

萬 有 文 庫

第二集七百種

王 雲 五 主 編

牛 頓 傳

布 林 著

劉 盛 渠 譯

商 務 印 書 館 發 行



牛 頓 傳

著 林 布
譯 渠 盛 劉

自 然 科 學 小 叢 書

編主五雲王
庫文有萬
種百七集二第

傳 頓 牛

Sir Issac Newton: A Biographical
Sketch

究必印翻有所權版

中華民國二十六年三月初版

原著者

V. E. Pullin

譯述者

劉 盛 渠

發行人

王 雲 五
上海河南路

印刷所

商 務 印 書 館
上海河南路

發行所

商 務 印 書 館
上海及各埠

(本書校對者楊靜齋)

序言

本書略述大哲學家埃莎克牛頓的一生。本書的內容並沒有什麼新奇的敘述。可是著者總盡力把牛頓一生偉大的功績和事件集攏來，誠懇地希望本書能使讀者更能認識這偉人有價值的一生。對於著者，可以說再沒有比這更愉快更興奮的工作了。

福爾泰 (Voltaire) 說過要是把世界上所有的天才都聚集攏來，牛頓一定是在他們之上的。這句話自然是一個熱烈的黨人的感情作用，可是也有一部份的真理。在劍橋大學三一學院中，牛頓的石像上刻得有這樣幾個字，『這天才上的超人。』這是一個有點誇大而仍很得當的刻銘。著者僅在此對校閱本書的格雷伯先生 (Mr. A. R. Greatbatch) 致謝。

布林

目錄

第一章	牛頓當時的環境·····	一
第二章	幼年及學校生活·····	一二
第三章	劍橋生活和數學上的發現·····	二三
第四章	其他的發現·····	三六
第五章	在劍橋的後數年·····	四九
第六章	政治生活·····	六五
第七章	牛頓的性格·····	八一

牛頓傳

第一章 牛頓當時的環境

要想把過去時代的大人物之一生和功績敘述得適當，實在是相當困難的事。不論這大人物是軍人也好，政治家也好，或者優伶也好，甚至於他的成就是爲衆人所熟聞習知的也好，他的成功實在很難於評價的，要是我們討論到那以最特別的態度來表現最特出的天才的人，那只有少數人能了解他功績的人，這種本來有的，評價的困難更加增了幾百倍。不過，我們近代的便利和快樂，大部分都是基於牛頓的功績，這一點總是真的。我們要想能對於他所賜給我們的利益有點重視，我們一定要看到牛頓開始研究時的社會環境。這種研究在知識上是達到了極點的，這種研究改革了所有科學的觀念，開闢了前所未夢想的新世界。當牛頓還是一個小孩子的時候，那時英格蘭

正捲入於牠歷史中大危機之一。在這種較為放縱的時代，我們很難於猜到那對內戰的恐怖，一六四二年有秩序的政府已不存在了。政治上虐亂和宗教的熱狂完全代替了善良的吏治及和平的研究探討。在這個時期，科學和藝術完全陷於停滯中。這種社會的混亂情形自一六四二年開始一直到一六六〇查理氏第二自外國放逐回來登極後纔好點。要是我們回顧到這英國最偉大的科學家（牛頓）之一生，我們便能看到，除了喬治五世之外，只有查理氏六世的統治在英國史上是特出的。在查理氏二世時代，科學世界中有了驚人的進步。

對於當時科學知識淺薄的情形，要給我們今日機辯的讀者以適當的敘述，那實在是很困難的。因為我們讀者的先見總常不自知的很受了一般科學方法的影響。我們一定要知道，早前十七世紀的教育差不多全是經典的。科學大部分表現於流傳甚廣的占星術（astrology）中。占星術能算出八字，能預言未來的事情。自然，很早的時候起，上天和天上的居住者便成了人們最注意的觀察的對象了。但是經過了幾世紀小心觀察後，所見到的顯著的事變，大部分認為是上天對於地上生物的生命和命運有所影響的表示而已。牛頓最偉大的工作便是自天文學中現出來的，要是

我們追溯轉去，看看直到他生時的天文知識之進步，或者有點益處。

在很早的時候，地球是被當作平的表面，天當是一個蓋子，蓋子上面裝飾得有太陽、月亮、和星辰。可是，不久之後，天上物體顯明的動作，使人們不得不改變這個意思。早在基督教時代我們就有一種普遍的天文學說叫托勒密系（Ptolemaic），托勒密系把地球當作一個獨立的圓球體，固定在空間中，是整個宇宙的軸承。再由觀察看出來，太陽和星辰每天旋繞地球一週。這就是那學術的發源地（基督教堂）所承認的宇宙系統。這個系統的學說存在了幾乎近六百年之久，在整個六百年中，這個學說因宗教上的承認而日益鞏固。到後來這個學說已經不復是一個學說，而變成了毫無疑問的信條。

但是，在十七世紀中，許多特別勇敢的思想家，以他們身體來冒險，犧牲了他們未來的生存，他們以為上面這種學說並不能完全合用。特出的尼古拉哥白尼（Nikolaus Copernicus）完成了別一種天文系統，他經過終身的、痛苦的天體觀察，這種觀察完全和已經承認的系統相悖謬。他完全和那以為地球是固定的，以為地球是萬物之中心的學說相反，他說地球不過是許多行星當中

的一個。他並不以為天上物體每日繞地球一週，他堅持着地球繞一中心軸每日自轉一週。還有，他說地球每年圍繞太陽一次。這個系統是革命的。可是不久以後，別的思想家也證實了他的敘述。事實上，別的思想家還更使這個學說進步到哥白尼所未預料到的程度。

在一五七一年，一個在天文學史上比誰都要出名的人名叫起不勒（Kepler）者出世了。起不勒他自己的觀察中，研究發表了關於行星運動更基本更著名的定律。這些定律雖說都是很深的數學化，可是起不勒並沒有用有系統的數學協助便得出了這些定律，這自然大部分由於天才的直覺。哥白尼雖說是第一次發表天體運動的真原則，可是他仍然想像所有行星的運動都是圓的。到起不勒纔第一次以為所有行星繞太陽的運動並不真是圓的，而是橢圓的。更有橢圓的一個焦點便是太陽的中心。與起不勒差不多同時，伽利略（Galileo）用剛為德國人立不西（Ti-cherhey）所發明的儀器來實驗，並且還加以改良。這新儀器能使天體的觀察比以前大大的精確。這個儀器就是望遠鏡。在伽利略時代，雖說他已改良了不少，仍然是一件很不行的東西。用牠來看，影像是發毛的，有色的而且不整齊。可是，在當時雖是第一次用，遠距離物體的放大總是可能的。

伽利略就用這種原始的望遠鏡使在天文學上有顯著的進步。他因望遠鏡的協助，發現了木星的衛星和別的關於火星和土星的重要知識。他由他觀察的相互關係，完全證實了哥白尼原理。在當時，雖說有很革命的進步，而重要的原則還完全不明白，行星和地球的運動雖說確實的說對了，可是這種運動的理由簡單未夢想過。人們知道行星運動，可是『爲什麼？』總答不出來。劍橋大學，三一學院的青年畢業生，牛頓他的天才供給了對的答案。自然『爲什麼？』這個問題在以前也問過，但是最有權威的答案便是『星和太陽是天上的物體，』牠們高興安靜的轉圓圈，那是他們的事情，並沒有別的。牠們是天上的物件，牠們的定律是地上的人所不能知道的。

這就是牛頓還是小孩子時的天文知識情形，雖說科學的精神是真的在發芽，而且古代的武斷並不像以前那樣一般的承認，可是對於整個局勢的樞紐，還未找到。這個樞紐，便是我們現在所謂的動力學。動力學是牛頓完成的，是牛頓第一個用之於天文的。可是近代動力學的創始者並不是牛頓而是伽利略。伽利略因爲反對一個基本的定理，使遭受了整個哲學世界的譴責。這個定理以前總爲人所承認的。要是反對的便是異說。這定理說重的物體比輕的物體落下得快，伽利略登

上比薩(Pisa)斜塔的頂上，從塔上丟下兩件東西，一件輕的和一件重的，他證明兩件同時到達地上。正教的哲學家恐懼地看見這個實驗，以為有魔鬼的作用。可是這個實驗卻奠定了近代動力學的基礎。

我們已經說過在十七世紀的普通教育大部分是經典的。莎密爾伯比斯 (Samuel Pepys) 的日記能給我們那時與現在普通教育的差別的一二個例子。比方說，我們讀到伯比斯先生在晚上練讀乘法表，有很大的興趣和利益！(要知道他那時已經是有責任的政府官吏和劍橋大學的文藝碩士了。) 在同時，別一段記着他怎樣的考問他兄弟(在當時劍橋的大學生)「亞里斯多德 (Aristotle) 的四元素的特性是什麼？」而且他發現他兄弟不能回答這問題他是何等的失望。這個問題甚至於可以惑住今日的高等文官，可是他們總能絕對準確的回答關於乘法表的問題。

我們已經明白在十七世紀時天文學的知識是很散漫的，缺乏健全的原理的。在別的科學中，自然也是一樣。要是我們看到同時的化學系統，我們一定發現同樣的情形。化學那時常叫做鍊金術，也和天文學一樣，有很長的歷史，在基督時代的前幾百年便開始了。最初化學或鍊金術的發展

或者純然是賺錢的事情。鍊金術本身不過是想假造寶貴的金屬金和銀而已。整個的鍊金術用「變質」二個字，便可以包括在實際工作上，也不過是假造仿倣而已。鍊金術盛行了好幾百年，許多哲學的論文也以之作題目來討論着，但是一直到十五世紀末葉，十六世紀初葉，纔開始有點近代科學的性質。在一五三〇年一個德國的醫生名叫巴拉西薩斯 (Paracelsus) 貢獻了一種思想，他以為鍊金術只是關乎金屬互相間的變化的，而化學的眞用途不在製造金子而在製造醫藥。從此以後人們就慢慢多致力於已知原素性質和特性的研究了。十七世紀中偉大的科學復活，在化學和醫學上是很值得注意的，而且有了許多的重要的進步。在哈肺 (Harvey) 發現血液循環時，牛頓還沒有出世。在同時，第一次有了對小兒軟骨病醫學上的研究，而且第一次有了討論肺癆的文章，疾病不復當作一種「脾氣」了。用化學的物理的原則來正當的研究症兆也開始了。比方說在一六六五年倫敦有個叫納沙勒賀奇 (Nathaniel Hodge) 的人作了一個瘟疫病死者的驗屍——這實在是一個需要非常勇氣的科學研究工作。用藥來治病的有效也開始被認識了。用藥來治病便很快的代替了以前的放血法，那有驚人價值的藥，名金雞納霜的也發現了，在一六四〇年

便用作醫藥，一六四〇年約在牛頓生前二年，雖說化學在醫學本身上大有用處，可是也侵入了別的活動範圍中。比方說，在十六世紀第一次施用肥料，（化學醫品）對於土壤和穀類的影響，便引起了很大的注意。

那是值得注意的，化學也和天文學一樣，雖說爲人們所認識了，可是仍然是很散漫的，只包括一些實驗的觀察而已，沒有一定的定律和次序來管理着。直到牛頓的工作證明出自然是受一條萬用律的管理，人們纔開始尋找那管理所有物質現象的定律：牛頓之發現萬有引力很可以當作發現了萬序律（law of universal order），萬序律是所有科學的基礎和重要特性。再看看，當時的計算科學是怎樣的情形呢？牛頓第一次貢獻是在數學上，即使牛頓在他一生中再沒有別的什麼貢獻，他在數學上的成就也就可以使他立於世界大思想家中之儕了。歐幾理得（Euclid）約生於紀元前三百多年，在阿幾米得（Archimedes）前一百多年。歐幾理得是一個數學學校的創辦人和校長。歐幾理得所寫的書一直便是標準的教本。牛頓是小孩子的時候，便讀過歐幾理得的標準數學教本，可是牛頓卻懂得很少，那時的大學生至少應該熟讀六本歐幾理得的書。這種知識

在訓練精神的條理上，在訓練思想的清晰上，是非常好的，而於實際計算的方法並無補益。再看看那時牛頓成功所用的數學設備是怎樣的情形。代數也和幾何一樣是非常之久的，但是那時的代數是非常麻煩的事情，和我們今日所知道的精潔而有圖表的系統迥不相同。牛頓出世時，近代的代數已經發明了十年了。這種代數包括了二次方程式解法，也用了差不多和今日一樣的便利的符號。這種代數全包括在華爾特華勒（Walter Warner）的一本書中，這本書出版於一六三一年，在華勒死後。可是牛頓讀過的華勒這本代數書與近代學生所讀的代數有一點最不同的差別，就是在華勒這本書中沒有二項式定理。這種二項式，計算的基本方法是牛頓發明的，他發明的時候可以說還是一個小孩子呢。對於青年牛頓和他同時學生大有補益的一本書，或者怕是笛卡兒（René Descartes）所纔出版的幾何。這本書可以說是用代數來把歐氏幾何來翻譯了一遍。這便是解析幾何學的開始。算學也和我剛說過的這兩種科學一樣，在這個進步的時代中有了驚人的變化。在十七世紀初葉算學本身是比較繁雜的系統。直到一六一七年，那與拉比爾（Napier）共同發明過對數學的畢理格斯（H. Briggs）纔採用了現在的小數方法，這樣便簡化了許多商業上

的分數和普通的計算。這就是牛頓當時學生所能有的便利。我們要知道許多這些發現還不過是理論罷了。這些發現自然不是我們今日所知道的，這樣公認的，實際的系統，也沒有與任何普通教育制度有什麼關係。在有學問的人中間的討論也差不多沒有人曉得。雖說他們從一六四〇年起便按期的聚會於倫敦格雷漢（Gresham）學院中大家參看筆記，討論思想上的事情。這個小聚會便是今日馳名全球的倫敦皇家學會的起源。

我們讀一讀伯比斯（Pepys）和伊晤林（Evelyn）的日記，我們便可以看到許多有趣的事情，關於那些引起他們驚嘆讚賞的奇事。伯比斯告訴我們他怎樣同一位科學家談話，怎樣知道在冷卡顯（Lancashire）地方的蛇是以雲雀為生的，蛇噴出毒液到雀子便獲得了牠。另一幕科學談論記錄着安徐莫（Ashmole）先生……保證那蛙和昆蟲自從剛造成的天空上落下來。』這些例子使我們更明顯地想像到當時受過教育者科學知識之幼稚情形。在另一方面，我們也可以看到有些顯明近代文明的事件記錄。比方說伯比斯先生在教堂裏而用自來水筆記錄教義。他描寫自來水筆是柯分脆（Coventry）先生送他的『可以裝墨水』的銀筆。

