

開放文學 – 漢文樂園 – 星星、原子、人

第二章 幻想和推理

人類一度認為天空是個龐大無比的圓頂，由最純粹的結晶體製成，白天的光亮使它現出藍色，晚上沒有光亮便只好現出黑色。這個黑色的圓頂在晚上裝飾著無數鮮明的、燦爛的點點，即是星星，固定在結晶體上，位置永不變更。

起初，人用詩和宗教的詞句來解釋星星。天上眾星的顯而易見的運動，給人追蹤了上萬年，然後才對它們的真正性質有所瞭解。自然界有一批事物首先引起人類思考維持生存以外的問題，星星必定是這批事物之一。上古的人，至少在某些時候，因為沉思冥想著宇宙，而成為講故事的人、詩人和哲學家。

天文學給人尊為最古老的科學，實可當之而無愧，但它年代太悠久，很難追尋它最初是怎麼開頭的。最上古的同星星有關的宗教神話和含有詩意的寓言，每每以銳敏的觀察為根據，這些觀察簡直可以說是科學觀察。但是古人觀察到的天文方面的事實，常常受到歪曲，以滿足講故事的人或詩人的戲劇性想法。

今日許許多多的人雖然會談到古代的迷信，卻從來不知道星光閃爍的天空所加於人類心靈的整個影響有多麼深鉅。古時候的人坐在星光裏；我們卻坐在檯燈光裏。城市的灰塵和煙霧使燦爛的星光模糊了，街道兩旁的電燈泡的光亮蓋過了天上許多個太陽——不是白天的那個太陽——的光芒。我們之中有幾人知道星星真正是多麼燦爛的呢？我們忘了夜晚的天空，不知它的壯麗容色未受遮蔽時多麼輝煌。於是，我們在高山上滑雪或在海上過夜時，才看到這偉大的壯觀展現於眼前。那時候，我們大吃一驚，才知道壯麗的夜間景色始終都存在於天空裏。

原始的人是偉大的占星家。星空的燦爛輝煌是他們的生活中的親密而重要的部分。各地的人都把某些耀眼的星辰看作一個個集團，而想像著這些星座為各式各樣的人、神、動物以及日常見到的東西。由於星宿在幾千年的長期間裏只極細微地變更它們的形狀和相關的位置，渺小的人類覺得它們是永恒不變的，遙遠的，因而更加促進了人類詩意的和宗教性的想像。所以一切民族的民間傳說中都有星星變成的人物怎樣出現的寓言和神話，這是民間文學的偉大寶藏。用現代科學的眼光來研究這些神話，特別有趣味，因為許多寓言的情節透露了古人對於天文事實的銳敏觀察。

旋轉著的地球環繞太陽轉動時，帶著我們沿天空的球形舞台的內側進行。當然，我們不會覺察到自己的行星的這種永恆的運動；反而覺得整個天球似乎圍繞我們所在的地方，每天旋轉一次。但我們因一件事實而覺察到地球繞太陽而行的旅程的進展：在每天晚上一定的時刻，滿天星斗總比前一天晚上同一時刻所處的位置稍微偏西點。因此，在一年的過程中，地球在天空整整兜了一個圈子。

地球在一條軸心上旋轉，這條軸心的兩端稱為兩極。（英文裏稱兩極為Poles，有「竿」的意思。）假如北極確實是條極長的竿，它似乎要戳穿天上的圓頂。這條竿同圓頂相碰的一點，稱為天北極。逼近這一點，距離不到半度，有顆星，名叫北極星。北極星似乎始終靜止，而別的眾星由於地球在旋轉，看起來好像都圍繞它轉動。

這顆似乎站在天上永不移動的星，成為傳說的最佳題材。中國人認為北極星是天上的皇帝，坐在永不移動的寶座上，別的眾星都向它朝拜。（論語：「為政以德，譬如北辰，居其所而眾星拱之。」）在另一個中國神話裏，北極星是智慧的女神，她登位於天上，變成了神，因為她畢生睿智，德行超卓。講求實用的腓尼基人是古代勇敢航海家，他們首先認識北極星具有幫助航行的偉大價值；因為它的位置永不變更，始終指示北方的所在。腓尼基人稱北極星為目標、船的星或海的星。

