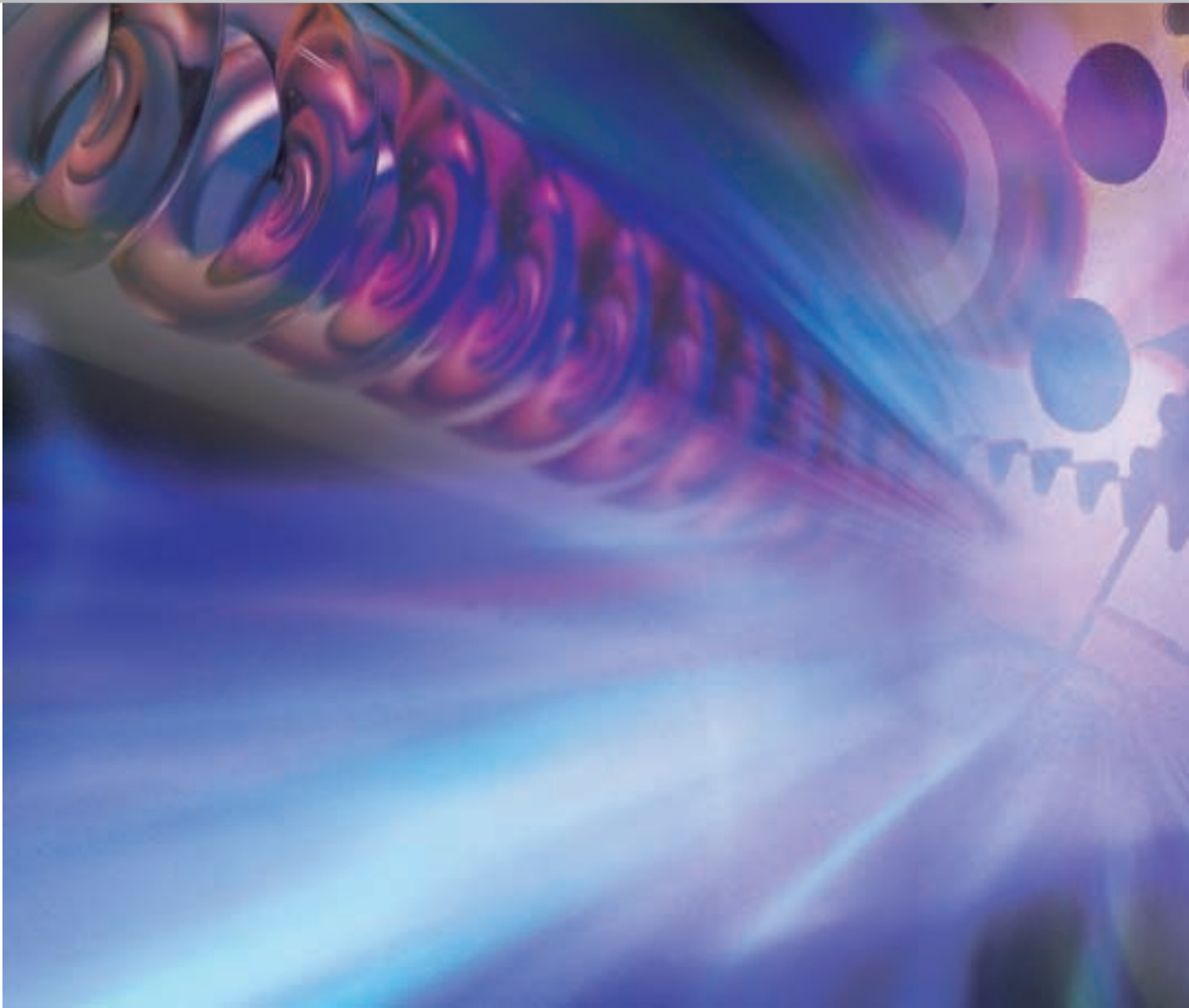


博古通今的科學家 - 楊格



語文高手

一七七三年六月十三日，物理學大師楊格(Thomas Young)出生於英國西南部的米勒威頓(Milverton)鎮。楊格的父母親在鎮上開雜貨店，一家人就擠居在雜貨店後面的小房間裡。他們共有十個孩子，小房間