我們已經對牛頓出世當時的科學情形加以討論過，我們便能了解牛頓幼時和早年受教育時的環境了。要想完全明瞭牛頓的天才，我們一定要知道，牛頓獲得自然知識之原動力完全是從他本身出來的。在那個時候，並沒有有趣的雜誌和供說明用的百科全書。他的童年全然消磨在安靜小村中的一所小農莊裏，全然埋藏在鄉野中。他長到成人的時候，他的世界也只是包在一個小鄉鎮中的藥店裏。我們懂了這些情形，我們便能知道那從卑小的農村跳上名譽的高峯所經過的偉大變化了。他在他死前便已跳上了名譽的高峯上了。

第二章 幼年及學校生活

在格蘭珊 (Grantham) 之南約八里路，距離倫敦大道數百碼的地方，有座古老的，屋爾所蒲 (Woolsthorpe) 小村，這所村莊小得來不成其爲村，這所村落經過了數百年，在各方面連一點變化都沒有。在這所村的盡頭有座叫屋爾所蒲曼廬 (Woolsthorpe Manor) 的屋子，牛頓於三百年前便生在這所屋子的最好的臥房裏。這所屋子可以說還未改變，雖說現代居住在這兒的人不同，可是他的形態空氣還和牛頓在世時出賣的情形一樣。牛頓出世的時候，這所房子已經不是新的了，姓牛的住在這所房子裏已經有好些時候了。牛頓一族有很好的家世。他們都是安適的小農民。他們安靜地，滿足地耕種他們的薄田。我們可以說，他們也許看到了他們末代的光榮，廣大的令譽。牛頓的父親也叫埃沙克牛頓。牛頓在他父親死後纔生的，是個遺腹子。牛頓是一個早熟的，小的，嬌弱的小孩。小農莊和撫養脆弱的小孩，這兩種責任一定很磨折了那年青嬌婦的精力。牛頓一生的

前三年中，可以說沒有什麼值得寫的。但是在三年之後，便發生了大的變化了。那便是牛頓的母親再醮了。他的後父叫斯密司 (Rev. Barnabas Smith)。斯密司是鄰教區北溫珊 (North Withaux) 的書記。他把他的新娘子帶到新家庭去。留下小牛頓在屋爾所浦受他外婆的照料。牛頓後來被送進鄰近的村立小學中，受初步的教育。那些人無疑地，以為村立小學教育對於青年農夫是足够的了。牛頓有位舅父名安司考 (Rev. W. Ayscough)，是距屋爾所浦村五哩遠的布頓奇格 (Burton Cottle) 的牧師。這位先生似乎對於這小兒的智慧能力有點直覺的先見。他對牛頓很有興趣，最後還是他纔使牛頓拋棄了農夫的生活而能進入劍橋大學。我們主人翁在新的環境這樣安靜地過了九年生活。然後，由於安司考先生的興趣，纔送他進格蘭珊 (Grantham) 的公立學校。這個時期便是牛頓一生事業的開始。這個公立學校便是聖地，在這個聖地我們可以向世界偉大天才的降生致敬。這個老校舍還和牛頓當時念書的時候一樣。在許多牛頓當時的頑皮劇中，我們到現在還可以看到他所刻在窗檻上的牛頓幾個字。我們有很多理由可以相信，牛頓在最初完全是一個愚笨的學生，多少有點嬌弱和怕羞。在各種事情，他似乎是被至少一個頑童所玩弄，據傳說，這個頑

童踢了他的肚子。這一踢便是導火線，便開發了這未來萬有引力發現者潛伏的天才。因為這個柔弱的小牛頓差不多氣得發瘋，便計劃着打他的敵手，結果把他敵手的鼻子揪在禮拜堂壁上猛擦。牛頓自從在體力方面對他的仇敵報了仇，便開始在智力方面競爭，因為他的敵手在學校功課方面也比他好得多。在這方面，他也和擦鼻子一樣的勝利，不多時後，牛頓便是學校中的第一個小孩。他在那兒的時候，總保留了這第一把交椅。在學校中，他寄寓在克拉克 (Clarke) 先生家裏，克拉克是住在高街 (High Street) 的藥商。非常的不幸，誰要因為牛頓而想去格蘭珊 (Grantham) 的人，不能再看到這所房子了。我們知道，牛頓住在那裏許多年，而且非常之開心。湯姆生 (J. J. Thomson) 先生在一篇關於牛頓的演說中說，牛頓是一個小孩的時候，費了許多時候為他的小女朋友做手工箱和玩具。所有小女朋友中，他最喜歡司脫雷 (Storey) 小姐，司脫雷是藥商湯姆生的繼女，自然住在同一房子裏面。有許多證據，證明他特別愛好這位小伴侶，或者這種愛好成功了他一生最偉大的愛之一。他雖說未和她結婚，可是他也沒有和別人結婚。無疑的，牛頓在他終身都對她有一種關懷。關於他在格蘭珊的童年生活，流行着很多傳說。牛頓非常愛做玩具和小機械。他製造風

等放風箏，把紙燈籠繫在風箏上。他常用有燈籠的風箏來嚇嚇當地的農夫。因為那些農夫以為那些風箏是隕石。在牛頓一生這樣早時，他便對天文學有了興趣。他觀察注意星辰的運動。他製造日規和鐘。在他十四歲的時候，他的後父死了，他的母親斯密司夫人，又轉回屋爾所蒲來了。她和斯密司結合，生了三個小孩，瑪麗（Mary），本佳門（Benjamin）和漢挪（Hannah）。牛頓對他的異父兄弟和姐妹，有很好的感情。事實上漢挪的女兒還是牛頓老年時的忠實伴侶。斯密司夫人回到她第一個家時，第一件事便把牛頓叫轉來，協助他管理她第一個丈夫的田產。這個命令很使這個文法學校的高材生不高興，可是，他和一般孝子一樣，立刻服從了命令，返到新的，不適宜的環境中來。他所有的親戚都完全明白這是與牛頓不相宜的，特別是他的舅父更有此感觸，他以為牛頓絕對不會歡喜耕田的。在學校最後的數年中，牛頓的天才智慧可以說完全埋沒了，牛頓強烈的好奇心，和以後關乎自然表現的思考到是完全當在他農村中培養出來的。據傳說，在一個暴風雨的時候，牛頓順着風和逆着風跳遠，比跳遠的距離來試驗風力的大小。不久之後，他又被送進格蘭珊的學校裏面去了。這個自然使他操勞過度的母親失望。因為我們要知道他家庭的總共收入還不到八

十鎊一年呵！可是牛頓仍然返到格蘭珊和藥商家中。牛頓是在一六五八年返學校的，自此以後到一六六一年，三年之間，他努力用功預備投考劍橋大學。他經過了他舅父的勸告，纔決定進劍橋的。在公立學校中，沒有一個教員的學問是可以和牛頓比擬的。牛頓在一六六一年進了劍橋大學。公立學校的校長亨利 (Henry Strokes) 先生特別召集了全體學生訓話，一方面讚揚牛頓，另一方面告訴他的學生他們幸能目擊的是何等的光榮事體。

那時牛頓已經在靜寂的林肯縣 (Lincolnshire) 鄉村中住了十九年。無疑的，當時英格蘭王和國會的爭執已經很影響到這樣遼遠的地方了。牛頓還是一個嬰孩的時候，這一帶區域已經是猛烈的戰場了。牛頓一定也參加這風行全國的爭論過，因為他和當地兩位書記有親戚關係，他和教堂有點連絡；這一點便表示他是擁護在政爭中的保皇黨的。但是我們並沒有看到他曾經參與過戰爭的記載。克林威爾 (Oliver Cromwell) 死的時候，牛頓大約有十四歲。查理氏第二自荷蘭轉來承繼他父親的皇位時，牛頓是十九歲。查理氏第二是在人民脫離了擾亂和清教徒壓迫後的慶祝聲中轉來的。那時牛頓已經全有了格蘭珊所能給他的教育了。那個時候的學校簡直不像現

在的學校第一，那時的學校是非常的少，而且都是所謂「文法」學校。說那時的學校是文法學校，這是再對沒有的。那些學校實在是把文法當作主科的。在一六二七年一位文法學校的教員約翰·賓司勒（John Brinsley）著了一本很有趣的書，書中列舉文法學校所致力的重要點。下面便是那最重要點之一：「要能確實作不假的，不粗俗的拉丁文。」再有一個便是：「要自然的讀拉丁文而毫無矯揉造作，做拉丁文要打這基本的做起。」學校的課程中也有點算學，但是拉丁總是最重要的科目。在那時關於任何科目的每本書都是用拉丁文寫的。牛頓自己的偉大著作「原理」一書，也是用拉丁文寫的。所以我們可以確定，牛頓到劍橋的時候，別的也許不行，不過拉丁文和希臘文的知識一定是非常好而確實的。格蘭珊的公立學校建立遠在一三二九年之前，牛頓是學生的時候，公立學校已經有了三百二十五年的歷史了。那時的學校只有一個大房間，有二十五碼闊，九碼深。現在的學校仍然把那所房子用來作大禮堂，一班人的當中有個高的座位，許多小孩子包圍着坐在這高位上的教師，牛頓自然也是其中之一。教室中一共有二班人。在教室的末端有一個高的寶座。校長便坐在那高座上。高級學生便在他的兩旁，那時校長的薪水只有二十鎊一年。其後

政府總算做了一件德政，增加了全國所有校長的薪俸。

牛頓這小孩子現在預備進大學了，他到底是那一種典型的小孩子呢？他自然讀過了需用的書籍，而毫無問題的。他的性趣偏向於實驗方面，他製造水鐘，他把老鼠捉來，關在一個箱子裏面，利用這些小老鼠來轉他所造的小風車。他造過很有效的日規，他在九歲的時候，刻了一個日規在一塊石頭上。他把這塊石頭定在他家裏的牆上。那個日規一直到如今還在那裏，直到近來，纔切下來，用玻璃鑲好，送到皇家學會去了。牛頓所居住的藥店實在是牛頓的亞拉丁洞（Aladdin's Cave）。這個藥店，無疑地，引起了牛頓對化藥的熱烈愛好，這種愛好，終其一生並不稍衰。牛頓童年生活有趣的另一面，便是他的嗜畫。他房間的牆壁上，滿佈了他在童年時所畫的精畫和素描。斯密司（D. E. Smith）教授在最近的論文中，發表了許多牛頓到一六五九年的筆記的節錄。依斯密司教授的意見看來，這本筆記的第一部分是牛頓從十三歲到十六歲的時候記的。這部分筆記有十頁是關於繪畫的。引點斯密司論文中的句子，是很有趣的。首先便提到畫圖的工具，「用烏鴉羽毛做的筆，厚的，光滑的紙，稍為有點顏色的紙，細的羊皮紙，平而薄的銅尺，一付兩腳規，一個擦子，和繪畫用

的各種錘規。

牛頓一生的特性便是精細和忍耐，這個可以由別一段節錄裏看出來。「關於用筆的繪畫。先把你所想畫的東西放在你面前。不要把光線遮住了，讓光線射在你想畫的東西上，用一塊尖的焦炭，輕輕地大概地畫下來。你再看看畫得好不好，對不對。要是不大好，用擦子擦去牠，從頭再畫。這樣的畫下去一直畫到已經很好了，然後輕輕地用你的擦子輕擦一下，擦過了你還可以看出你剛纔畫的輪廓。最後你再用你的墨筆或者鉛筆，盡你的力量畫去。再依照光線射在上面的情形，把影子畫好。要是你畫的是水彩畫紙那你在打好了稿子之後，慢慢的把你的紙打濕，讓牠自己乾去。然後你的畫纔不退色。」

牛頓自然自己會調顏色，那本書上記載得有很關於他所用的方法。比方說，「如何配製顏色」。「有些顏料是需要磨的，你一定要加適當的水來磨牠們，磨過之後，把顏料放在光滑的白堊石上，讓牠們自己乾掉，再加水磨牠們，然後放在蚌殼內供你自己用。」再後還有許多筆記是關於供各種用途的適合顏色製法也有。

這本筆記別的一部分是關乎幾種化學實驗的。比如：『把材料很快的在殼內融化，』『一種很好的破玻璃膠，』『捉魚的好餌子，』這是很有趣的。由此可見牛頓在年青的時候並不是完全沒有運動。筆記記得很有趣：『取點可苦拉斯 (Cocculus) 印度的菲沃斯毒草子 (henbane)，再取四分之一兩的小麥粉，再取適量的蜂蜜，把牠們合成和漿糊一樣。你看那裏魚最多，便把餌子像玉蜀黍粒一樣撒下去。那些魚便會浮游到水面上來，你便可以用手或者網子把牠們拿起來。要是你把餌子投下去，魚逃掉了，或者你把餌子放在別的食水地方，那些魚都自會再來上當的，你可以在冬天的早上太陽出來之後，用小麥粉團放在釣竿上來釣魚。』後面筆記還有許多關於捕鳥的方法。另一組筆記是關於藥膏和簡單的藥。有一段說你將『用延命菊 (Tartar) 水來洗你的眼睛，延命菊的根子和葉子先要洗乾淨，然後再榨出水來，扭出汁來。』我們從這許多醫眼睛的方子推測，可以知道，那時眼病在格蘭珊是非常之猖厥，或者給那些藥商一種實習的機會。

牛頓也很喜歡惡作劇，這個可以從書中有『幾種門檻』標題的幾段看出來。『變水成酒，』『我變成成功紅葡萄酒。』『把啤酒木放在你嘴裏。』只要不給人家看出來，能放多少便放多少，用布

繫好，纔放在你嘴裏。然後吸點水，把啤酒木嚼三四次，然後吐入一個玻璃杯中。」

在這十三歲到十六歲的時期中，後面的筆記大概是關於母音和子音的拼法和意義。這些筆記都表示充分的智慧和思想。這本筆記的第二部分是恰在他要去劍橋的時候寫的，他仍然住在克拉克家裏寫的。那完全是關於數學和天文的思考，有些筆記表示他對於日曆的構成和哥白尼天文系統的特殊興趣。

這本筆記的後面一部分是他有相當老的時候寫的，我們在後面一章中再討論牠。這些摘錄都表示我們所討論的牛頓是怎樣的一種小孩。他確實是慣於手腦二者並用的。同時，他也毫不自負。在他的筆記中，他一生的十七年中，都記得有各種用費。我們看見他還用錢來買棋子、酒、冰凍果汁和點心。