事實上，北極星顯然是會運動的；它並非恰好停留於數學上推算出的天空裏的北極點上。它每天要兜一個小圈子，這圈子的直徑，大約兩倍於月球的圓盤形表面。

萬千年來，北極星同確切的北天極之間的距離慢慢變更，因為天極本身也在漂流著。這種漂流是由地球自己的運動所引起。地球彷彿一個緩緩旋轉的陀螺，自己在跳舞，這種跳動，名叫「歲差」。它是極為緩慢的運動；地球的北極在跳舞時幾乎要花兩萬六千年的功夫才兜得完一個整圈。但在這段期間，我們想像中的那根竿子卻在天空的圓頂上畫了一個大圈。那麼，很顯然，再過幾千年，北極星決不會在天上的北極附近。大約再過一萬一千五百年，地球的軸心將指向天琴座的織女星（即天琴座阿爾發星）。那時候，我們將有一顆特別燦爛的北極星，因為織女星是北方天空裏最明亮的星。

今日的北極星並不是將近四千年前在埃及建造金字塔的人所仰望的那顆北極星。那時候的人的古老故事裏所說的北極星，是天龍座的谷樞星。怪不得龍的形象在古代神話裏居於重要的甚至於支配性的地位。

有一批星座，在最著名的一些星的形象中要佔一席地位，說不定在最古老的一些星的形象中也要佔一席位，這批星座，位於黃道帶（又名獸帶）內。它們共計十二個，即白羊座、金牛座、雙子座、巨蟹座、獅子座、處女座、天秤座、天蠍座、人馬座、摩羯座、寶瓶座和雙魚座。這些星座形成一條寬廣的帶，環繞整個球形的天空。它們特別不同於其他一切星座，因為這個帶是太陽每年所走的名觀上的（不是真實的）路徑。太陽當然始終逗留在太陽系的中心，它在眾星前面的外觀上的運動，只是由地球每年繞太陽運行一圈而起。地球循著巨大的軌道進行時，我們射向太陽的視線漸漸移動，看起來就像是太陽本身在眾星之前漂流。我們看到黃道帶上位於太陽背後的星座，個個月不同；一年之中每個月各有一個星座。

月球和各行星的軌道，全都在地球軌道的平面附近。因此，我們從地球上望出去，這些天體也總是位於黃道帶上諸星座的前面。總之，黃道帶這個圈，是太陽、月亮和諸行星的主要公路，無怪乎黃道帶上的十二星座這麼著名了。

太陽既然在外觀上好像每年周遊黃道帶一次，黃道帶也就同四季的變化周期拉上了關係。黃道帶的各個星座標記所具有象徵意義，來自一年四季的周期。每年春天，我們看到太陽在白羊座和金牛座，這是豐饒多產的象徵。到夏天，太陽大肆發揮其炎威，我們見它走到獅子座。再過一個月，收穫的時節到了，我們看見處女手捧一顆明亮的星，名叫Spica（中國古代天文學稱它為角宿第一星，即天門星），在拉丁文裏，這個字的意思是「麥穗」。再往後，當地中海及其東面地區正是雨季的時候，太陽也走過幾個「水汪汪」的星座——摩羯座、寶瓶座和雙魚座。

太陽的外觀上的運動所走的路線——數學上推算而得的路線——通過黃道帶，成一大圓圈，跨過整個天空；它名叫黃道圈，簡稱黃道，其英文名稱為ecliptic，這個名稱事實上牽涉到「蝕」的現象，英文稱蝕為eclipse。古代的巴比倫人有個古老的傳說，談日蝕和月蝕的起源，也牽涉到著名的角色「天龍」。巴比倫人心目中的龍——名叫Tiamat（意為海洋、海水）——盤繞在黃道周圍。他恨太陽和月亮。當這兩盞天燈飄蕩到龍的身邊時，他就要想辦法吞掉它們，或用強有力的尾巴掃它們。但一年之中，他只有兩個時期能作這種舉動，而這兩個時期相隔六個月。在其餘一切時候，太陽和月亮都能避開這頭憤怒的獸。