實在住不下這麼多人，父母親只好將楊格寄養在鎮上祖父母的家裡。

祖父母家的樓閣上有許多藏書，楊格小時候經常在書堆裡打轉。有一天，祖父看見他在閱讀歌德斯密(Oliver Goldsmith)所著的詩集「荒村」(*The Deserted*

楊格是著名的物理學大師，
「楊氏彈性係數」與「光的繞射現象」是教科書上的必備內容，
但是很少人知道他也是一位醫師，並且對其他學科有廣泛的研究。

張文亮



Village)，以為他只是隨便翻翻，就順口問他讀了些什麼，沒想到楊格把書本合上，將整首長詩由頭背到尾，祖父大驚，急忙告訴他的父母，雜貨店裡出了一個小天才。父親聘人教楊格希臘文，他一學就會，還不到十三歲，已能閱讀希臘文、拉丁文、希伯來文、

義大利文與法文書籍。

擔任小老師

一七八七年，楊格的姨媽帶他到倫敦，這是他第一次到倫敦玩。倫敦有一家大書店，櫥窗裡擺著一本

鑲金邊的拉丁文古書。楊格經過書店，看到這本古書，就唸起來，路上的行人看到這一幕，都停下來，圍繞在他身邊，聽他誦讀這本書。書店的老闆也走了出來，他不相信這個穿著土氣的鄉下孩子能讀這本書。老闆翻了幾頁，楊格都能立刻口譯出來，老闆就將古書送給他。從此，楊格聲名遠播。

倫敦有一位銀行家巴克禮（David Barclay）聽到這個消息，就聘請楊格前來倫敦，擔任他的外孫格尼（Hudson Gurney）的家庭教師。當時楊格十四歲，格尼十二歲，他們後來不僅成為一生的好友，楊格也因此發現了自己有愛好教導別人的天性。

劍橋大學的代打教授

每年冬天，在巴克禮的資助下，楊格前往劍橋大學旁聽。他因為沒有受過正式教育，所以剛去上希臘文課時，任課的教授遲到，也不知道要等教授前來，就自己上台講授希臘文。波森（Porson）教授來時嚇了一跳，怎會有個十五、六歲的大孩子已經在講台上教起書來？於是冒充學生坐在後面聽。波森邊聽邊感到訝異，這個代打的少年，實在講得頭頭是道，就舉手發問，故意考他：「在拉丁文裡 & 的符號是怎麼來的？」楊格不慌不忙地答道：「這是 e 與 r 的變體字，這兩個字母在古典希臘文的連寫是 a，將 a 字倒過來就近似 & 的樣子，由於 & 的字源是兩個字母的共併，所以後來就成為前後共併（and）的意思。」楊格的回答，讓波森教授讚嘆不已，他表明身分後，就對全班說：「以後如果我晚一點到，就讓楊格上來講課。」

走入醫學界

一七八九年的冬天，楊格又前往劍橋大學當旁聽生。他在學校宿舍的地下室裡，染上了肺炎。楊格病中有感：「我知道許多的知識，卻不知道保護自己生命的知識。」後來，幸好布洛克立斯基（Brocklesky）醫生經過學生宿舍，聽到強烈的咳嗽聲，將病危的楊格送醫。

楊格病癒後，決定轉唸醫學，並向巴克禮辭職。

一七九一年，他申請進入愛丁堡大學醫學院就讀，畢業後又到德國哥騰根醫學院進修，後來又回到劍橋大學，在一七九九年春天取得醫學博士學位。對於十年的醫學教育，楊格認為：「醫學的知識雖然重要，但是，如果只是為了執業賺錢，不僅是人生的浪費，也是對上帝的虧欠。」同年，他在倫敦的威爾貝克街（Welbeck Street）開了一間非常特殊的醫院。