青年牛頓至少完全明白了兩件事。第一他不願意做農夫。第二，他對於「自然」所有的顯示都有極深的極熱的好奇心。他受完了格蘭珊的教育，一點沒有顯示他以後所表現的數學天才。他在格蘭珊所表示的，便是他對物理學中實驗的興趣。牛頓終身都是一個精明的實驗家。他早年的

成績便表示他有精鍊的手法，他早年的筆記錄也有許多關於極小心和極忍耐的證據。由於這種性格，我便可以推測到他後來的成功。由於這些美質的完成，纔能使牛頓天才的智慧變成實際有用。牛頓以純然科學和數學的直覺來渡過那「無知」的空隙。但是，要造一座別人也能渡過的橋，實要相當的忍耐心和仔細的勞力。

第三章 劍橋生活和數學上的發現

一六六一年是英格蘭皇位恢復的第一年，在這一年六月初的一天早上，牛頓坐上到劍橋去的驛車，離開了格蘭珊。這是走北大路 (Great North Road) 的整日旅行。在旅行之末，牛頓將有一個完全新的生活。我們可以想像得到，這位年青的實驗家在考察他新環境之後，是何等的快樂。他知道他能很方便的滿足他知識慾和實驗狂的時候，他是何等的興奮。

他在六月五號進三一學院做工作減費生 (subsizar)。在當時的所謂 subsizar 工作減費生便是很窮的學生，靠做僕人的工作來賺錢生活的學生，這個英文名詞是從 assize (巡迴) 一字而來的，在劍橋大學，伙房出賣的食物和飲料都有一定的價格，名叫 sizes (定價貨)，工作減費生 (subsizar) 的工作便是把 sizes 送給別人，這樣工作他自己便一切免費。這種制度現在並不再實施，不過世界上有這種制度也是好事。因為有這種制度，牛頓纔能進劍橋讀書呵！伯特南魯

沙 (Bertrand Russell) 先生說過：『只有牛頓所過的特殊生活（一個大學生所過的生活）並未因他的事業而改變。這種生活保留到今日還和兩百年前一樣。』這是很對的，誰要到劍橋去看看總可以找到三一學院，總覺得不僅那裏的房子還和牛頓當時一樣，即使整個的氣象也還一樣未變，學生自然比一六六一年多了。同牛頓一道進學校的一年生只有四十一個，而現在每年的新生平均在二百左右。實際建築方面，多少有點變動，值得提一提。比方說吉里斯多發文 (Christopher Wren) 先生所捐修的新圖書館是在十七世紀之末建築的。而牛頓所熟習的幾所建築已經拆毀了。在三一學院中有一個迴廊有很響的回聲。普通一般都以為牛頓會利用過這個迴廊來測量聲音的速度。這個傳說仍然很盛行，所以現在許多大學生都在這兒重作牛頓的實驗。或者並沒有那種探討科學的精神，而只是發點鬧聲罷了。

牛頓在劍橋第一年的情形，我們知道得很少。不過記載上只有這件事實，那就是牛頓因為在中學的時候已經讀過了桑道生 (Sanderson) 的論理學，他對於論理學是非常之精通，他所知道的和他的先生一樣多，所以他免去上這課。

牛頓聽過了他教師講授過幾次起不勒 (Kepler) 的光學，牛頓便獲得了這本書，讀過這本書之後，他便很懂這本書的內容。牛頓的教師很驚異的發現了牛頓在未聽過講授之先，便懂了講授的主要內容，牛頓一生之中對光學的興趣始終未減。我們在後面便可知，牛頓在這光學園地之中，有很偉大的成功。牛頓在考閱游覽週圍的鄉村時，他到過司脫橋 (Stour Bridge) 的市場，在那兒買了一本推斷占星術。牛頓讀這本書的時候，他發現他因為缺乏幾何的知識，而不能了解書中有些圖解。所以他又買了一本歐幾理得 (Euclid) 的『原素』。可是牛頓並沒有多讀下去，因為他覺得這本書中的真理都是自證的，他便得了一個結論：說歐幾理得的書是一本不足道哉的書——這實在是牛頓大錯之一。所以他便從事研究笛卡兒新著的『幾何學』。他覺得這本書很有興趣。牛頓後來很後悔不應該這樣斷然的錯過了歐幾理得的書。在他一生的後期中他寫下了這樣的句子：『他在未注意到歐幾理得原素一書之先，便研究過笛卡兒和別的代數作家的著作。歐幾理得這樣好的著作實在值得早注意的。』

無疑的，牛頓在劍橋前一部時間，大部分是用在實驗工作上的。可是他讀過的書籍，也給他一

些思想，這些思想在後纔驚人地成熟了。他在三一學院讀書的時候，他在當時數學名家埃沙克包羅（Issac Barrow）指導之下，於他是很有益的。包羅也一定看到了他這位年青學生潛伏的數學天才，他在這一方面上特別鼓勵牛頓。我們知道牛頓讀過了當時最新的數學書，到一六六五年，他無疑地在這個科目上有了很好的根底。而在一六六四年，牛頓預備得學位的時候，學位考試的人說牛頓關於歐幾理得的知識太差了，教牛頓在這門科目上還要用功。從牛頓一六六五年和一六六六年的筆記簿上看來，牛頓的數學訓練已經成功，這是很明顯的。因為在這幾年，纔有他關於發明二項式定理和微積分的親手記載，關於牛頓在劍橋早期生活的情形，這本筆記簿上有許多記載說他對磨透鏡和做光學，化學實驗這類實際工作很值得注意。筆記簿上也有關於新的哥白尼天文系統和宗教上的日記等記錄。在這幾年中牛頓並沒有什麼顯著的光燦成就。從各方面看來，牛頓不過是通常的聰敏大學生，也沒有與他同學不同的特性。在一六六四到一六六五年間他得了文藝學士。不幸的，關於他在考試時得第幾名，並沒有記載，因為當時的記錄叫阿它孫力阿力思（Ordo Senioritatis）已經遺失了。在一六六五年在牛頓的研究上有一段很長的停頓。那時倫

敦盛行着大瘟疫。這個大瘟疫很快的傳布到劍橋。當年八月，劍橋的學生因為怕受傳染而被迫退學回家。牛頓在這個命令還未實行的時候，已經回到家裏了。他在家裏，除了幾個月之外，住了整整二年。牛頓回到屋爾所蒲（Woolsthorpe）便失掉了學校圖書館和所有實驗儀器，這些於他都是很需要的。爲了職業問題，牛頓丟棄了儲在他腦筋中的知識。

我們很奇怪的看着，牛頓從來沒有表示出他生性是一位數學家。他整個一生的自然表現總是在實驗和用手活動這一方面。可是，碰巧，牛頓在劍橋受了很好的數學教育。我們可以很合理的這樣說，牛頓天賦的智力使他不自主的在數學園地達到極點。牛頓的天才第一次自動的是在數學境界中顯出。他得到學位和轉回家去避疫這一年，他記下了他發現了一種數學方法的事實。這種方法便是我們今日所謂的二項式定理。那就是說他化出了一件事實，如像 $(1+x)$ 這類的式子自乘任何次數，都可以得到一個普通的級數，這個級數立刻可以直接的寫下來。這實在是乘法的縮短形式。這個二十三歲的學生所發現的這個定理是數學中基本式之一，而且在一方面還是所有近來實際計算的基礎之一。牛頓別的真正偉大的數學，發現也屬於同一時期。可是二項式的

發現，我們很有理由可以把牠當作數學訓練的自然而光燦的結果。別的發現呢，或者是由於他對自然現象熱愛所造成，或者由於他想解釋自然現象的真意義而鼓勵出來的。

許多年來物理學家的觀察，已經發現了一二個基本重要的問題。雖然從阿幾米起每個物理學家都想找解答，可是這些問題仍不得解決。有一個問題是關於面積和體積的真量法。阿幾米得和歐幾理得都發明了解決這個問題的方法，可是兩種方面都只是近似而已。因為物理和天文的觀察愈來愈準確愈精鍊，對於這個問題解答的需要更迫急了。伽利略和起不勒二人在這方面都作過相當的努力。起不勒用比較複雜而討厭的算術計算化出了有名的行星運動律，而結果他雖化了不少精力，僅僅不過得到了近似值。用伽利略的實驗來說明精確測定面積之重要，是再好的沒有。他把下落物體所需的時間用那在水平軸上的距離來表示，而物體所得到的速度，用在那垂直軸上從這點起的距離來代表。他證明，假使另一條線連聯了這兩個極限，造成功一隻三角形，這三條線所包圍的面積，便代表這個物體所墮下的距離。

自然，求面積的問題是和曲線的性質有密切關係的。關於這方面的大部分數學知識，從自伯

拉圖起時便尋出來了，伯拉圖據說發現過圓錐曲線。牛頓曾經仔細研究過一本書，叫無限數的算學 (Arithmetic of Infinities)，是牛津的瓦里斯博士 (Dr. Wallis) 所著的。在這本書上曲線的性質和求面積法都做到很精確的程度。我們十分明白，牛頓所發明的方法大都是瓦里斯方法的引伸。每個畫過圖表的中學生都知道，關於任何曲線最重要的事便是曲線代表二個量的關係。這個曲線重要的性質可以用數學來表示，就是說出該曲線的斜度 (slope) 是如何的變化，任何一點的斜度的量法，可以用切線來表明的。現在有二條相互垂直的軸 OX 和 OY ，我們假使利用這兩條軸來討論一條曲線，我們可以用關於兩條軸的坐標來代表曲線上的任何一點。假若我們要想求得 OY 軸和這條曲線或者曲線之一部分所包之面積，那是很明白的，我們可以在這個面積中畫許多直線形，將這些直線形的面積加起來，這樣便能得到近似值。但是總有許多小空隙未計算在我們方法之內。換一句話說，那便不是真的面積。在一六三五年意大利數學家卡發里 (Cavalieri) 以為：一條曲線是由無限數點子造成的，一個而是無限數曲線造成的，而一個體積是無限數面積合成的，這個意見與當時最新的數學知識是牛頓所最熟習的，卡發里的提議

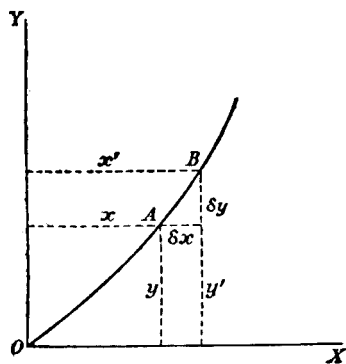
雖然是不對的，可是無疑的，牛頓因為對這個思想加以思考，纔能有他偉大的發現。卡發里李的理解和牛頓的理解之一點差別便是，卡發里李想像他的點、線、面，都是各別的單位，這些單位加起來，便合成了線、面、體。在另一方面牛頓把一條曲線幻想成動的東西，常常變化方向的東西，一樣地，他以爲面積或者體積是由線或面的運動而產生的。這樣對物體的看法包括一種新的思想。比方說，某種物理量如壓力、溫度、長度等等，以前都當作靜的東西，而牛頓把牠們當作在一種流動或運動的情態。這種觀念便是在計算方法上最革命的進步的種子。這樣便造成了我們叫做微積分學的數學系統。

我們已經說過，微積分發凡於牛頓的連續變化觀念中。他把這種變的思想用一個名詞表示出來。這個名詞便是他給新計算方法的名詞。他叫這個方法做動變法，他採用特別的方法寫下他所用之符號。我們在另一章裏有機會再討論到這些符號。但是在這兒我們略爲懂得點微積分簡單的意思就夠了。這個微積分是牛頓偉大的數學發現，我們計算一條曲線的斜度所用的特殊數學分析法，便叫做「微分。」我們可以參照着一個簡單的圖來說明牠。

OB 是一條曲線這條曲線表示着直量叫 y 的和橫量叫 x 的關係。假使我們首先當這條曲線是自 O 畫到 A 的，那麼 A 點的坐標（我們總是以坐標作標準的）便是 x 和 y。現在我們讓這條曲線延長到 B。B 點又有了新的坐標名 x' 和 y'。x 和 y 兩者都變了。x 在水平方面增加，y 在垂直方面增加，增加的數量我們叫做 δx 和 δy 。

表示的比例便是所謂在 A 與 B 二點間曲線之斜度的量法。在這個圖上，A 與 B 看上去比較離開得遠點。當到 A 和 B 是極近時， $\frac{\delta y}{\delta x}$ 便是極限，這個極限就叫微分係數。曲線的形狀完全看 δx 除 δy 的值而定。這個值普通用 $\frac{dy}{dx}$ 來表示。在事實上便是在任何一點切線的度量。要是這個曲線是向上彎的話， $\frac{dy}{dx}$ 這個值便叫做正的。自然很明顯的，要是這曲線是向下彎的話， $\frac{dy}{dx}$ 的值一定是負的了。

我們已經曉得有了一種表式，再要畫一條曲線和這種表式相合，是很簡單的事。比方說，我們

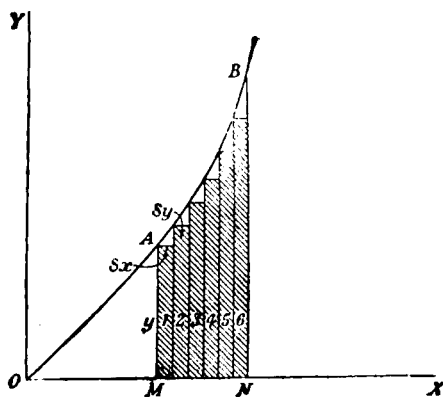


第一圖

可以很容易的畫一條 $y = x^2$ 的曲線。事實，我們所要畫的曲線和我們第一圖那條曲線差不多有點像。我們已經知道，在這一條曲線上，坐標在二種不同的方向上都一點點地不停的變化。 x 在這條曲線有一個值，顯然 y 也有一個相當的值。從我們剛纔所說過的方法，我們可以用一種微分的方法，得到在這條曲線上的任何一點的斜度。再進一步用這種微分的方法，我們可以得到關於斜度變化率的值。我們小小的說明僅不過指出一種微積分原理用來求曲線上任何一點斜度之大概方法。要是我們有一個曲線的方程式，（比方說，在這裏的是 $y = x^2$ ）我們便能如我們所說的『微分』牠。這個微分方法造成了別一個代數式，這個式子指示曲線上任何一點的斜度。這就是真正所謂的『微分法』。這種方法可以看到 y 對於 x 而言的變化率，而且包括任何此一量依他一量而變的情形，譬如，當火車出車站時，速度依時間的這種變化。牛頓叫這種變化率變化的速度叫動變率 (Fluxion)，而叫他討論的變化量叫動變量 (Fluent)。