這個傳說所根據的，是關於可能發生日月蝕的情況的大量精明觀察。月球的軌道以大約五度的角度同黃道圈——即太陽每年環繞天空而行的路線——傾斜。因此，太陽的軌道同月球的軌道好像兩個同心圓箍，互以稍許傾斜的角度相交。這兩個箍在遙遙相對的兩點上會合；月球的軌道有一半在黃道之上，另一半在黃道之下。兩個會合點叫做「月球交點」。

現在我們明白為甚麼月亮每月一次走到地球和太陽之間時，並不是常常會發生日蝕。從我們看來，月亮每每在太陽下邊或上邊經過。若要造成日蝕，卻必需太陽恰好處於交會點上，至少是靠近交會點，這樣，月球才能同它會合並遮蔽它。

地球的影子投在黃道的某一點上，剛好同太陽相對。月蝕只能發生在地球的影子投射於或接近於兩個交會點之一的時候。只有在那時候，月亮才會穿過地球的陰影行進，發生蝕的現象；此外一切時候，它都不會碰到這陰影。但太陽穿過兩個交會點之一而地球的陰影又恰好投在對面一個交會點上，這樣的情形每年只發生兩次。

知道這些事，才會明白Tiamat龍的傳說的含意。這條龍的頭正在一個交會點上，它的尾卻在另一個交會上。直到如今，月亮的兩個交會點，一個名叫「龍頭」，一個名為「龍尾」。這兩個數學上的點，居然各有記號，龍頭是「Ω」，龍尾是「U」。在現代天體力學教科書上，還講到天龍 Tiamat，而且有這樣的方程式：

$$K2 = \tan i \sin \Omega$$

讀起來該是：「K2等於正切乘龍頭的正弦」！

另一個古代傳說也牽涉到現代天文學家極感興趣的天體現象，它就是關於公主和鯨的傳說，其中講到古代埃塞俄比亞（今又名阿比西尼亞，在東非）的國王西浮斯（Cepheus），他的美麗妻子凱西奧庇亞（Cassiopeia），他倆的可愛女兒安德羅默達（Andromeda），還有一位年青的王子名叫潑秀斯（Perseus），以及一個可怕的海怪——鯨魚息特斯（Cetus）。

美麗的凱西奧庇亞自大極了。有一天，他居然自認為比海裏的公主們——名叫厄爾瑞德（Nereids）——更漂亮動人。於是海裏的公主們生了氣，向她們的父親即海洋之王坡賽登（Poseidon）告狀。坡賽登為了懲罰這位虛榮心重的皇后，便把自己的三叉戟插進波浪裏，創造了極兇惡的鯨魚息特斯。坡賽登命令息特斯興風作浪，把埃西奧庇亞的沿海地區糟塌成一片廢墟。

西浮斯國王束手無策，便禱求神諭，神卻宣佈：坡賽登的狂怒只有靠一項極重大的犧牲才可化解：就是必須把美麗的公主安德羅默達送給這個海怪。於是安德羅默達給人用鍊子鎖在海邊懸崖下，等待著悲慘命運的降臨。在這緊急關頭，潑秀斯出現了。潑秀斯喜歡安德羅默達的容貌，他擁有利器，足以應付當前的危難。

在這以前立下的一次功勳中，潑秀斯殺掉了著名的密鳩澤（Medusa）。這個倒楣的角色一度誇口說她的滿頭金髮比女神雅典的秀髮更加美麗，雅典一怒而施以報復，把密鳩澤的頭髮變成一窩翻騰不已的蛇——這景象可怕極了，任何人一眼瞧見，便會立即變為石頭。潑秀斯趁密鳩澤熟睡時，把她的頭割了下來，他沒有正面瞧她，而是把自己的盾打磨得光滑如鏡，只望著她反映在盾上的身影行事。現在，他以密鳩澤的可怖的頭顱為武器，準備對付任何侵犯者。

當海怪息特斯跑上海面要搶走可憐的安德羅默達時，它犯了錯誤，望了潑秀斯高高舉起的東西。這個怪物立即變成石頭，沉落海底。潑秀斯砍斷了這位美麗的囚徒身上的鎖鍊，帶著她回到歡天喜地的國王和王后的身邊。

