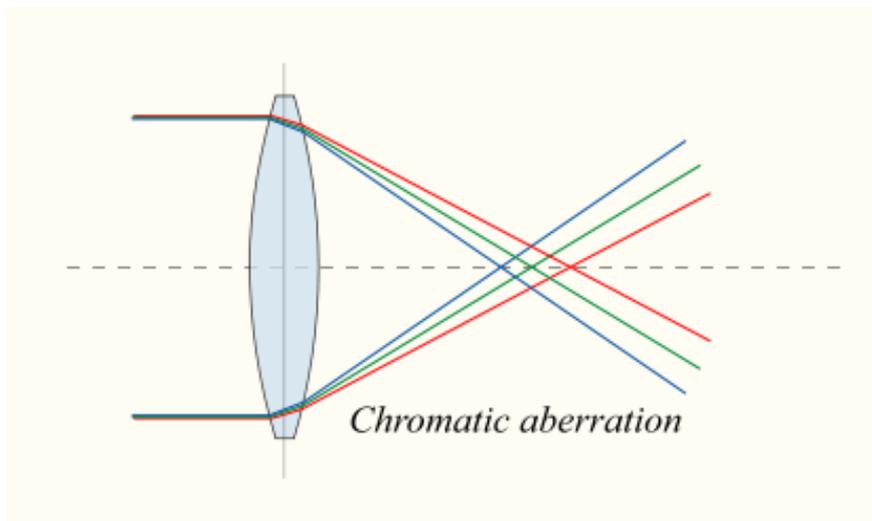


# 牛頓的其他成就-反射式望遠鏡

- 牛頓會的不只有力學，對於光學，他也很有  
一套喔！
- 牛頓在家鄉躲瘟疫的那段期間，製造出堪稱  
當時最完美的望遠鏡，如果你有機會參觀現  
代最棒的望遠鏡，你會發現它的構造和當初  
牛頓做的沒什麼兩樣，牛頓很酷吧！

# 反射式望遠鏡的優點

- 任何折射式望遠鏡(refracting telescope)都會受到光散射成不同顏色的影響，因此牛頓發明了反射式望遠鏡（reflecting telescope，現稱作牛頓式反射望遠鏡）來解決色像差(chromatic aberration)的問題。



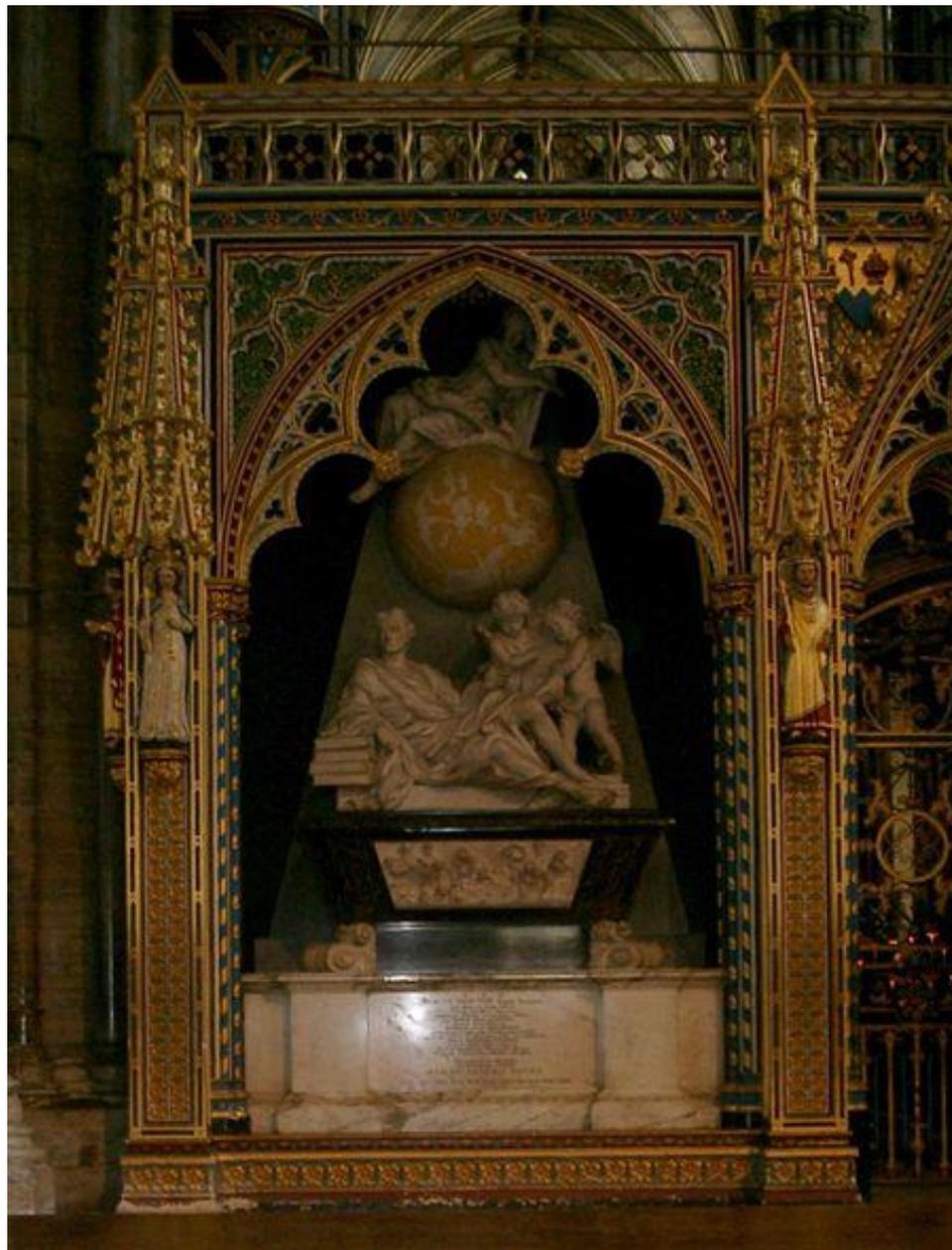
# 折射式望遠鏡



# 牛頓自製的反射式望遠鏡複製品



牛頓長眠之地  
-Westminster  
Abbey



# 站在巨人的肩膀上

- 牛頓的物理學指導我們科學發展長達兩百多年，在二十世紀以前，人們以為牛頓的學說已經是物理學的頂峰，一切物理學的疑難都可以在他的學說中找到答案。
- 但是，他的經典力學最後仍然被愛因斯坦的「相對論」修正了，現在物理學的發展也已經完全超越了他的學說內容。
- 牛頓提供了建立科學所需要的定理，促成了現代科學的誕生，你說，他是不是比任何人都偉大呢！

# 牛頓的一生

- 1642年（0歲）誕生
- 1668年（25歲）取得學位
- 1669年（26歲）成為劍橋大學的教授
- 1672年（29歲）成為英國皇家學會會員
- 1687年（44歲）出版『自然哲學的數學原理』
- 1699年（56歲）擔任造幣局長
- 1701年（58歲）當選國會議員
- 1703年（60歲）當選為英國皇家學會的主席
- 1705年（62歲）受封為英國的爵士
- 1710年（67歲）就任天文台監察委員長
- 1727年（84歲）死亡