積分法是上面這種微分法的相反。積分法是一種加攏極小部分的捷法。代表這種方法的符號很能表示出來這種方法的目的。每個人都知道，古英文 S 字寫作 \int ，在 \int 字頂上和底下都

有指示的字告訴你加法是自何處開始的，何處告終的。我們曾經說過，我們加攏在一個面積中有許多直線形的小面積，便可以得到這個面積的近似值。我們假使再看另一個圖，我們就可以看出爲什麼這種方法只是一個近似的方法。我們這個曲線和上面第一圖的那條曲線很相似。假設我們要想求 $\triangle BMN$ 這塊面積。我們在圖上畫了許多小的長方形如像 1, 2, 3, 4, 5, 6 等。我們發覺到，當我們把這六個小長方形的面積加起來之後，仍然有許多小的不規則的空隙，我們未算進去。要是我們高興在同一面積中多增加幾個小長方形，這些小空隙自然小得多。我們看出來，這些小空隙很像第一圖中的許多 dx 和 dy 。僅有的差別便是在微分中，我們是求 $\frac{dy}{dx}$ 的值，而在積分中，我們是把許多在某種範圍之內的 y dx 加起來，以求在這範圍內的



第二圖

面積。

我們已經說過，積分法是微分法的相反。牛頓是第一人證明這個道理。那是真的，在牛頓之前的數學家便已經研究到面積這個問題。但是因為牛頓我們纔有這種概括的方法，纔能够實實在在的應用這種方法到各種問題。

就是因為應用微積分，天文家纔能够這樣不可思議的準確預測到日月蝕發生的正確時間，彗星出現的正確時間。所有這些使我們驚奇的預測實在可以歸功於那二十三歲的，年青的，劍橋畢業生的天才。這位天才剛剛還被教師罵他對歐幾理得的『原素』懂得太少。

在牛頓被迫離開劍橋的差不多兩年中，他不僅從事於這些數學發現之著述，而且更於別的極重要的研究有所致力。他在這個時期內的用費還有記載可尋。這個記載上指示着他做了許多的實驗，不僅是在他早年所愛好的化學園地中，而且做了許多關於光和光之性質的實驗。大衛得伯魯特 (David Brewster) 告訴我們牛頓在這個時期中，買過許多磁石、兩腳規、玻璃球、鑽子等，又買過許多三稜鏡和油灰。

在科學史上有兩種最重要的發現都是屬於這個時期的。這兩個發現使牛頓的名字永久光榮的照耀着。第一個發現是萬有引力，第二個是顏色的性質。我們在下一章裏便能明白這兩個名字真正的意義。

第四章 其他的發現

有句著名的俗語說『所有的貓在黑暗中都是灰的。』這句俗語的真實性很像牛頓的關於顏色性格的偉大發現。我們聽說，在一六六四年，牛頓還是一個大學生的時候，他夜裏很晚還坐着觀察彗星，他有時也坐着測量月暈的大小。這樣不久之後，牛頓便考慮到用來觀察天體的儀器了。在當時望遠鏡還是比較新的發明，但是伽俐略已經對這個儀器作了很多的改良，而且還用了這個儀器作了許多的工作。伽俐略用這個儀器來觀察的時候還是早在一六一二年，事實上，這個儀器是立不西(Lippershey)第一個發明的。立不西是一個製造眼鏡的。而這個儀器很受伽俐略的改良，由放大三倍直徑改良到伽俐略最後所做的放大三十三倍直徑，這個放大三十三倍的便是伽俐略發現太陽上黑點和月亮上山谷的那個望遠鏡。不管這個早期的望遠鏡作過了光燦的觀察，可是那時的望遠鏡實在並不怎樣好。所看見的像都是很扭曲的。這是由於，或者猜想是由於一

種叫球體光行差 (spherical aberration) 的缺點。這種球體光行差的意思，是指光線經過透鏡，透鏡各部分對光的曲屈程度不一；換句話說，就是透鏡的各部分不能把光線集中到一個焦點，自然便產生一種散開的變像。當時對這個現象的解釋，以為這種光行差是由於透鏡表面是許多球面集成的，要免除這種缺點只有磨平這透鏡面，可以使光線差不多集中於一點。傑門格哥雷 (James Gregory) 在一六六三年說過，要是透鏡的表面是圓錐形，而不是圓球形，這種球體光行差就可以免除了。笛卡兒也曾注意到這個問題，而且費了許多時候來改良製造各種繁複表面方法。這種表面，在他死後就叫做『卡兒氏橢圓體』 (Cartesian ovals)。無疑的，牛頓之從事研究光學，是由於看到當時望遠鏡討厭的缺點纔起的。我們立刻便看到他在辛辛苦苦研究光的性質和色的現象。在一六六六年，牛頓說：『他得到了一個三角形的三稜鏡，以研究那有名的光色現象。』下面便是牛頓對他所作實驗的敘述：

『我把我房子完全弄黑，在關窗子板上鑽一個小洞，放適當的太陽光進來，我把一個三稜鏡放這進口的面前，這樣，這個三稜鏡便把太陽光反射到對面的牆上。』

於是他觀察到，射在這個三稜鏡上的太陽光點是圓形的，白色的，可是這光線經過了稜鏡之後，射在牆上的是散成的一列光線，有五倍於原來光點那樣大，而且不是白的，他所看見的是一列很美麗的顏色。這些顏色牛頓至少能够把牠分做七種，叫紅、橙、黃、綠、青、藍、紫七色。牛頓說，他在最初完全爲這實驗的純然美麗所吸住了。但是很快的他又記起了這個實驗的科學性質。他重作這個實驗許多次。牛頓特別的注意到，這條色景各種顏色長短和寬窄之不相稱。他想，這種現象也許是由於三稜鏡中的不整齊所致，所以他又再拿一個完全相似的三稜鏡來，放在適當的地方，使光線經過第一個三稜鏡之後再相反的經過第二個三稜鏡，他發現，結果還是一個小圓白點，完全和從窗板上進來的一樣。所以，事實上，可以說這兩個三稜鏡作用完全一樣。牛頓用三稜鏡來作了很多的上面這實驗之後，他又作了一個最後決斷的實驗。牛頓把有顏色的光帶射在一個板上之後，又在板上開了許多小洞，每一個小洞只容一種顏色射過，一個洞開在紅色的部分上，一個洞開在黃色的部分中，諸如此類，然後他又放許多三稜鏡，放在適當的位置，只許一種光顏通過一個三稜鏡。他再量每種光線在通過這第二個三稜鏡後所屈折的角度。由這實驗他纔發現有的顏色屈折得

多些，有的曲折的少些。譬如，紅色的光線就比橙色的光線曲折得少。而黃的比綠的少，如此的一直到這光帶之末。在這許多實驗之後，他結論太陽光實在是許多不同顏色的光構成的，這些不同顏色的光線的惟一特性，便是牠們的屈折性或者屈折力各不相同。事實上，牛頓可以說發現了這光景大秘密。我們現在也知道，有色的光帶，或者所謂可見的光景僅僅是一條很長的光帶或光景的一部分而已，在這可見部分之外的線都是看不見的，而且都很重要的。比方說，在可見光景紅色部分之外的光景中，有我們所發現的無線電波，或者我們甚至於可以叫牠做無線電光。在可見光景紫色部分以外的光景中，有X光線，有鐳的β線。所以這個三稜鏡的實驗可以說是牛頓一生最偉大成就之一，這個實驗發現了可見的光線和光線的性質。牛頓是第一個人發現了顏色是光的特性，並且發現了顏色不是屬於物體的。

可是這件偉大的發現就包含着牛頓一個重要的錯誤。那就是他以為各種光線實質上之不同，是由於牠們屈折性之不同。他並不知道，各種物質，各種玻璃所造成的三稜鏡有不同的折光力的，能使光以不同的角度而曲折。事實上，在其後的數年中，牛頓便因此和里格（Liège）地方的一

位叫拉伽斯 (Lucas) 的思想家大開爭辯。拉伽斯重做過牛頓實驗之後，在關於不同光線爲一稜鏡所屈折的角度方面，和牛頓意見大不相合。這兩人間的爭論只有使大家都不開心。因爲，他們兩人的實驗也許都不錯，可是他們所用的三稜鏡種類不同吧了。

牛頓在做過他的發現之後，立刻以爲他得到了在所有望遠鏡中的缺點的眞解釋。他以爲，那發毛的，有色的像實在不是完全由於球體光行差而來的，也由於各種有色光線的屈折性不同而致，這便是我們所謂的色光行差 (chromatic aberration)。牛頓於是乎得到一個結論；就是，不管用任何實驗的方法，要想消除在這種屈折光線的望遠鏡中的色光行差是不可能的。假設要是牛頓當時能夠找到他和拉伽斯的差異的眞正解釋，牛頓或者會預料到八年後所發現的無色望遠鏡。在這種望遠鏡中，用一種玻璃製成的凹鏡和另一種玻璃製成的凸鏡合併起來，這種因有色像而起的困難完全的解決了。然而，牛頓把他的思想轉到別一方面的難點去了。他想到一種反射望遠鏡的用途，在這種反射望遠鏡中，光線先集中在一面凹鏡上面，再由這面凹鏡反射到另外一個鏡子，（這面鏡子要放着適當的角度，這個角度大約是與望遠鏡的軸交成四十五度。）在這最後

一面鏡子上，我們可以經過望遠鏡旁邊的一個小洞，看到鏡上的像。無疑的，牛頓想出這件事情還是在他當瘟疫流行時逼回屋爾所蒲的時候，但是他用手來造他第一個反射望遠鏡的時候，實在是回到劍橋之後相當時間纔成功的。牛頓在家裏的時候，也許就在那裏很勤快的想把透鏡和平鏡磨好，這些透鏡、平鏡終於使他完成他的設計。我們抄點他自己的話來說明他對於反射望遠鏡必要的意見，是很有趣的。『看吧，利用屈折的定長望遠鏡的改良是絕望了，所以我貢獻一種利用反射的觀景器，這種儀器不用物鏡而用一個凹的金屬鏡子。』牛頓實在的，診察到屈折望遠鏡的老毛病，這種老毛病是別的科學家即如偉大的伽俐略和起不勒，都不能了解的。對於這個二十四歲的青年，這還不算得什麼大成就。

那是令人驚奇不置的，就是那包含着如許基本真理的科學進步，差不多全部記載在幾句話中，而這幾句話是一位粗魯的年青的劍橋畢業生在鄉下只住了兩三個月就記下來的。我們已經在很短的幾頁中，稍稍的討論過這些有革命性的奇蹟，如像二項式定理，微積分，光之性質，反射望遠鏡之概念等等，這樣，也許我們想到奇事也很慣了。這也許是合宜的，因為那最偉大的，最聰慧的

發現也是在這幾個黃金之月中開的花。我們一定要來想像那近代宇宙觀念時代之初期之發矇。我們一定要想像（依照福爾泰 Voltaire 說）我們年青的物理學家在屋爾所蒲的花園中休息，也許是在磨透鏡之後的休息，也許是在計算雙曲線面積算到二十五位數之後的休息。關於蘋果的傳說並沒有證實，也許是福爾泰的妙筆生花，但是我們仍然相信這個傳說。這個傳說一直都當作是萬有引力發現的發源點。這個傳說給了我們一種這件事實的確實性；我們雖然可以用加速度，相對性等名詞來裝飾這種確實性。這種確實性是科學異事的真性質和實質。牛頓無疑的看見一個蘋果落在地上，便立刻問他自己這個問題「爲什麼？」

現在，萬有引力確實的意義到是什麼？我們一時不要以爲牛頓是第一個人想到爲什麼一個蘋果落下地上的問題。關於地球吸引物體這種智識，早在亞當的時候便曉得了。那嗎，在安靜的屋爾所蒲花園中所問的這個特殊的問題的天才智慧，究竟在那裏呢？

每個人都知道什麼是力。力便是發生運動變化或者要發生運動變化的一種東西，說得更對點，就是發生或者要發生情狀變化的一種東西。假使我們從一個高度丟下一個重量下來，那

使牠往下落的便是力。在牛頓不久以前，一般人都相信，不同重量的物體從一樣的高度同時落下來，重的物體一定先落地。這個荒謬理論是被偉大的伽俐略打破的。伽俐略從比薩（Pisa）斜塔上丟下來個物體來，一個是重的，一個是輕的，伽俐略證明這兩個物體同時到達地上。要是我們不算空氣的阻力，所有的物體像這樣的落下來都會一齊落地的。空氣的力量自然是看物體的形狀的。譬如，我們同時丟下兩樣東西，一樣是鉛的，一樣是一張紙，這個鉛的東西直接的便落下了，而紙呢，慢慢的飄下；但是在一方面，要是我們拿紙揉成一個小球，這兩樣東西都會同時落下的。伽俐略的發現是很重要的，他更作進一步的研究，他證明，要是一個不變的力作用在一個物體上，使之向地上下落，那這個物體下落的速度不是不變的，而是時時加增的。他證明這種速度的加增是均勻的，在物體下落的每單位時間中，有等量的速度加增。這種速度的加增就叫加速度。這種發現造成了所有動力學的基礎。在幾年之後，牛頓重作這個實驗，但是作的方法稍為有點不同，似乎要更精巧些。我們抄一點牛頓在『原理』第三卷中所說的話也許有點補益：「很久以前，就有人觀察到所有重的物體在相等的高度落下來，總是在相等的時間中落到地上（自然牠們所受到的空氣阻力

是不同的，但是這點阻速是可以略去的。這個相等的時間我們可以用擺來量得很準。我試過這許多東西，如金、銀、鉛玻璃、砂、食鹽、木頭、水、及麥粉。我製了兩個圓的相等的木頭箱子。我把一個箱子裝滿木頭，在另一個箱子中間吊好一塊等重的金子（我所能做到的相等），這塊金子是吊在擺動中心（center of oscillation）。這兩個箱子都用十一尺等長的線吊起來，這樣便造成了兩個擺，重量完全相同，形狀完全相同，所受的空氣阻力也完全相等。我把兩個木箱放在一起，我觀察牠們前後的一起擺動，在很長的時間中，有相等的振動。所以在金子中的物質的量與在木頭中物質量之比是等於動力對所有金子的作用與動力對所有木頭的作用之比，那就是等於兩者重量之比。在別的物體中也一樣，用這種等重物體的實驗，我顯然地能發現物體重量千分之一的相差。