但坡賽登仍然惱恨虛驕的凱西奧庇亞，便把這個帝王之家流放到天上，永遠作為全人類的鑑戒，還把凱西奧庇亞放在一張椅上。正如仰觀星象的人在北半球天空裏所看到的，她坐在椅上每天圍繞北極星旋轉一圈，有一半路程是倒懸著進行的。（這就是仙后座）

密鳩澤的頭放在潑秀斯星座（即英仙座），是由Algol星（英仙座貝他星，中國古代天文學稱之為大陵五星）代表的。這個名字出自阿拉伯文el ghoul，意思是「魔鬼」，這顆星看起來確實有點奸險。在大約每七十個鐘頭的時期中，有一段大約十小時的間隔，這時候，這顆星的亮度會減弱到只及最光亮時的三分之一，然後逐漸恢復常態。它居然是顆眨眼的星！怪不得它給了古代的占星者以深刻的印象。

現代天文學解釋了大陵五星的亮度的這種奇異波動情況。它其實是顆雙星——是兩個太陽在一個共同的軸心上旋轉。當這兩者中的較暗的一顆經過較亮的那顆星與人的視線之間時，便阻隔了亮星的一部分光亮。這種星蝕，持續九小時四十五分鐘，在這兩顆星像鐘錶一般旋轉時，每隔相當時期便出現一次。現代天文學家雖不能分別看清這兩顆星，卻實在知道它們是兩顆而不是一顆，因為它們顯示兩種不同的光譜。

憑著現代望遠鏡，許多這種所謂「蝕變雙星」給人發現了，但是大陵五星比別的蝕變雙星明亮得多。古代希臘人給天上眾星通通安上名字，卻很難撇開大陵五星而另找一顆更合適的星代表倒楣的密鳩澤的邪惡的頭顱。

神話中的公主安德羅默達的名字，時時給今日的天文學家們用到。這個星座（名為仙女座）的眾星，形成一條美麗的鍊，其中有最光亮的所謂「旋渦星雲」——即一片片黯淡的光，本來一直無法解釋，後來憑藉威爾遜山天文台的望遠鏡，才將其中一個一個的太陽分辨出來。安德羅默達星雲確是頭一個給強有力的現代望遠鏡辨別為由許多單獨的星星聚成的一團雲似的東西。它是一個天河，其性質同我們自己的銀河相似，但更巨大。發現這種性質，是現代科學上最驚人的事蹟之一，它大大擴展了我們生活於其中的宇宙的已知體積。

假如你住在北半球，由秋季到春季之間的某個晚上，你離開大城市的燈光，可能仰望黑暗的天空，隱約看到仙女座的那一小片光。這是另一個宇宙，說不定包含著像我們的世界一樣的世界。你的現代知識大大不同於古代傳說，不相信有甚麼凱西奧底亞和西浮斯以及他們用鍊子鎖住的美麗女兒。但是你因天上的光輝而感到的驚奇，正是同二千多年前希臘人看到華麗的眾星而感覺的驚奇一個樣子。

萬千年來，人以狂放的想像和宗教性的敬畏看看天空。古代的人不可能像現代人這樣用科學方法來「解釋」大自然的景象。現在我們要求用放之四海而皆準的已知的自然法為基礎，來解釋並瞭解各種自然現象。古代的人卻不知道有甚麼自然法則；任何事情一發生，只要往神或魔鬼的身上一推，就算是已經得到了說明。古代的思想家雖誠心誠意地要提出「科學的」思想，仍免不了把自己的想法和概念跟迷信和幻想拉在一起。

科學思想的開端，說不定該回溯到人類最初設法利用天體作鐘錶和曆書的時候。當時的人認識到：太陽的運動產生日和年，月亮的運動則量出了星期和月份，星星表明季節。但是這些天上的計時者給人看作是神，好像其它為人類的知識所不及的自然力量一樣。