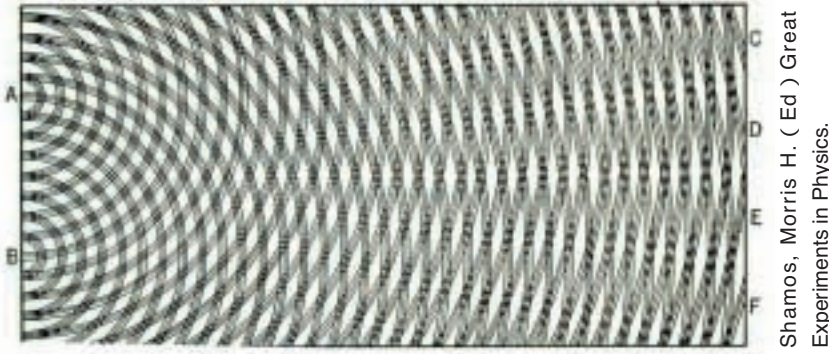
特殊的醫院

醫院的門口寫著：「這所醫院的醫生是個科學家，所以看病以後不給藥。」這在當時是個創舉，醫學與藥學分開，與藥劑師制度的建立都是十九世紀以後的事，而且很少醫生會認為自己是科學家。但是，楊格在十八世紀末期就說：「醫院是醫生與病人聊天的地方，醫生是替病人解謎的人。許多的疾病診治，不在給藥，而在矯正病人的生活習慣，病因可能來自病人的飲食不當、睡眠缺乏，或是居家環境通風不良，這些問題必須在醫生與病人的對談中才能發現。醫學的藝術在於準確的診斷，我認為現在流行的放血、發汗劑、催吐丸、利尿片的醫治方法太幼稚了，治療疾病的用藥，必須建立在化學與藥劑學上，否則藥品會淪為江湖郎中的賺錢騙術。」

另外，楊格也為看診的病人開設醫學保健課程。課程包括六堂化學、六堂生理學介紹、二十堂疾病學簡介與四堂藥物化學，他並且特別為上課的病人，編寫了一本《醫學文獻簡介》（*Introduction to Medical Literature*）。醫學保健班每年開班，持續了十幾年，他一直保留著學生名單與職業的紀錄。這些學生中，有家庭主婦、文學家、碼頭苦力、軍人、馬戲團小丑、街頭畫家、菜市場魚販，還有流浪漢與在監獄管訓的犯人等，真是奇特的班級。

買牛眼睛的科學家

一八〇一年，有一個病人，抱怨自己的視力愈來愈差。楊格檢查他眼睛的外觀，並沒有異樣。楊格就到菜市場，向賣牛肉的小販買了一袋牛眼睛，回到醫院裡研究眼睛的結構。一八〇一年楊格在英國皇家科



楊格著名的雙光柵實驗，光由左邊的缺口進入後產生繞射，在右邊形成光暗交錯的條紋，此圖為楊格所繪。

Shamos, Morris H. (Ed) Great Experiments in Physics.

學會刊上發表「散光」的原因，是眼睛角膜水晶體曲度的改變，使得進入眼球的光線不能落在視網膜上，所以人看東西會模糊。為此，楊格用一片雙曲度的玻璃，放在病人眼睛前面，輔助光線能落在視網膜上，這個矯正玻璃，後來稱為「眼鏡」。

這是非常重要的研究報告，幫助了日後成千上萬的近視、遠視和散光的患者。在這篇報告裡，楊格首先提出視覺與眼睛結構的關係，並認為眼睛的感光機制是來自視網膜上的神經傳遞。因此在醫學史上，楊格被稱為「視覺生理學之父」。這篇研究成果，也使楊格成為英國「皇家科學會」(Royal Society)的會員，並且擔任「皇家協會」(Royal Institution)自然哲學系的教授，又開始對一批年輕學子上課。

光本質的研究起源

「光學」是物理科學裡最迷人的學問之一。早在十二世紀，葛羅斯特 (Robert Grosseteste, 1175 - 1253) 就提出：天空的美，是光的變化所致。他首先指出水面上的倒影是光的「反射」現象；彩霞的顏色是光的「折射」結果。

西元一三〇五年，弗雷伯格 (Dietrich von Frieberg, 1250 - 1310) 更以陽光透過一個裝水的玻璃球去證明：彩虹的產生，是光的折射現象。這篇一百七十頁的研究成果被稱為「人類歷史上第一篇科學研究報告」。弗雷伯格認為，光是非常值得研究的對象，這位中世紀道明會 (Dominican) 修士提出：「上帝首先是用光去創造這個世界，所以人類對於宇宙現象的不了