牛頓的『物質之量』自然就是我們所謂的質量（mass）。

從伽侖略起，動力學便慢慢的在進步着，牛頓萬有引力之發現，還是基於伽侖略所發表的原理。蘋果下落的事，無疑的使牛頓想到一個像下面這種的問題：『要是一個物體離開地球表面很遠的話，地球對牠的落下的吸力，是怎樣的呢？』牛頓知道，不管是什麼東西無論在高山之頂，

或在深谷之底，地心吸力都是有作用的。他也許在他的腦筋中把許多現象當作求地球對遠距離、物體吸力之大小的實驗基礎。月球對地球的運動，這是一件很普通的常識，牛頓忽然靈感觸動，牛頓想，該不是地心吸力使月球在牠軌道上運行的吧。實在的，月亮圍繞着地球轉，地球繞太陽旋轉，這到底是怎樣來的呢？爲什麼牠們都不依切線的方向飛去呢？假使我們把一個石彈子繫在一條繩的一端，我們再拿到那一端。然後轉我們的手，這個石彈子便繞着圓圈轉，只要我們仍在轉而繩子還未斷，石彈子總不停的轉着。要是當石彈子還在轉的時候，我們把繩子割斷了，那石彈子自己便會飛走。現在，我們可以把牛頓發現的東西當作和這件繩子一樣。牛頓立刻知道，要是他能證明月球的運動是那管蘋果下落的同一條引力定律的結果，那極老的所有行星爲什麼動的問題便能解決了。這種直覺的真理之一現，就小孩子的經驗說來，一定是狂喜的。我們一定能想像得到他當時開始計算的熱心。第一件要求的事情便是地球對於物體的吸力與距離的關係。牛頓假設這種吸力是依照着所謂反平方律而變的，那就是，二質量間之吸力是與該二質量間距離之平方成反比例。要是月亮和地球間的距離是六十倍於地球的半徑，那地球對於月球上單位質量之吸力

是對地面上物體吸力三千六百分之一。

我們已經曉得，牛頓知道了力的效果便是產生加速度，他現在，依照這個定律的引伸，來看地球對月亮的吸力是不是能維持着月亮所表現的那樣圓周速度。這個計算自然需要知道地球的半徑。牛頓計算這個圓周，靠他的記憶所及的，得到地球的半徑是三千四百四十哩。依照這個數目，他的月亮圓運動的計算結果和觀察的運動有點不同。事實上，他的結果是應該的大了六分之一，他一定感覺到極度的失望。他立刻假使他對於這宇宙大祕密之直覺猜測是錯了。在事實上他的猜測並沒有錯誤，但是因爲他遠住在鄉下沒有參考書，所以他的記憶便記錯了這地球的半徑。他所用這個數值，稍爲小了一點。這樣，這個偉大的萬有引力之發現雖早在一六六六年，仍是並未獻給世界，而這位發現者以爲他光燦的美夢慘然的失敗了，非常的失望。在十六年之後，牛頓再翻開這些計算，他纔發現了點小錯，這點小錯造成了很大的差別。

所以萬有引力的整個發現，實在就是發現了那「距離與地球吸別的物體或別的物體吸地球的力量大小之關係」的定律。解釋行星運動的問題雖說有很久的時間，然而在一六六六年還

是一個很盛行的問題。那完全是因為實驗的科學很快的起來代替老的思想制度，那種定義如是多而經驗如是之少的制度。笛卡兒貢獻一種解釋，他的觀念是：整個的宇宙都充滿了一種看不見的名叫以太的物質，他想像這種以太是極小的微點構成的，這些微點在一種連續的運動情況中。他想像，因為互相摩擦，有些小微點變得稍為小點，而其餘的大微點就是灰塵，所以這些大微點便沉到那一些旋渦的中心點（笛卡兒叫的名字）每一個旋渦是旋轉的以太微點構成的，『灰塵』在中間這樣便造成了一個太陽。笛卡兒用這種旋渦解釋了行星的橢圓軌道。起不勒又進一步。起不勒敘述行星的運動敘述得很準確。但是起不勒缺乏動力學的知識，他不能解釋他自己的定律。起不勒並未想到他的定律和那管地球上落體的定律有相當的關係。在另一方面伽侖略說明了地心吸力是如何的作用，為牛頓做好了背景。牛頓的真智慧便是在他的看出，起不勒的天文定律和伽侖略的動力推論，就是一樣東西——萬有律——這條定律便是牛頓終身信仰的教義。這種把重力當作管月球運動的力的實際觀念是起不勒著作的直接結果，因為牛頓在一六八六年寫給哈勒（Halley）的一封信上說，牛頓自己在約二十年前，在他研究起不勒的學說時，便推

出了萬有引力。

牛頓在關於萬有引力失敗之後，無疑的牛頓的思想轉到光學物體、反射望遠鏡方面，這個反射望遠鏡是牛頓早就要做的，牛頓在屋爾所蒲的其餘時候，便消磨在實驗工作上，製造金屬磨金屬，想用來當他望遠鏡中的鏡子。他改良一個用瀝青和胭脂粉磨金屬的方法，這個方法現在還在用。

我們大概地曉得了牛頓在這二年中所做的事情，牛頓的這二年除掉很短的時間之外，是他被迫離開他所愛的劍橋的時期。我們現在要同他一道踏上回轉的旅程，看看這個有驚人開始的天才成熟和發展。

第五章 在劍橋的後數年

埃沙克牛頓，現在是二十五歲了，他從他故鄉中的強迫休假轉到劍橋來。牛頓在這時期中，在他沒有便利的實驗時期中，他頭腦中充滿了那些許多重要的思想。英格蘭在這兩年中經過了可怕的災害。那把鄉村毀殺於大半的大瘟疫，那最激烈的防止病疫的倫敦大火，一定很使那些日擊當時事變的人心大為動搖。在一六六七年，英國又和荷蘭開戰。事實上，一六六七年的後半，忠存的英國人遭受了國恥，看見整個的荷蘭艦隊停在泰晤士(Thames)港口中。

在一六六八年牛頓回到劍橋之後不久，牛頓得到文藝碩士學位。不久之後牛頓又被選為該大學的初級研究生(Fellow)其後又選為高級研究生。這種研究生是一件人人切望的事情。研究生不僅是一種非常的榮譽，並且還有一種津貼。這種津貼是牛頓所需要的。因為牛頓母親給供給牛頓的錢是很少的。

在牛頓轉回劍橋之後，他所致力的第一件事便是製造反射望遠鏡。這個儀器是一件很小的東西，大概有六吋長。但是這個儀器一定是非常有效的，因為牛頓是用牠來考察木星的環和四個衛星。同時，這個儀器並不能使牛頓滿意。不久之後，牛頓又造了一個望遠鏡。我們知道，這個儀器使他第一次得到了大眾的特別注意。在牛頓劍橋生活的第一二年中，光學和化學的實驗佔據了他大半的時間。但是在同時，牛頓到數學研究也有相當的注意，他還協助拉伽斯派（Lucasian）數學教授埃沙克包羅（Issac Barrow）預備講義。在一六六九年牛頓寫了第一篇關於他的動變理論論文。包羅對這篇論非常的注意，包羅把這篇文章送給他的一位朋友看，這位朋友也是一個有名的數學家叫做約翰科林（John Collins）。雖然這兩位數學家都很注意這篇論文，可是這篇論文並未發表。一直到四十年之後，牛頓的這篇微積分的初步發現真論文纔受到大眾的注意。包羅在研究數學之外，還發表了一些光學講義，在這方面，包羅非常大量的接受了他這位學生的有用的協助。在這件特殊的事情上有一點奇怪的一點，就是牛頓雖然改過包羅博士的講義，可是牛頓在某一點上並未改過，這一部分便是包羅發揮充分的色彩性質一部。包羅所表示的意見和牛頓

依據三稜鏡實驗結果而造成的理論毫不相似。我們推論，這大概是因為牛頓對他自己的結果還沒有弄確實，不敢以他自己幼稚的意見來反對他教師的廣大經驗。

在一六六九年包羅博士決定放棄他在劍橋的工作，以便從事於神學的探討，包羅以一種值得讚揚的清晰目光，推薦了年青的埃沙克牛頓來繼他拉伽斯數學講座。因此牛頓便在一六六九年十月便被指派為該數學講座的教授。牛頓做拉伽斯數學教授時的講授討論了許多題目，包括着光學，萬有引力和代數等。而牛頓的實際研究工作還是大部分致力於光學和他第一個望遠鏡的改良。

在一六四五年起，有幾位愛好自然科學的紳士常聚在齊扑賽得 (Cheapside) 的一個旅館裏，大家交換意見和討論奇怪的現象。他們構成了波義耳 (Boyle) 所謂的『看不見的學院』。這個小團體最後又和別的相似的，在牛津所組織的團體溝通。他們兩團體的會議增加了很大的興趣。最後，這兩個團體便合併了，並且在倫敦格雷漢學院 (Gresham College) 舉行定期的會議。在一六六〇年許多思想家（內中也有文博士 Dr. Wren）發出一種備忘錄，想新立一個『學院』。

以求數學物理實際知識之增進，並且他們還決定每一週開一次談話會。還有，他們相互議定，每人要付入會費十先令，以後每週捐一先令常費。會員的總數一共是四十一個。英王查理二世雖然生來便是享受人生的，而在各種科學上都有相當的興趣。查理二世立刻很熱心地贊助這新組成的學會，在一六六一年他也親自加入了這個會。傳記家約翰伊唔林 (John Evelyn) 給這個學會取了一個名字，這個現在是整個文明社會所敬重的名字，就是皇家學會。在一六六二年這個學會便得到在大憲章下的結社自由權。查理二世對於皇家學會的成立，負得有很大的責任。皇家學會之成爲博學中心，世界科學知識之淵藪者，差不多近三百年了。牛頓在一六七一年完成了他的第二個望遠鏡，很吸引人們的注意，人家請他把這個望遠鏡送到皇家學會去。這個望遠鏡在現在已成了皇家學會一件最寶貴的藏物了。在一六七一年十二月，皇家學會的記載上有這樣一段：『沙倫主教 (Bishop of Sarum) 卽辛士華德博士 (Dr. Sethward) 提出舉劍橋大學的數學教授埃沙克牛頓先生做候補會員。』牛頓寫給皇家學會祕書的一封信中，表示他對於該會所給他的榮譽的歡欣。信上說『沙倫主教舉我做貴會候補會員，我很以爲榮。我希望我再有被舉作貴會正

式會員的這種光榮。要是在作貴會正式會員之後，我將努力用我微弱的獨孤的力量以求增加貴會的物理策劃，因而證明我對貴會給我榮譽之滿足。」果然，在一六七二年正月牛頓便舉為皇家學會的會員。牛頓第一次對皇家學會的貢獻便是一篇關於色彩性質的論文，這篇論文的發表開始了許多連接的麻煩，這些麻煩給牛頓之一生都糾纏不休。他的色彩學說發表之後，立刻引起了幾個重要人物的激烈反對。反對的人中有虎克（Hooke），有荷蘭物理家海京（Huygens），還有天文學家佛倫司得（Flamsteed）。我們已經知道，牛頓以為色彩是一條光線中的確定構成原素，他的意見很可以從他自己的文章中看出來。「同樣的顏色是屬於同樣的曲折度的，而同樣的曲折度只有同樣的顏色。」在這點上，牛頓是錯了，在發生的辯論過程中，牛頓不得不造點關於光的性質的像假說一類的東西。牛頓假設，從發光體中，有種微點以直線射出。這個理論，不管牛頓是否是熱烈的主張，已經很使羅拔虎克發怒了。因為虎克主張光實是在一種假定的以太中波動的一種波。經過後來實驗的證明，我們知道，虎克的意見是對的。但是，在當時虎克的意見並沒有證實。牛頓常常是很不喜歡公眾和辯論的。這個早出的批評使得牛頓寫了一封信給皇家學會的祕書屋定

保 (Oldenburg)，在信上他說他要廢除哲學，他又說『我纔看到，一個人一定不要弄出什麼新的東西來，或者一定要變成防衛舊說的奴隸。』幸而好，牛頓並沒有這樣做。

牛頓在一六七五年，從一種更數學化的立場上來研究這個問題。他觀察到，光線經過了一層薄的透明的膜上通過，便發生了一些有美麗色彩的圓環。事實上，這便我們每個中學生都曉得的『牛頓環。』比方說，在兩面極光滑的，透明的面中有一層空氣，我們便可以看到這個『牛頓環。』牛頓不但用白光來實驗，他還用了有一種特別色彩的光來實驗，他發現用一種光得到了一輪輪的亮的黑的圈，圈的大小要看光的顏色而定。經過無數反復的實際，忍受了極大的痛苦，牛頓纔能夠化出一條關於圈的顏色和膜的厚薄的關係的數學定律。牛頓聚積了一大堆關於這件現象的實驗記錄之後，便想來找解釋了。我們後來明了光的波動說是真的，我們很奇怪，牛頓那樣聰明的頭腦爲什麼不假定同波長一類的東西來解釋薄膜對光的交換透過和反射。可是牛頓並不採用這種解釋，他倒這樣想光微點的進行，受了不同的交替的適合這種激動需要一定的時間，第一，這些微點願意『通過』那構成薄膜的物質微點間的空隙，第二，這些微點願意折轉來，或者被薄膜反

射出來。事實上牛頓便以他所說的『易於透過和反射的適合』來解他的現象，這種反射穿透的適合，據牛頓說是光的一種性質，這樣他就不再研究這個題目了。這個工作使牛頓能够發明一種關於顏色，非常聰明的學說。他在這個學說中，假定物體的顏色依構成該物體的質點相聚的緊密程度而定，物體質點的微小距離相當於他實驗中的薄膜。牛頓用這個學說解釋天爲什麼是藍的。牛頓假定空氣中的微小水點有適當的厚度，使藍色佔了優勢。

在一六七八年牛頓寫一封信給虎克博士，那時虎克博士已經做了皇家學會的祕書，在這封信中牛頓貢獻一種證明地球自轉的方法。牛頓以爲假使一個物體從相當的高度落下去，要是地球是不動的，那麼這個物體便將以絕對的直線下落，但是，要是地球是動的話，物體在下落時一定要比直線稍爲偏差點。皇家學會很贊成這種意見，並且指定虎克博士去做實驗。在做了實驗之後，虎克說牛頓意見之對與否，還得看實驗是在地球表面那裏做的。牛頓立刻同意虎克對他意見的修改。關於地球吸力對落地行徑的影響這點，又起了一些別的討論。結果，虎克和牛頓在這件上的意見有點不同。後來牛頓承認自己是錯了。事實上，牛頓其後說過，因爲虎克的糾正，他纔能證明