直到公元前第六世紀，人類才脫離無稽的迷信，以真正科學的態度注視自然。這個變化幾乎是一夕之間突然發生的，是古代希臘哲學家的有系統的思想所造成。那些有知識的人物實在是科學思考的奠基者，他們改變了人類歷史的進程，他們起的作用比帝王、政治家和將軍們更偉大。心靈的銳利武器所創造的歷史，比戰爭的粗糙武器所創造的更多。生活在兩千多年前的早期希臘思想家發明了科學的思想方法，特別重要的是為數學打定了基礎。

這些古代希臘人既然是腦筋十分清晰的思想家和淵博的數學家，為甚麼沒有發展出一種更為先進的技術？他們擁有一切必需的智力的工具；他們發展出一種數學，實際上一直到今天還有效的。現在我們中等學校所教的數學，沒有哪一點是古代希臘人所不知道的，而希臘高級的數學有很大部分甚至超出了我們普通中等學校的課程水準。在古代希臘，木工和鐵工都非常先進，只要稍為再進一步就可以發明蒸汽機，甚至於電力的基本工具。早在紀元前四百六十五年，希臘哲學家德莫克里塔斯（Democritus）已經想出了碩一宗原子理論。那麼，為甚麼希臘人不能再進一步，至少是發出一種像化學這樣的基本科學呢？

這種種歷史性的疑問，其答案在於希臘人的科學思考的特性。當時的偉大思想家們主要是把他們自己看作哲學家，而當時哲學家的真正意義是「愛好知識的人」。他們會認為運用他們高貴的理念來製作器具或別的實用的器械，是侮辱了科學的崇高精神——當然玷汙了他們作為哲學家的那份尊嚴。機器在本質上是節省勞力的發明物，但當時任何一種體力工作都是由奴隸擔當的。思想家根本不需要機器。

希臘哲學家們若看到計算尺、電子計算機、打字機和印刷機，或許會有不同的感想，不致於鄙棄。但這類東西是好多世紀的技術發展的成果。而這些貴族知識分子——古代的名士——寧可絞腦汁替艱難的數學定理求證明，也沒有心思發明甚麼玩藝兒來節省奴隸的功夫。

秉持這種精神，古代希臘人首先設立了科學圖書館和科學院，這科學院可以稱得上是大學。這兩者都是古代埃及的亞力山德里亞城設立的，時候是在公元前第三世紀初期。當時最聰明睿智的人才都聚集於亞力山德里亞，使這個城市成為古代最偉大的文化中心。在大學裏研究並教授的最重要的學科，有天文學和歷史學等，但學術界最鼎鼎有名的人才卻是數學家。

亞力山德里亞是亞力山大大帝建立的，並因他而得名，這位大帝征服了埃及，命手下的一位將軍鎮守。公元前三〇五年，即亞力山大死後十八年，這位將軍宣告自立為埃及之王，並自封為多祿梅王一世「救世者」（King Ptolemy I "Soter"）。凱撒時代的美麗女王克利奧帕特拉，就是多祿梅的後裔。在他的賢明治理下，亞力山德里亞很快就變得市容優美，百業繁盛，成為古代世界的商業中心。多祿梅懷著對學者哲人的極大敬慕，創辦了一座圖書館，立意要蒐集當時已知的一切著作。為了增益藏書，他要求進城來的商人個個都捐贈一個卷軸的文稿給圖書館，亞力山德里亞既是極為繁盛而容易發財的商業中心，貪得無厭的商人自然心嚮往之，他們自己雖然不屑於讀書，為了藉書卷作進城的門票，也就不惜搜遍一切已知的地區，收集各種各樣的文件。圖書館很快就獲得六十多萬件文稿；但多祿梅明白：圖書館若沒有人去利用，是毫無價值的，於是他又創辦學院，邀請古代最偉大的學者們前去。院裏的教授們——大多數是希臘的學者——在這有史以來頭一座「大學」中擔任終身教職，他們一輩子不須負任何義務，只要思考問題，他們以此為樂。

亞力山德里亞圖書館頭一位館長，同時又兼大學校長，是鼎鼎大名的數學家、幾何學的建立者歐幾里德（Euclid）。他著作的幾何學書籍是他那個時代的教科書中唯一沿用於今日的現代學校裏的——內容沒有多大改變。今日我們學習的幾何學，是這位思想家早在兩千二百年前就已鋪排好的。