解，最後都會回歸到對光本質的了解深度。」他由實驗結果提出彩虹的顏色是紅、黃、綠、藍四種。

近代物理學之父牛頓 (Isaac Newton, 1642 - 1727) 以更精確的實驗指出，光具有紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫七種分光的顏色，他也提出光的本質是由「光子」的微粒所組成。當時英國的科學家虎克 (Robert Hooke, 1635 - 1703) 認

為油在水面上會形成彩色薄膜，是因為光是一種波。一六八七年，荷蘭的科學家海更斯 (Christian Huygens, 1629 - 1695) 並依此而提出光的波動說，但是，虎克與海更斯都缺乏精確實驗去量化光的波動特性。

光的繞射實驗

一八〇一年，楊格在診所裡進行光波動實驗，並在《哲學會誌》上發表了「聲音與光的實驗」(Experiments on sound and light)，繼而在一八一一年又發表「光與色的理論」(On the theory of light and colors)。在這兩篇研究報告中，楊格提到，讓光通過二個窄縫，結果會產生光暗相間的平行條紋，這是科學史上非常著名的「雙光柵實驗」(double-slit experiment)。

楊格在一八一三年十一月二十四日，繼續發表以實驗證明光繞射的通則 (Experimental demonstration of the general law of the interference of light)，對光的波動有更清楚的闡述。

遇到愛問問題的女孩

楊格發表光的繞射實驗，不僅對往後的物理光學、太空通訊、影像傳送、微距測定等非常有用，且另一個重大的收穫就是，有位名叫伊莉莎·麥克斯威爾 (Eliza Maxwell) 的女孩讀了楊格的研究報告後，登門請教光繞射研究的細節。楊格與她討論幾次後，發現她的頭腦清楚，深思明辨；更發現自己除了醫院的工作與光學實驗之外，單身生活實在有所欠缺，不



Kline, Daniel L.; Thomas Young: Forgotten Genius, photography by Vivian

楊格出生的地方（位於英國西南部的米勒伯頓鎮），目前這棟房子依然保存著。

夠圓滿。一八〇四年六月十四日，楊格與伊莉莎結為夫婦，伴郎就是他的第一個家教學生格尼。

婚後的楊格更加忙碌，他擔任英國皇家學會的秘書，連續發表了由光的繞射測定極小的物質 - 紅血球的研究、光的偏振現象、色盲的區分、血壓計的製造、以微小粒子的運動解釋熱的現象、表面張力的測定法等，並且繼續在醫院裡對販夫走卒開授保健課程，很少大師級的科學家能夠兼顧後者，但楊格的教育熱忱，使他樂此不疲。

英雄識英雄

一八〇八年，楊格醫院的生意每況愈下，他在皇家科學院的工作與物理研究上的熱衷，使他愈來愈沒時間與病人聊天。二年後，楊格幾乎瀕臨破產，醫院也面臨關閉，他只好到銀行申請貸款，因而認識了銀行的老闆布魯慕（Henry Brougham, 1778 - 1868）。布魯慕畢業於愛丁堡大學法律系，出身銀行世家，且擔任當時最具社會影響力的《愛丁堡評論》（*Edinburgh Review*）的主編。一八〇八年布魯慕選上議員，加入當時改革

奴隸法案最著名的「克拉朋聖徒」（Clapham Saints）。楊格在年輕時就參加貴格會的聚會，貴格會的基督徒以反對蓄奴著名，他也反對奴隸制度，自稱「倡導自由的貴格人」（Free Quaker）。

楊格與布魯慕的偶然相遇，卻造就了近代科學史上的一個重要里程碑 - 「科普教育」的開始。

科普教育的萌芽

楊格本來要與布魯慕談醫院貸款的事，後來話題一轉，講到反對奴隸制度，兩人愈說愈投機；話題延伸到貧苦社區的平民教育，楊格更是滔滔不絕。布魯慕對於大眾教育也很有抱負，講到最後，兩人不僅成為朋友，還決定成立一所大學，為想唸書又沒有錢的孩子提供接受高等教育的機會，並且組織一個協會，出版最廉價的、第一流的科普教材，教育百姓。