那真的理論，在當時，皇家學會的討論過程中，參照過一個法國人叫比卡德（Picard）所量的緯度之一度（ 69 哩）。牛頓在這次開會之後，回轉到劍橋，用這個改正的數字，再來研究他早年在屋爾所蒲的計算。這個改正的數目很多年便是通常的知識了，而牛頓好像纔聽到。他忽然覺得他的萬有引力結果或者是對的，這個使他大為興奮。普通都是這樣傳說，牛頓把關於算學方面計算交給一位朋友，無疑的，牛頓對於他所知道真的繁複證明很感麻煩。於一六八二年，牛頓第一次發現他的萬有引力是真的在他的眼光中，看到整個的宇宙、太陽、地球、月亮、星辰都在一個光榮的一體中，都依照一條光燦的定律交和作用着，這條定律在所有的人類中只有牛頓首先曉得。

牛頓現在二次的受虎克的麻煩，而又不得不承認小錯。無疑的，牛頓的特越的才能多少總引起了他的同道思想家的妬忌，這些思想家也是在這宇宙大問題一線努力的。虎克博士，哈勒博士（Dr. Halley），文博士（Sir Christopher Wren）在一六八三年到一六八四年間也都得到這個結論，說地心吸力是依照反平方律而作用的，但是他們沒有一個人能證明這個結論。在討論這件事的時候，文博士還願意以一本價值四十先令的書贈給那能證明行星的運動是依照反平方律

的人虎克無疑的想得時機，他便說他已經證明行星的運動是橢圓的，但是他又說他一個時候不願意把他的證明公開。哈勒在一六八四年八月特別跑到劍橋去，想把這件問題交給牛頓。牛頓立刻答覆哈勒說行星的軌道是橢圓的。然後哈勒又問他立刻的答覆有證明沒有。牛頓又答他說「我已給算過了。」然後牛頓又說「我現在並沒有這個證明，但是我將要把這個證明送到你那邊來。」這二句話一定把哈勒滿心的歡喜澆得冰冷。這二句話同虎克所說的差不多完全一樣呵！牛頓哈勒的這幕聚談是在一六八四年八月。同年的十一月，牛頓便依照他的話，把他的證明送給哈勒了。哈勒立刻又到劍橋來，或者是想同牛頓討論討論，以便確定牛頓的立場。同時哈勒又強迫牛頓把他的發現送到皇家學會去。我們已經知道的，牛頓是很恨發表的；那就可以確定的；哈勒要想使牛頓答應公開他的著作並不是件容易的事情。可是不久之後，哈勒便宣稱他已經看見一個無可比擬的，關於運動的論文，這篇論文是牛頓寫的，而牛頓還允許送到皇家學會去登記。在一六八六年溫笨博士(Dr. Vincent)便把這份原稿送到皇家學會了。這篇論文標題叫物理學的數學原理 (Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica)。這篇論文包括一個關於物體運

動的完美理論，和萬有引力律的證明。皇家學會深感到這篇論文的重要性，有一位會員說，「牛頓先生的工作是如此的深奧完美，沒有東西再可以加上去了。」皇家學會決定用學會的錢來印行這本書。在開會的時候，虎克也到的，還好並沒有因他敵手的偉大成功而極度的憤恨。他立刻說他不僅在牛頓之先發現地心引力的反平方律，而且說原理的著者實在是由他而得到這種知識的。自然牛頓聽到了這種話。但是韓旋這件事的人是哈勒；對於哈勒，牛頓和我們後世都應該深致感謝。哈勒毫不加增一點不好的印象，盡力的使事情安靜下來。他告訴牛頓說「虎克似乎希望你能在序言當中提到他。」牛頓答覆哈勒拒絕任何虎克的要求，牛頓也許因為這些事情而引起了相當的氣憤，他更推測虎克是由牛頓在一六七二年寫給屋定保（Olenburg）的信而得到了這種反平方律的思想。總算因為哈勒仁慈的勸導，這件事便安息下去了，牛頓也以一種真的大量精神在他書上加了一個註腳說，牛頓他自己，文博士、虎克、哈勒，都從起不勒的定律，各自化出了引力律。這就是在擁護和妬忌聲中，這大發現貢獻給世界的經過。然而，還有更多的麻煩啦！雖然皇家學會決定了要印行這本書，可是並沒有印。在後來的會議中又討論到這個問題，但是也和第一次一

樣，這個議決並沒有執行。真實的情形是皇家學會沒有錢來印這本書。最後還是哈勒博士個人拿出錢來付『原理』的印刷費。這是一件偉大的舉動，他因為這個舉動得到了不朽的名譽。哈勒不僅答應擔負印書的費用，他還擔當整個預備付印的工作，辛苦的校稿責任。這本校過的稿子送給牛頓看的時候，牛頓說他看到這本校稿，很快樂。牛頓又告訴哈勒說他原來實在計劃一共有三本書，他所看到的這本校稿是其中的第一本。牛頓說他已經著完了第二本書，而第三本等他的彗星學說完成便完結了。然後牛頓又作了很驚人的敘述，他說他想把第三部分壓下來。這自然是由於虎克的麻煩而生的結果。所以整個的著作便只包括二本書物體之運動(De Motu Corporum)。哈勒立刻又答覆牛頓，說他對牛頓因別人的姑息而這樣煩惱，非常之惋惜，他請牛頓再考慮考慮他悲觀的，無價值的決定。在這兒，我們又得感謝哈勒，因為哈勒的說話又鎮靜了偉大的牛頓，而其餘的二部偉大著作，結果仍得按步的出版。

這本『物理學的數學原理』最後在一六八七年全部出版。在科學的歷史上，這是一本前無古人的最值得注意的書。這本書不僅包括許多運動的定律，和定律的普遍應用，而且這本書還包括

着他所採用的證明方法和他把那這種方法很聰明的引用到人類經驗各方面，這些都是無雙的。『原理』是用拉丁文出版的，用犢皮裝訂。每本的價格是九先令。這本書有很豐富的說明的圖解。這本書包括三部，頭二本叫物體運動，專門討論物體的運動。第三本叫天文系統 (De Mundi Systemate)，這本書包括牛頓整個的天文系統，在這天文系統中，牛頓把引力的定律推廣到整個的宇宙。

我們現在再約略的指出這本值得注意的著作的大概範圍，再參閱這本書上所解釋的最驚人的和最有名的現象。但是我們並不想論到那本書上不大著名的理論和證明，雖說這些理論和證明都是很重要很精彩的。

原理一書首先討論物體在自由空間的運動，然後又討論物體在有阻力的媒質中的運動——此方說在水中的運動。這頭二部分範圍之廣闊實在是很驚人。這二部分包括牛頓變理論的敘述，包括有名的運動三大定律和三大定律的推演，說明以及三大定律的應用。裏面還有一個偉大的原理，就是每個物質的微點都受別個物質微點的吸引，吸引力的大小與兩質點間的距離平

方成反比例。兩個物體間的吸力是相等而相反的，這種吸力所生的加速度與質量成反比例，這個定律證明，太陽並不是如從前所想的是宇宙的固定中心，太陽吸行星，一樣地行星也吸太陽，所以太陽一樣的也有運動。第二本包含靜水力學和動水力學的原理，討論測定聲音和廣播波的速度各種方法。

在原理一書中另一件萬有引力律的精彩應用，便是牛頓對潮水的解釋。潮水的變化很久便和月亮的位置有關係。我們很久便知道這件事實，就是月亮在滿月的時候，潮水最高。牛頓用引力和離心力來解釋，當月亮在力量最高的時候，地球上的水受到最大的吸力，而潮水便依照吸力的方向堆起來，換言之，這便是高潮。牛頓又證明，不僅只有月亮影響潮水的高度，太陽也要影響潮水的。要是太陽和月亮兩種吸力在一條線上，兩個吸力便加起來，吸引力是最大，潮也就最高。這就是春潮。要是這兩體球體的軸成直角相交，合併的力量最小，我們叫在這樣情形下所發生的潮做小潮 (neap tide)。牛頓再進一步的計算這些潮水的高度，牛頓又在這本書上證明地球比太陽重四倍，而月亮比地球重一又四分之一倍。「原理」一書中又包含一些最有價值的對於月亮逆行

理論的貢獻。月亮運行的不規則，若干世紀來就非思想家之所能解決的。牛頓把他的萬有引力律應用到這個問題，證明太陽的吸力怎樣發生這種的不規則。牛頓雖說未化出一個完全的太陰學說，可是他已經作了開路的先鋒。

還有別一件精彩的而通俗的科目就是討論和解釋彗星的運動。牛頓在好幾年前對於這種現象作了錯誤的意見。在現在他得到了確定的理論。彗星也是走橢圓的行徑，不過這個橢圓大得來不可思議罷了。彗星若干年來便穿過那分散行星的大空間，有時彗星走地球的軌道中穿過，牠們驚人的光燦引起了人們的奇怪和讚嘆。彗星又不能很長久的看見。只有在近太陽的時候纔看得見。觀察出來的彗星軌道並不是橢圓的，而是有點像橢圓的頭子加上穿向無限遠的柄。換句話說，這種軌道好像是拋物線。牛頓證明，彗星的軌道實實在在是很大的橢圓之一部。這個橢圓需要很多年纔能走完。那使屋爾所蒲花園中蘋果下落的力，吸力，不僅可以推廣應用到太陽和月亮，還可以應用到那在太陽系之外的東西，我們有點小小的驚異，這種燦爛的想像的最初打擊，使那發現者變到一種情形，使他不能完成算學計算。

這本書雖然包括了整個真的物理學系統的核心，雖然這本書是在一六八七年出版的，可是經過了許多年後纔被公認為標準的思想進步，有許多反對的人，意見不同的人。牛頓甚至於還被控告，說他因為想解說他的地心吸力便暗示着一種神祕主義的需要。自然，牛頓並沒有一點想解釋的意思。吸力是依照一條普通的數學定律而作用的。這條定律說在兩個質量之間便有一個力，這個力經過距離而作用。這個定律還說這個力是如何依兩質量間距離的遠近而變化，但是這條定律並沒有想解釋力怎樣的作用或者為什麼這個力要作用。這條定律只是一條可以用實驗來證明的定律而已。

笛卡兒堅持着物質的而遠及的原理反對牛頓的原理好多年數。甚至於這樣有名望的和頭腦清醒的科學家海京也只接牛頓理論的一部分。據說富爾泰說過到牛頓死的時候，牛頓在英國還找不出二十個同志來。那是够奇怪的，牛頓雖說在他一生和劍橋關係是如此之密切，但是第一個採納牛頓思想系統的大學並不是劍橋。還是蘇格蘭的聖安得士 (St. Andrews) 大學和愛丁堡 (Edinburg) 大學兩個第一次正式的承認牛頓的系統。雖然，在牛頓一七二七年去世之先，

英國的學術界已經多少有點牛頓化了。

『原理』一書銷售非常之快，聽說在一六九一年要想買一本原理簡直是不可能了。第二版是劍橋的羅傑可得斯（Roger Cotes）所校訂的，在一七一三年因為受三一學院院長李卻彭特（Richard Bentley）的急求而發行。這版加了一個索引，在第一版上沒有這個索引實在是很值得注意的疎忽，書上關於春秋分這一部分有些改變，關於彗星理論這部分有相當的擴充。第三版是一七二六年出版的。這版是亨利彭伯鄧（Henry Pemberton）所校訂的，牛頓又加了一篇新序，關於動變理論又加了新的材料。英文的譯本是一七二六年出版的，後來再版了好多次。蔡譚得（Zeilander）指出來，牛頓在一六八七年第三版原理的序言上宣稱，牛頓他本來是把這本書編成通俗的樣子，但是後來又重寫一遍。事實上，原理這本書並不容易讀。就像偉大的彭特博士，他是三一學院很有學問的院長，也是牛頓的朋友，他還要在數學方面受特殊的教訓，纔能懂得他所熱烈讚賞的這本思想論文。

第六章 政治生活

牛頓在「原理」一書出版之後，聽了他朋友的勸告，作了一度的休息。那個時候，在精神非常緊張之後，休息是一定需要的。這種精神的緊張使得牛頓在兩年這樣短的時期中纔能完成了這樣偉大的鉅作。牛頓似乎有一個時期完全放棄了科學的活動。在「原理」一書出版之前兩年光景，英王查理二世逝世了。一度混亂之後，詹姆士二世 (James II) 又繼了位。牛頓當時完全致力於原理一書。然而那時候偶然發生一件有趣的事情。這件事情很足以表示牛頓愛好他母校的熱誠，對他母校權利之關心。

詹姆士二世對他國內的機關，很不大關心。特別是那些常常反抗他欽旨的人，他更討厭。他所做的最討厭的一件事，便是他送一封信，叫做命令狀 (Mandamus) 的，給劍橋大學。他命令劍橋大學把文藝碩士頭銜送給一個沒有什麼知識的比利的丁 (Benedictine) 和尚，學位的利益和地位

都要送的，而且不需經過預備的宣誓手續。大學當局對這樣一件命令恨極了，不管這件命令是否皇帝的意旨，因為這件命令未免太侵犯了該大學的權利。於是乎，劍橋大學當局就拒絕了該命令。皇帝又重發了一個命令，說了要是再不服從，便將怎樣的種種恫懾。結果，劍橋的副校長被召出庭，解答對這命令的輕視。牛頓當時也被選為彼校代表之一。這些代表的強頑，使得英王撤退了這無理的命令。牛頓和他的同事還未出庭之先，便是雪佛李斯（Jefferson）裁判官掌庭。在開庭完了的時候，雪佛李斯便和牛頓他們說：『你們去你們的吧，沒有壞的事碰到你們的身上，你們不要再犯罪了吧。』那是不容懷疑的，牛頓在件反抗命令的事情上非常的努力。他在這件事情表現的才能使他被舉為劍橋大學出席國會代表的候選人，一六八八年正式選出。他做代表做到一六九〇年。一六九〇年正是詹姆士退位威廉和瑪麗就位後國事蠅蟻的時候。牛頓這一個時期大部分都住在倫敦。就我們所曉得的，他那時完全盡力於國會的職務，雖然記載上並沒有牛頓在國會辯論席上的熱烈辯論。在這個時期，他喪失了他一生最大的撫愛，他的母親死了。他母親晚年生病的時候，他是極端熱心的看護她。在一六九〇年他又回到劍橋做數學教授，又繼續做他的化學和光學實