繼歐幾里德擔任圖書館長和大學校長的，是偉大思想家厄拉托斯德尼茲（Eratosthenes）。他是天文學家、數學家和地理學家，他測量了地球的體積——這項驚人的功績，使他揚名千古。這項測量是在紀元前第三世紀進行的，那時候，世上還不曾有甚麼人猜想大地是個球體哩。測量的詳細經過很值得談談，因為這事表現了一宗完美的——儘管是樸素的——科學思考。

埃及有座城市，名叫息恩尼，在亞力山德里亞之南約五百六十哩，城裏有一口深井。厄拉托斯德尼茲知道：在息恩尼城，每當一年之中最長的那天正午，太陽恰好照在頭頂上。在這個時刻，太陽直射入深井，井底的水上反映出太陽。厄拉托斯德尼茲既是一位數學家，知道角和圓，又相信大地是個球體，便深思熟慮太陽照到井底這件事，擬定一個計劃。他趁太陽照正息恩尼城頂上的日子和時刻，測量了亞力山德里亞城裏一個方尖石塔投下的影子的長度。既查明影子的長度，又測算了方尖石塔的高度，這位希臘的天才人物居然就能計算出地球的體積！

本頁的圖形表明這件事多麼容易。我們可以假定厄拉托斯德尼茲畫出了方尖石塔及其投影的圖。他從塔尖畫一條線，延長到地心，又從塔尖畫一條線到地面上塔影的尖端，然後測量這兩條線相交而成的角的度數。這個角是七又五分之一度。太陽當時既在息恩尼城頂上，沒有投影，則相關的角度是零度。由此可知，息恩尼和亞力山德里亞之間的距離五百六十哩，等於地球圓周的七又五分之一度——假設地球是個球形。那麼，三百六十度——即地球整個的圓周——該等於多少哩呢？厄拉托斯德尼茲用七又五分之一（即七點二）除三百六十。得五十，再乘五百六十，得數是二萬八千哩，即循著地球中部的赤道繞地球一圈的總長度。

由於息恩尼和亞力山德里亞之間的距離測量得不準確，厄拉托斯德尼茲算出的結果比今日我們所承認的概數二萬五千哩多出三千哩。但這個差誤絲毫不能減損厄拉托斯德尼茲這一樁智力上的功績。他光憑心智的力量，便測出地球的體積，而當時他和一般人所熟知的還只有地球上的一小部分地方，即地中海區域。厄拉托斯德尼茲預示了其後幾千年的科學成就。

但是亞力山德里亞大學的一個著名的故事，表明了這些才氣煥發的希臘人完全鄙視科學知識的實際應用。這個故事涉及的人，說不定是古代最偉大的數學家，他就是阿基米得，外號「大沉思者」。厄拉托斯德尼茲深深欽慕阿基米得的數學天才，邀請他離開家鄉賽拉寇茲——希臘人設在西西里島上的殖民地——到亞力山德里亞的大學去擔任教職。這位偉大的賽拉寇茲人接受了邀請。他在亞力山德里亞遭遇的事情的確切情形如何，沒有知道，但我們所得的資料至少表明了當地大有權勢的許許多多著名學者的態度。

我們先要明白，阿基米得是古代數學的迷途羔羊。他渴望把數學原理作實際應用，今日世人知道他發明了許多偉大的機械，卻不大曉得他對純粹數學的重大貢獻。他到達埃及後不久，發明了所謂水螺旋，減輕了人和牲畜從尼羅河抽水上岸灌溉田地的極大勞力。這個巧妙東西的主要部分是一個木質的大螺旋，安裝在一個長的木質圓筒內。筒底伸入尼羅河，只要轉動螺旋，就可把水提升到筒頂，奔流不息。這個水螺旋的工作方式，很像絞肉機裏的旋把肉推到刀口上絞碎擠出。水螺旋由水輪推動，水輪本身也是由河水的水流推動的。這樣，就強制了莊嚴的尼羅河自己作工，把水送進埃及無數的灌溉渠。更值得一提的是：阿基米得的這種抽水機，雖然發明於兩千多年以前，今日的埃及農民仍在使用它。