伊莉莎後來知道丈夫到銀行貸款，竟然帶回來一個更花錢的夢 - 成立大學與出版科普教材。很少科學大師有這麼「不務正業」的想法，但是，她仍全力支持丈夫，就像當年支持他的「光的繞射」實驗一樣。後來這所大學成立了，就是著名的「倫敦大學」；學會也組成了，稱為「有用知識推廣協會」（Society for the Diffusion of Useful Knowledge）。

科普教育的原則

「有用知識推廣協會」對於十九世紀的英國學童，有極為深遠的影響，甚至逐漸也為歐美其他國家所仿效。這個協會一直秉持著三個推動科普教育的原則：

第一、科普教育的理念。學生要選擇一個狹小的領域去從事專精研究以前，最好先有廣泛的知識做基礎。楊格認為：「科學研究不僅是知識的獲得，且會成為一個人生命的特質。在科學家的眼中，研究是無止境地自然界探索，是一種思考的淬鍊，使心志更堅強；是一種凡事回到基本點的思索，使頭腦更能分別是非。研究者經常是在一個很窄小的領域中去尋求突破，但是他要見前人所未見，想前人所未想，則他必須站在一個更廣大的知識尺度上，才能超越前者。」

第二、高等科學的研究成果是科普教育的好材

料。楊格認為：「科學研究不是追求研究者的不朽，也非研究成果的不朽，否則科學界會淪為變相的偶像崇拜。科學研究不是只為自己，而是將結果公開、分享，給願意閱讀的人，提供更深邃的眼光，用圖、用表、用公式、用實驗，指出這個宇宙的美在何處，大自然的法則是多麼具有邏輯性。科學的精確知識，是在教育裡，能夠傳遞的最佳內涵中的一種素材。」

只是科普教材的寫法，與科學研究論文的寫法不同。科學研究的文章，是科學家深刻冷靜的思索，是科學家互相切磋的管道。科普教材是為了大眾，文字的傳遞必須切身、活潑。楊格對科普教材的寫作這麼建議：「先引一個大眾所關切的問題，再用科學的原理來解釋。例如用大眾

所知道的毛細現象，去解釋原子的互相作用力；用大眾所熟悉的船的形狀，去解釋物體結構對剪應力的承受。」

第三、持續的熱心。教育不是一時的，而是要長期持續地推動。楊格說明，自己長期委身大眾教育的原因是：「做好任何事情，都需要付出時間與努力，但很多事情並不值得。一生從事科學的研究是值得的付出嗎？如果能認識人理性的存在，最終有個神聖的目的，那就值得了。」就是這份神聖的負擔，促使楊格不斷在

「有用知識推廣協會」撰寫「自然哲學與機械藝術之教材」系列，所有的教材小冊，每一本只賣一毛錢。經費由布魯慕籌措，當初「有用知識推廣協會」有句口號：「好書即使只賣一本，也是值得的。」

楊格與伊莉莎一生都沒有孩子，但是，藉著「有用知識推廣協會」，這對夫婦幫助了許多別人的孩子。

機械與材料工程的藝術面

一般人都把「機械」與「工程」連在一起，稱為「機械工程」。楊格卻把「機械」與「藝術」連在一起，稱為「機械藝術」。「機械藝術」實在是個很奇特的名詞，但是「機械」(mechanics)的希臘文原意是「省力」的意思，人用輪子、齒輪、滑輪、槓桿等工具省力，的確是門藝術。現今大學裡的機械工程學系，或許改名為「機械藝術工程學系」可能會更加貼切。

人類自古以來就懂得使用不同的材料，早期以磚

造屋，以瓦罐取水，以鐵製刀等。但是材料的使用，與材料的穩定度有關。例如，用石頭建造房屋，石頭對力的承受度會決定房子建造的長、寬、高。不同的文明古國，都有各別判定材料強硬度的方法。十七世紀末，虎克提出「虎克彈簧」，不僅可以由彈簧的延伸度測定掛在底下物體的重量，更可以用已知的不同重量，去測定不同物質的延伸度，這是最早將材料硬度數量化的方法。