驗，在繼續的一個時期中，約在一六九一年他對於光在人眼網膜上的作用有相當的興趣。他已作了許多生理和心理的光學實驗。他觀察的結果，他具體的寫信告訴了他的一位朋友。他也研究數學，他寫給約翰瓦里斯討論他的動變方法。這些信在出版雜誌的時候印了出來。他這個時期的化學實驗大部分是關於各種金屬銹點之度量 and 金屬冷冰率的精細觀察。

這些實驗他都把牠記在一篇名叫自然酸液 (*De Natura Acidorum*) 的論文上，這篇論文便是他所發表的唯一的他化學研究的成績記載。

在一六九一年，牛頓對於他的太陰學說有相當的注意。他和皇家天文學家佛倫司得 (*Flamsteed*) 作了很久的通訊。他請佛倫司得供給關於月亮的精確知識。這種通訊慢慢便開始了這兩位偉大人物的許多小的口角和意見不同。我們已經知道查理二世對一般的科學進步有很大的興趣。查理二世便有一個別的興趣便是關於海洋和英國海軍的事情。查理二世想確定恆星的位置和天文記錄的相互關係，以「協助我們的海員」。查理建立了一般天文觀察所。這件事使查理又有一件值得英人永久紀念歌頌的德政。查理私人拿出五百鎊出來建造這所天文臺。所以，第

一次的天文觀察員是在一六七五年三月受皇家委任的。每年年俸一百鎊。這一百鎊年俸在完過稅之後，事實上只有九十鎊了。第一個做這事的便是佛倫司得。這樣的薪水實在少得可笑。特別我們要記得，天文家還得在這筆年俸拿出錢來備製自己的儀器。佛倫司得爲要賺足夠的生活費，他不得不住在山雷 (Surrey) 的保士答 (Burslow)，他除了做第一任天文觀察員之外還要管理保士答。佛倫司得表面上看起來有點神經質，很精緻的樣子，有點易於激動的脾氣，而完全沒有那種公認爲偉大天文家應有的哲學家的恬靜。

有二三年牛頓並不沒有自佛倫司得那兒得到好多的知識。但是無疑的，最後牛頓還是從佛倫司得得到了很有價值的觀察。牛頓利用了這些觀察，纔能在他的太陰學說上有很大的進步。同時，他們二人間發生了小的口角，這些小的口角使他們的交往大爲不快，二人間發生一種易怒的猜忌。這種猜忌無疑的阻止了有價值的工作之完成，而這件工作他們兩人都能完成的。數年之後，約在一七〇四年，英國駙馬喬治王子 (George of Denmark) 擔任了印刷佛倫司得所製的羣星錄的費用。這本羣星錄是多年仔細工作的結果。喬治王子請皇家學會組織一個委員會來籌備

監督和編輯這件出版事務。這樣一來，佛倫司得非常光火，但是他又不得不屈服。王子死的時候，這件工作只不過完成一部分，所以皇家學會指定了許多人來擔任這件工作的完成。最後這本羣星錄是在一七二二年印成功了，是牛頓的朋友愛瑪哈勒 (Edmund Halley) 主編。牛頓也是當時監督委員會委員之一，這件事實似乎又加重了佛倫司得和牛頓間多年來的不合，要想解除這兩件大物理家相互間的無價值的小氣和動怒，簡直是不可能。兩人間長久的不爽意，最後變成了兩人間的激烈吵嘴，把佛倫司得弄到一種所謂野性歇斯的里斯的不可原諒的行爲。佛倫司得實際上毀壞了他所有的三百本羣星錄。

牛頓轉回劍橋之後又費了相當的時候來整理完成他一生光學觀察研究的結果記錄。他在一六九二年已經把預備出版的稿子弄好了，但是一件大不幸的事情發生了。這件事情便是牛頓自那些起長久患病的原因。關於這件事情，有一種很通俗的傳說，這個傳說敘述牛頓的一個名叫達猛 (Diamond) 的小狗，在牛頓有一天一個人研究的時候，怎樣把一枝燒着的燭打翻在牛頓的論文上，把這篇論文毀去了大半。牛頓研究好了回來之後，據說還說「呵，達猛，達猛，你一點不曉

得你已經開了我一個好大的玩笑了。」不幸的很，我們有些證據，證明牛頓在當時並沒有養任何的家畜，所以我們對於這件小小動人的故事，不得不否認。事實是這樣的，牛頓在一六九二年他有一天被人家叫開去了一些時候，在他房燃着的火燭引起了火，便把他稿子的大部分燒去了。這樣災害，使他大部分的工作要重做，外加他又不舒服得很久。這本關於他終身觀察光學的書，直到一七〇四年纔出版。那是很有趣的，牛頓在一七〇〇年發明了六分儀（sextant）這個儀器是用來觀察遠地兩點間所張角之大小，這個儀器現在在航海上非常重要，可是，這個儀器的發明榮譽，並不歸之於牛頓。事實上由於牛頓並沒有發表過關於這件儀器的敘述。同一個儀器在三十二年之後又重為哈得勒（Hadley）所發明，哈得勒總歸被當作真的六分儀發明者。在一七〇三年，牛頓得了他一生在學術界中最大的榮譽。他被選為皇家學會會長，終其一生，他始終是會長。

牛頓在一六八八年到一六九〇間，所得到的經驗，多少使牛頓發生一種慾望，不想過大學教授這種隱居的生活，年薪不過稍比二百鎊多一點的生活。他這種意思無疑的受他當時朋友交往的贊助。牛頓一些有勢力的朋友都代牛頓努力找一位高位，可以使牛頓的生活舒適一點，經濟上

寬裕一點，但是因爲各種的原因，這種種努力都並未成功。

在一六九五年三月十九日，牛頓最有勢力的一個朋友查理孟太基（Charles Montagu）
後來的哈理佛爵士（Lord Halifax）寫給牛頓下面的一封信。

『先生：

『我非常之快樂，我最後能表證給你，我對你的友誼，和吾王對你功績的重視。造幣廠廠長
埃吾登（Everton）先生已升海關稅務司長。吾王已准我委你爲造幣廠廠長。這個職務是非
常適合你的。這個位置是造幣廠最高的位子。每年年俸在五六百鎊之間。事務並不多，並不需要
你很多的時間。我希望你最好快點來，我同時便弄好你的委任狀。我望你立刻來，我可以帶你見
駕。你可以住在我附近。

『查理孟太基手啓』

這對牛頓完全是新生活的開始。他的劍橋生活，他的專心的科學數學研究，就此告一段落。我
們研究他一生，似乎牛頓從接受高位那時起，便盡力的改除窮儒的脾氣，努力做一個完善的公僕。我
這種態度方面的變化，很可以從他在一六九八年寫給皇家天文家佛倫司得的信看出來。原來佛

倫司得寫了一封信給瓦里斯，發表了點關於牛頓的意見，牛頓曉得了，很動火，牛頓於是寫了一封抗駁的信，信中說「我最不想常常出風頭，我也不喜歡受外國人關於數學方面的麻煩。我也不希望我同胞以爲我在管理吾王事體的時候，荒廢了我的時間。」

雖然很明顯的，牛頓完全致力於他造幣廠的工作，可是牛頓並不能完全不注意到他同志科學家。他不僅在皇家學會的進行上很活躍，他而且還相當的時候來鼓勵年青的有望的學生。在一六九七年有名的數學家約翰巴羅利 (John Bernoulli) 建議一些有名的極難的問題。他把這些問題寄給所有歐洲最偉大的數學家，請他們找解答。牛頓接到這些問題，第二天就做出了答案。牛頓在最初做造幣廠廠長的時候，還擔任劍橋大學的拉斯伽派數學教授，雖說在當時他或者把他的新職業當作他主要的任務。他做教授做到一六九九年，他那年升了造幣廠監督，然後他總指定一個叫威廉衛通 (William Whiston) 的人代理他在劍橋的教職。在一七〇一年他總正式的辭去了三一學院的教授。由於他的保薦，威廉便替了他的位置。

他任職造幣廠之後數年中，雖說他對別的科學事情也很注意，（因爲我們知道他在一六九

九年利用最近的天文觀察，擬定了一個改革曆法的計劃，可是他的科學研究差不多完全是致力於幣制改革所發生的問題。他那時注意於冶金問題，我們已經曉得，他發表過一篇關於金屬溫度的論文，發表過一些當鎔解或蒸發時溫度變化的定律。

查理孟太基，就是委牛頓做造幣廠職的人，是少年便很得志的。他做財政部大臣時，纔不過三十二歲。他是牛頓的一個偉大朋友，他很崇拜牛頓。在劍橋和國會，他們倆都有相當的交情。他當時所要解決的最難題便是貨幣的問題。貨幣不僅因為有攪雜而價格低落，外國不用，而且私鑄貨幣在英格蘭是非常之盛行。在一六九四年衆議院收到一封請求書，請求想法制止私鑄貨幣之猖獗。孟太基決定完全的重鑄，和當時最有名的學者如像哈勒、虎克、文博士、牛頓和大物理學家落克（Locke）等討論。牛頓的科學知識，特別是他化學和冶金知識之豐富，使得只有他纔配做監督的工作。當時造幣廠的職員和王朝的高官他們普遍的貪污，使得任何改革制度都不僅需要公正、智識和才幹的人，而且還要有謹慎的個人榮譽的人纔行。牛頓在這點上非常的合格。他思想之純正，對真理之愛好，良心之優越，這些性格非常發達，他一生也常因此遇到許多的困難。牛頓擔當

了這件工作，依照着洛克所定的計劃去做。他所走的這條路並不是一條平坦的大道，困難麻煩來得又多又快。在當時英國各部有好幾個分造幣廠。牛頓派他的朋友哈勒做吉士得（Chester）的造幣廠長。哈勒不久就和那些貪污的官吏發生很大的麻煩。哈勒獎勵照規矩的作法，差點便在遭那些恨他堅決的光榮的統制的人的毒手。在吉士得地方的嫌疑犯都受當地潛勢力的保護。哈勒鑒於他情勢之嚴，重他便請牛頓把這件事情告訴給「他有勢的朋友孟太基。」聽在公判的時候，不僅只哈勒一個人倒了霉，牛頓自己也差點弄得很不爽意。雖說牛頓的廉潔克服了他的仇敵，可是等到公文上的證據完全證明他並沒有他所控告的罪，也有好多年了。大衛得伯魯特（David Brewster）舉了一件趣事，說明了牛頓對於收賄賂的意見。這件趣事是敘述在一七三三年達罕（Derham）寫給牛頓的親戚康都特（Conduit）的一封信中的：

「先生，我現在要和你說的，便是數年前鑄造銅幣的一段經過，這件事使我非常快樂，牠證明了我朋友埃沙克牛頓的廉潔。我們談論的事情，便是那許多人所受的大不便，這大不便是因這種貨幣之緩鑄而起的。牛頓告訴我，這件緩鑄是接受許多人送給他的呈請而生的，許多有面子

的人都有關係。他告訴我說有位很有面子的人的代表者，願意送他六千鎊，可是牛頓因為是賄賂，便拒絕了牠，而這位代表者，說接收這筆錢他看不出一點是犯法來。他又說，牛頓知道那不是他自己的事情。牛頓答覆他，說牛頓他深知他自己的責任，不多收受任何的賄賂。這位代表又告訴他是從一位偉大的荷蘭人那兒來的，他又說她的地位和利益。牛頓很粗魯的答覆他說：「我希望你去告訴這位夫人，要是她親自到這兒來，想送給我這票錢，我將希望她滾出我的家門。所以我希望你也滾出去。」

他對這件事的態度一點也不含糊。我們要記住在當時做官職責中，拿點賄賂並不是稀奇的事情。就是像山得衛爵士 (Lord Sandwich) 這樣的人也不免於收受賄賂。而伯比斯 (Pepys) 在做裁判所法律執事時，把他這樣得來的錢記在他合法收入之一部。雖然各方極力的反對，重鑄終於在一六九九年完成。這件完成可以說是牛頓和孟太基 兩人的偉大成功。造幣廠廠長的薪俸有五百鎊一年，在倫敦塔 中有住處（造幣廠本身也在塔內）。雖說這些加增都足以使牛頓的情況好一點，可是對於這位英格蘭 最偉大的天才，並算不得十分豐富的報酬。在一六九九年牛頓升做

造幣廠的監督，薪俸每年有千二或千五百鎊。這樣一筆薪俸使他可以生活得比較舒服點，使他可以滿足他那著名的熱心慷慨，給錢給那些比較窮點的朋友和親戚。那是很奇怪的，牛頓雖然費了很多時間來主管鑄國幣的事情，從一六九六年到他死的那年一七二七年，共有三十一年，很少有關於他工作的記錄。我們從他寫的信件中，知道他是怎樣專心致力於「皇家事務」，我們知道他親身寫過許多關於鑄錢的報告。這些報告現在在財部的檔案中找到了。他私人還定製了一個很完美的計劃，以求破獲國幣的假造者。這個計劃斯密司 (D. E. Smith) 教授引下來登在那本有名的不朽的鉅作「埃莎克牛頓」上。這本書是伯耳 (Bell) 在一九二七年發行的。在這本備忘錄上，牛頓寫着，他以爲參與這件事的官吏，都「應有好的財產和名譽，他們纔不致受普通賄賂的影響，纔可以和最有錢的最危險的私鑄錢者相抗衡，纔可以抵制那些代表的不合法行爲，而纔能在法庭上有信譽和力量。」這幾句節錄，給我們一種當時態度和習慣的生動寫照。

他的報告別的還討論外國貨幣、金幣、銀幣的比較價格，也討論二十一先令幣的匯兌率。他也計劃到紙幣上的水印，和銀條的鎔化。

一七〇四年是他被任爲皇家學會會長後的一年，在這年他的時起倒亂的勁敵虎克博士死了。在一七〇四年牛頓又出版了一部偉大的著作『光學』或者『光線，反射，曲折，穿透及色彩之論文。』這本書是用英文寫的，這本書不僅包括他在光線的工作，而且還包含許多化學研究和進一步的地心吸力研究。在這本書上，他想稍稍超過原理一書中那種純然實驗的立場，進而探討現象之原由。他有意的說他只不過把他的思想當作一種問題，『因爲他因爲缺乏了實驗所以並不足以爲滿足。』『光學』也包括兩篇最重要的關於積分的發展數學論文。這兩篇論文引起了一個很長時期的不快，這個不快像廣佈的黑雲一般罩住他以後的一生。牛頓在『光學』一書中所發表的微積論文中說，這是他在一六六五年到一六六六年所發現的方法的推展。『光學』這本書在一篇名叫『教授法』(Acta Eruditorum)的論文上大受匿名的批評。寫這篇批評的人是著名的數學家李伯滋(Leibnitz)，他進而推定牛頓並沒有真的發明動變方法，不過是從他那裏偷得來的。對牛頓這樣的攻擊，使牛頓在英格蘭的朋友大爲驚異。特別是牛津的起耳(Keil)博士很氣，他很熱心的替牛頓反駁。在他寫給哈勒的一封信中討論到這件事，他說牛頓無疑的是動變