阿基米得在課程以外弄些機械玩藝兒，很可能引起別的教授們的反對。但當阿基米得對於那時候數學上最艱難的問題之一提出答案時，他們必定為之震動，這問題就是如何計算圓形的物體——如圓錐體、圓柱體和球體——的體積。阿基米得猜想：上述三種形體，假如是正規的，其基底和高度又都相等，那麼，三者的體積的比例必定是一比二比三。他要當地一個木匠替他做了這三種物體的木模型，証驗這個想法，果然成功。整套模型裏有三個圓錐體，一個半圓體，一個圓柱體，其圓底的大小和高度都相等。

阿基米得擁有這些「道具」，便邀請當時任教的同事們出席一次演講會，暗示他會宣佈一樁驚人的數學上的發現。

當他宣讀論文題目「論圓形物體的體積」時，同事們精神立即緊張了。好多年來，他們個個都想解決這問題，總解決不了。難道這個冒冒失失的小子得到了答案嗎？

阿基米得首先宣佈結果，把簡單的比例寫了下來：

圓錐體 = 1

半圓體 = 2

圓柱體 = 3

聽眾鴉雀無聲。人人把上身往前傾，想知道他用甚麼辦法証明這個驚人的說法。但是阿基米得沒有提出長篇大論的數學推算，只拿出他的木質道具和一架天平。他首先把三個圓錐體和一個圓柱體放在天平兩邊稱量，完全平衡。然後取下兩個圓錐體，改放一個半圓體，天平仍然保持平衡。最後，他把兩個圓錐體和一個半圓體放在天平兩邊稱，重量又完全相等。

然而阿基米得所引起的不是歡呼，而是冷峻的沉默。

一個十四歲的孩子終於站起身來。他是潑濃（地名）的阿坡朗尼阿斯（Apollonius），是一位著名數學家，年方十餘歲就在大學裏任教。他早已因研究高級數學中的一套曲線——錐線——而遐邇知名。他描敘了這些曲線的奇怪性質，並為它們取了名字：橢圓形、拋物線和雙曲線。這些驚人的成就，使他還是個十多歲孩子的時候就已在大學教師中佔一席之地。但是阿坡郎尼阿斯當時站起身來說了這麼一段話：

「校長先生，各位教授！我提議把阿基米得永遠趕出亞力山德里亞大學，因為他用骯髒的東西玷汙了數學的純正精神。」

阿基米得在亞力山德里亞站不住腳，因為他對於數學的精神犯下了最嚴重的罪行。數學的証明絕不能假手於作實驗——只能由純粹的推理來証驗。

阿基米得回到家鄉賽拉寇茲。他在家鄉繼續進行創造性的事業，發現槓桿原理，發明滑車，提出浮體定理，世人稱之為阿基米得定理。到了晚年，他居然從理論上解決了那個令他喪失亞力山德里亞大學教職的問題：他破天荒計算出 π （音「派」）這個數目的數值，並描述了它的奇怪性質， π 是圓周同它的直徑的比率。憑著它，就可以用數學方法計算圓形物體的體積，而無須借助於一架天平。

但阿基米得從來不曾喪失他對於實用的發明品的興味。他是歷史上頭一位應徵替祖國作戰的著名科學家，他發明了一種極厲害的弩砲，把大批石塊發射到羅馬兵士身上，他們在馬塞臘斯將軍指揮下圍攻賽拉寇城。阿基米得建造了一種用槓桿撬動的鉤，把羅馬兵船吊舉起來，又拋下海，摔得粉碎。他裝設一個龐大的拋物線形鏡子，集中太陽光線，點燃敵船的帆。

阿基米得具有這種從事實用性的發明的眼光，同我們現代人的思想非常接近。甚至於把他的數學論文，讀起來也彷彿出自現代人的手筆。但若以為阿基米得只是一個大有天才的發明家，那就錯了。他在內心裏是個道地的希臘人，忠實於希臘人的數學精神，事實上他很贊同那些把他趕出亞力山德里亞大學的人。他從來不認為自己發明的巧妙武器是夠得上真正的科學精神的東西。他只稱它為「遊戲的幾何學」。