彈性與安全

一八七年，楊格更在「有用知識推廣協會」的小冊上發表後來非常著名的「楊氏彈性係數」(Young's elastic modulus)。不同於「虎克彈簧」，楊格認為物體的受力不只受到重量的影響，也受到衝撞速度的影



楊格是個醫生、教育家、科學家、經濟學家、考古學家、語言學家、物理學家，但卻自稱一生還沒學會的兩門功課，是每天在合適的時間起床，與在合適的時間上床睡覺。

Kline, Daniel L.; Thomas Young: Forgotten Genius, courtesy of St. George's Hospital

響，他是科學史上首先提出「動能」(kinetic energy)的人。楊格將動能定義為質量乘以速度的平方。他首先定義彈性是物體受力後可以恢復原來的形狀，繼而提出材料若要安全使用，所承受的力量必須在彈性範圍內，如果超越彈性的範圍，物質就會變形甚至斷裂破壞。

物理最後的問題

在彈性範圍內，物體受拉力或壓力與所增加或減少的長度比例，是一個定值，楊格稱之為「彈性係數」。他提出在彈性受力的範圍內，物質組成的粒子結構，也像彈簧一樣可以伸縮自如，由於每種物質有其特殊的粒子結構排列，因此各有其彈性係數。彈性係數愈大的物質在受力的情況下，物質變形的長度愈小，這種物質愈適合做為建築材料使用。

「彈性係數」的觀念，在材料科學上是很重要的貢獻，但是，楊格卻有更深的體會。他在研究論文上寫道：「物理最後的發展，會回到最基本又不可分割的微小粒子上，那是物質的最小單位。然後，物理學家會發現那微小的粒子，彼此之間仍會有作用力，不是這些微小粒子產生的，因為微小粒子裡還有更微小的粒子，無論人怎樣將粒子細分，仍會有作用力，不是這更小的粒子所產生的。所以物理學最終的思索是，這些作用力是怎麼來的？無論是從電、從磁、從光、從熱、從萬有引力，從任何方面去切入，最後都會回到這一個問題，人類沒有辦法解釋最基本的的作用力，為什麼不是基本粒子所產生的？我好像一個探險家，跋涉過最茂密的森林，最後才承認所見的仍是影兒，不是本物的真相，真相是永存的，是非物質的，是屬靈的。」



羅西塔石，目前保存在英國博物館。為考古學上的重大發現。

Kline, Daniel L., Thomas Young: Forgotten Genius, courtesy of the British Museum

古埃及文的奧秘

十八世紀，考古學家挖掘出許多埃及的木乃伊後，才漸漸知道坐落在尼羅河畔的埃及，有一個古老的文明。但是，木乃伊上面刻著的一些象形符號，卻沒有人讀得懂。一七九九年，考古學上有一個重大發現，「羅西塔石」(Rosetta Stone)出土了。羅西塔位於埃及亞歷山大港的旁邊，拿破崙的軍隊當時占領埃及，並且為了海軍，疏通亞歷山大港與周邊的運河水道。一天，有個士兵從水道底部挖出一個長約一百六十公分，寬約七十五公分的石版，上面刻有三種文字。

第一種是古代埃及的象形文字，與木乃伊上刻的文字類似；第二種文字字型是彎曲的蝌蚪文，可能是古代埃及民間通用的文字字源；第三種是希臘文。拿破崙身邊的學者立刻知道這塊石版價值非凡，因為解開古埃及文的秘密，可能就在這塊石版上面，但是，沒有一個埃及人能夠讀得懂石版上的象形文字與蝌蚪文。

後來在尼羅河之役裡，英國軍隊打敗了法國，並且獲得了羅西塔石，他們連夜把這塊石頭運回大英博物館，

請許多英國學者專家來解讀這兩種奇怪的文字，大家有看沒有懂。後來有人想到有一位醫生，年幼時就能解讀許多古希臘文，於是就把楊格請了來。

解謎的步驟

首先，楊格用一張大紙放在羅西塔石的上面，把每一個字很精確地摹擬複寫下來。然後把寫下來的每一個字母拆開，一一比較字母重複出現的位置，就知道這個字母在象形文、蝌蚪文與希臘文中的相通性。楊格先解決不同文字的字母相通性。

第二，楊格請教古埃及文專家。當時世界上只有