法的第一個發明者，他更進一步說，牛頓不但沒有偷李伯滋的方法，也許鞋子穿錯了，大概李伯滋犯了他現在加於牛頓的罪。

事情的真情是這樣的，牛頓和李伯滋兩人都各不相關的發明了這個方法。雖說是我們有很多理由相信牛頓是首先發明的。因這個問題而發生的爭論，和結果在兩位大人物心中所生的不快和猜忌，事實上是由於牛頓先發明的時候並沒有發表過。

李伯滋在一六八四年發表了一種計算方法。這種方法事實上就是微積分。結構上和牛頓所發明的簡直差不多。不過表示的方法略有差異而已。牛頓是用一種點子來表示他的微分，而李伯滋用的是特別的字。事實上李伯滋的方法系統比牛頓所弄的，用起來便利得多，簡潔得多。我們記得牛頓的『原理』一書是在一六八七年出版的。牛頓在『原理』中也敘述過他自己的方法和參照過李伯滋的發明。牛頓在原理的後幾版中，又把這段參考刪去了。這件刪去的事，實給許多批評者一種口實，特別是摩根 (De Morgan) 的批評，諷示牛頓多少也曉得點李伯滋控告的公平。可是，這節刪去實在找不出解釋。

李伯滋讀過了起耳博士的信之後，更以猛烈的手段來對付這個爭執，他寫信給皇家學會的秘書，要求強迫起耳收回他的言論。差不多所有歐洲的學者都參加了這件爭執，事情弄得很嚴重，皇家學會指定一個委員會來調查報告所有的事實。這個委員會毫無問題的完全弄明白這些事實，最後繳給皇家學會一個報告。報告上說牛頓在一六六九年送給包羅和約翰科林看的論文上面的確有這種動變方法，而且牛頓的這種方法和李伯滋的微分法完全是一件事，所差的不過是牛頓用微別 (moment) 和動變 (fluxion) 等名詞，而李伯滋叫這樣東西做「微差」(difference) 並且用 d 字來做字號，牛頓並未用過這一個字號。這本報告最後的一段是這樣的：「因為這些理由我們可以說牛頓先生是第一位發明者，我們以為起耳先生所寫的事情並沒有什麼傷害李伯滋先生的地方。我們完全聽命於本會，以決定各種送上的節略和論文，以及在瓦立斯博士 (Dr. Wallis) 第三卷書中的許多同樣的證明文件，是否要公開。」

皇家學會決定把這本報告和其他有關的公文信件證明都付印。這裏包括得有牛頓原來那一篇動變法論文。這本出版的書叫往來函件 (Commercium Epistolicum) 各方對於這件事

有很大的興趣，所以出了很多版。在這個問題上，最不利於牛頓的批評都是摩根所作的。他在十九世紀中葉，在這一方面真寫得不少。李伯滋立刻並不讀這本『往來函件』，但是他去問他的朋友包羅利對於這本書的意見。他似乎很滿意於考察的結果，牛頓得勝了，因為牛頓到底是英國人，到底是那要求考察的團體的會長。兩方面的朋友作了很多的努力，想把這些長時間的爭論告一完美的結束，事實上他們都失敗了。後來李伯滋又攻擊牛頓，站在一種新的立場上說牛頓的思想是無神論的。這件爭辯拖延了很多年，我們要知道，那完全是李伯滋在那兒主動。牛頓不過是想維護他自己的榮譽而已。李伯滋有一次叫牛頓解一個數學問題。這個問題要牛頓完全了解李伯滋的方法纔能算出來。牛頓在造幣廠工作之餘，一個晚上便立刻做出來了。又有一次，英皇他也注意到這件事情來了，他私人請求牛頓回答李伯滋所攻擊的某一個問題。這件爭論的影響非常之廣大。這件事情產生了頑固的兩派思想，很久很久的防止了有學問人間的聯合和友誼。這種聯合和友誼是於真真的進步非常重要的。李伯滋是總攻擊者，但是我們也得要記住牛頓並不能忍受反對和批評的，在他天才已被公認，他的超越的地位已經成立之後，他更不會變得溫和點的。

第七章 牛頓的性格

我們現在要討論到埃莎克牛頓一生的最後一段。要是我們轉回去，收集點關於牛頓人性方面的的事實，也許我們更能看得明白點。牛頓在年青的時候是很窮的。他很仔細的記帳，同時證明他很經濟，就是在他被選為皇家學會會員之後，他也是常常受經濟的壓迫，因為在他被選為會員之後，他還呈請免繳會費。這件事是很有趣的，因為所討論的數目不過是可笑的每週一先令而已。在他一生，他對朋友是非常慷慨的，特別對他的親戚，他更慷慨。在他剛進劍橋的前幾年，他差不多完全靠他母親供給他的那點錢，但是他被選為劍橋的給費研究生和做了拉伽斯數學教授之後，他所得的薪水比每年二百鎊還要稍多一點。在一六七六年他的研究生職大概要停止了，要是他再得這個位置時，必定要做高級僧。牛頓特別不高興服從這個條件，他對於這件事的反感是非常之強，所以特為呈請英皇特准他不做僧侶而保留這個位置。英皇查理准許了這個呈請，牛頓因得

留職。牛頓的不想做高級僧是非常奇怪的，因為他有很深的宗教性，而他又是一個強硬的信自然神教者。他的宗教對於他是非常之重要的。他宗教的信仰常是許多深思的結果。他對宗教的信仰很有興趣在他一生的最後一個時期中，他寫了許多神學的書。那是無疑的，他之反對教堂的正教法式完全是基於三一學院的原則。他從未能敘述三一學院的原則，事實上可是他從聖經的立場上批評過這種原則。

牛頓的宗教信仰到底是什麼，許多人討論研究過，可是並沒有得出一定的意見。那或者是因為他那不多言的脾氣，使得人不容易完全捉摸他一生的真宗教信條。他在這方面的文章又可以看出不同的意見。他非常相信上帝，他很尊敬基督，這兩點是十分明顯的事實上，那是十分確定的。他寫原理一書，主要的目的也是想證明宇宙中上帝的超人權力。牛頓是那種所謂實驗主義者，那就是他的思想哲學完全是基於實驗的。他的原則是你先找到他的定律，然後纔來討論牠。他對於假說很不耐煩，他除了以實驗來證明現象的解釋，從未作進一步的假設。他在原理上說「我們除了自然事件真的根原那些足以解釋自然事件的根原之外，不能再加添原因。」他極端的相信

萬序律，他在各方面都找到了滿意的證明。在他看來，這個宇宙系統的最後根原只是上帝。他天才的奔湧使他直覺的得到這種驚人的真的結論，他的天才的奔放，實在是基於他的深沉的信仰而來。

他的通常的性格是溫和的、緘默的、非常謙遜的。他常常這樣說。「我並不知道人家是怎樣的看我，但是在我自己看來，我就像一個在海灘上的小孩子，偶而拾着一片較爲好看較爲光滑的圓石，而真理的大海我並未發現。」這幾句話無論那一本牛頓的傳都有的，這幾句話說得非常之對，是在死前不久說的。這幾句話充分表現了牛頓脾氣的天然溫謙。牛頓是很講禮的，大量的，他雖然沒有一點自大者的習氣，可是他許人在他面前開粗魯的，不道德的玩笑。他最快樂的事情便是他對獸類的愛好，他很討厭對動物的殘暴，不管這種殘暴是否是習尚之所允許。他有時對他的朋友，同事表示不滿，這實在由於他有點怕難爲情。他一點不想引人的注意。他和李伯滋無謂的長久的爭論並不是牛頓方面有什麼仇恨，而是牛頓的朋友深感到加於他的侮辱。他們代牛頓的駁辯可以看出他們對牛頓愛好和讚賞。牛頓在他一生中，他好像是沒有頭腦一樣，服飾異常之隨便，

他的食物也很節省。他吃麥酒，啤酒，可是他並不吃煙草吸鼻煙。他完全致力於他思想上，因而忽略了他的康健。所以他一生有個時期病得很厲害。在一六九二年他許多朋友都代他擔心。他訴說他不能安睡，吃也不想吃，他又在一封寫給他朋友伯比斯的信上說他頭腦也沒有從前那樣一致了。這些症兆很快的流傳出來，這些便是關於他腦筋種種謠傳的起因。但是我們可以確信，並沒有什麼嚴重的事發生。因為在他整個生病的時期中，所寫的信都很合理的。伯比斯先生不僅是牛頓情感最好的私人朋友，他而且對牛頓的著作特別有興趣。「原理」這本書出版的時候伯比斯還是皇家學會的會長。他的名字印在第一面，更確實這是皇家學會出版的書。據說牛頓在他一生的中節對他的朋友們有點不滿，原因是他們都不能代牛頓找得高位。但是這種不滿意證明不過只在一六九二到一六九三年間。事實上的解釋那或者是由於他工作過度，神經有點變態而致。

我們所說過的這些稍為使我們曉得牛頓到底是那一種人。在外表上，他比普通人稍為高點，在他後半生，他有點發胖了。他的頭髮很多而且是十分白的。實在他還是一個很年青人時頭髮便灰白了。自然在當時的習慣他戴得有假髮。他有點衰弱的樣子，常常表現一種極安詳的態度。他常

常偏於沉思，很少作普通的應酬話。他活到了八十五歲，據說他並莫有落過一個牙齒。

我們已經說過在一六八八年威廉和瑪麗登極之年，牛頓做過劍橋大學出席國會的代表，但是，雖然他做了一年多的會員，在政治方面他並不怎樣活動。在一七〇一年他又被選為代表該大學的國會議員做了一些時候。在另一次他自己願意被選，可是失敗了。

他對統制的君王都是忠誠的。除了詹姆士二世他的專制虐政不能和我們溫和的思想家相調協。我們的思想家總常常反對詹姆士的頑固。在另一方面，牛頓是威廉王和安麗（Anne）后的好友。安麗后也是牛頓的熱心崇拜者，她盡力的增進科學事務完全是因為牛頓的原故。她利用在一七〇五年到劍橋的機會來和牛頓商量送他的武士舉職。這個職位送得雖然已經晚了，可是送得再得當沒有了。

喬治一世即位時，牛頓便是一個老頭子了，但是他當時在社交界還有相當的活動。他在倫敦很富裕的生活着，而且有一部馬車。他同母妹漢諾的女兒替他看房子和侍候他。她的名字叫愷塞林包通（Catharine Barton）。她是一個有相當美媚的女子。許多有名人都注意她讚賞她。特別是

她叔叔的老朋友孟太基，後來的哈理佛爵士更喜歡她。她後來嫁給了約翰康都特。康都特是牛頓在造幣廠的主要助手。

埃莎克牛頓是威爾斯 (Wells) 公主的摯友。因她的請求，牛頓纔致力於古年代學之研究。他寫了一本關於年代學的書，這本書是他最後的鉅作。他最後一期的疾病是在一七二四年起的，此後他便感受那些老人們所常生的病症。然而這些病症仍不能停止他的活動，他一直到死都繼續掌理皇家學會的事務。他是死於一七二七年三月，逝時年八十五歲。他葬於西部寺院中 (West Minister Abbey)，葬時候極哀榮。執紼者是英國最高的大臣，和許多高等的貴族。他的遺產有相當之多，約有三萬二千鎊。他遺給他的幾個姪子和姪女。

牛頓在他一生後數年化了很多時間在鍊金術一科方面。鍊金術是他年青時最有興趣的科目。我們很難了解牛頓爲什麼喜歡這種在當時便沒有科學真性的科目。大衛得魯特說過，牛頓研究這種科目並不是想發財。我們可以這樣解釋，牛頓覺得各種原素的特性可以找出天然定律來。而這種天然定律或者可以在他鍊金研究中表現出來。究竟，這種金屬的變質在近代物理學說

看來並不是如牛頓自己學說完成成立後當時所想的那樣荒唐。牛頓有些意見，雖說是推翻了許多年現在又覺得有一種預言的性格。比方說牛頓相信光是微點造成的。這完全和海京和虎克所倡的光的波動說完全悖謬。有許多實驗證據證明的波動說，從前是一致承認的，直到最近拍藍克（Planck）作出了他的量子假說。量子假說把輻射（光）當作一種像微點性質的東西。或者將來發現兩種學說都有一部分是對的，但是現在的科學是在一種很奇怪的用牛頓的定律來推翻牛頓的情形中。我們已經知道牛頓第一次給世界看見一種有秩序的行星宇宙。拍藍克用他的新能說，發這世界看一種無窮小的行星宇宙——原子。這兩件東西，一件是無限大，一件是無限小，是很相似的。要把這造成兩種不同的基本觀念的不同學說合併起來，是有待於別一位牛頓的超越天才。

開展了那自然的奇異，以一種超人的智慧比前人更看明了宇宙不可思議的神祕計劃，這些都是埃沙克牛頓的特權。是他總顯示了那奇異的萬序來，從他那時起，這種萬序律便擴充了人類經驗所能及的地方。只有像牛頓這樣的冒險家纔能以一種極勇敢的精神，發現了前所未見的自

然園地，經驗過這個發現的狂喜。這個狂喜超過了任何物質的報酬，最偉大的功績就是收利最少的呵！

傳記註

關於埃沙克牛頓的傳記非常之多。比較完善點的是大衛得伯魯特在一八五五年所出版的二卷書。他所著的一本較簡要的傳是在一八三一年出版的。包漢 (Bohann) 爵士在一八二九也寫了一本牛頓的傳。摩根在一八四六年和一八五八年也寫了許多關於牛頓的文章。後來編的比較有點價值的是格銀司特 (W. J. Greenstreet) 所編的，培耳 (Bell) 在一九二七年所發行的皇家學會記憶錄和梅珊 (Methuen) 一九二七年所發行的伯羅得司基教授的佳作。對於這上面這些書，特別是後兩本，我這本小冊子都是參照他們。在百科全書上面，有很多關於牛頓的零碎的文章。『自然』雜誌在一九二七年三月二十七日特別為牛頓出了一本紀念冊。