羅馬時代的傳記作家普魯塔克（Plutarch），生活於大約一千九百年前，曾記述阿基米得的令人敬佩的科學態度：（以下整段縮排）

「他具有極崇高的精神，極深奧的靈魂，極淵博的科學知識；因此，儘管這些發明令他享有智慧超人的榮譽，他卻不肯留傳關

於這些題材的任何書面著作；他既把以實用為宗旨的機械學的事和各種技藝看作是卑賤的、不體面的，便把他整個的愛好和志向投放於一些純粹的思考，毫不夾雜生活的鄙俗需要；他的愛好和志向也投放於研究，人人都認為研究的優越性是毫無疑問的，在研究中唯一能加以懷疑的只是：究竟最值得我們愛慕的該是所研究的主題的美和偉大呢，還是精確性和証明的方法呢？

阿基米得死於非命。他的一切巧妙武器都擋不住羅馬的優勢兵力，不能夠防止他的老家所在的城市終於陷落。馬塞臘斯曾下令要活捉這個老怪人，但有個羅馬兵士發現了他，卻不知道他是誰。那時刻，阿基米得還在他院子裏的沙盤上畫好幾何圖形，正忙於解答一個幾何問題，兵士大踏步走在他的圖形上，阿基米得大叫：「不要踩壞我的圓圈！」兵士大怒，舉起刀來；阿基米得只求他稍緩動手，以便完成自己的數學證明；兵士卻一刀砍了下來。

阿基米得早在自己的墓碑上雕刻了一些圖案，代表他最偉大的成就；圖形是一個球體和一個圓柱體，其體積是他首先算出的。他終究是一位比一切瞧不起他的人更加偉大的數學家。

這些古希臘的學者的崇高思想雖然很值得我們欽慕，他們的科學研究方法卻受到很厲害的限制。他們發展出科學的基礎即數學——全憑心智的力量發展的——後，便不再有進展。其實，要想瞭解並由此而掌握宇宙，非藉實驗不可。自然法則絕不是只靠抽象的思考所能明白的；必須藉實驗才能發現並終於證明。

這些偉大的古典哲學家過世之後一千五百年，到文藝復興時代，出現了一個人，其才智同古代哲人一樣卓越，途徑卻不同：他就是著名的意大利科學家伽利略·伽利雷（Galileo Galilei），舉世公認為是倡導實驗方法的人，他的倡導之功，超過同時代的任何人。這不是說別人就都沒有作過實驗。十三世紀的英國神秘家兼科學家羅哲·培根（Roger Bacon）進行過實驗性的研究，既巧妙又多種多樣。鍊金術士們，特別是其中登峰造極的偉大的帕拉塞爾薩斯（Paracelsus），都是實驗家。活動不休的文藝復興時代的雕刻家和繪畫家們，秉著他們史無前例的真實感和對大自然的今世感，不但用他們的鑿刀、油彩和畫筆來作實驗，還用上了透視法則。這些法則使藝術家能夠在一片平版的畫布上創造遠近的印象和三因次（長、寬、高）的幻覺。他們甚至利用了機械的觀測裝置，使藝術對象「變形」以便產生遠近的幻覺。著名的德國畫家阿爾布列赫特·杜萊爾（Albrecht Durer）曾創作大批有趣的木刻，透露繪畫方面運用的這種引起幻覺的技巧。他作了一個觀測架，是他的工具，用來「瞄準」所要畫的對象身上和個部位，圖畫快要完成時，打把架子轉到旁邊去。

因此，伽利略所代表的趨向實驗科學的新風氣，只是當時絕大多數有創造性的人所採取的新觀點的一方面而已。它出現於雕刻和繪畫中；還出現於音樂和建築中，事實上也出現於哲學中。人類的理解已轉向於現實的世界。這就是現代科學的開端。

我們回顧往昔，覺得進展很大。實驗方法解於了多麼了不起的天才！但若沒有創造數學的人——首先表演純粹推理的力量的人——的精神，這是絕對不可能的。