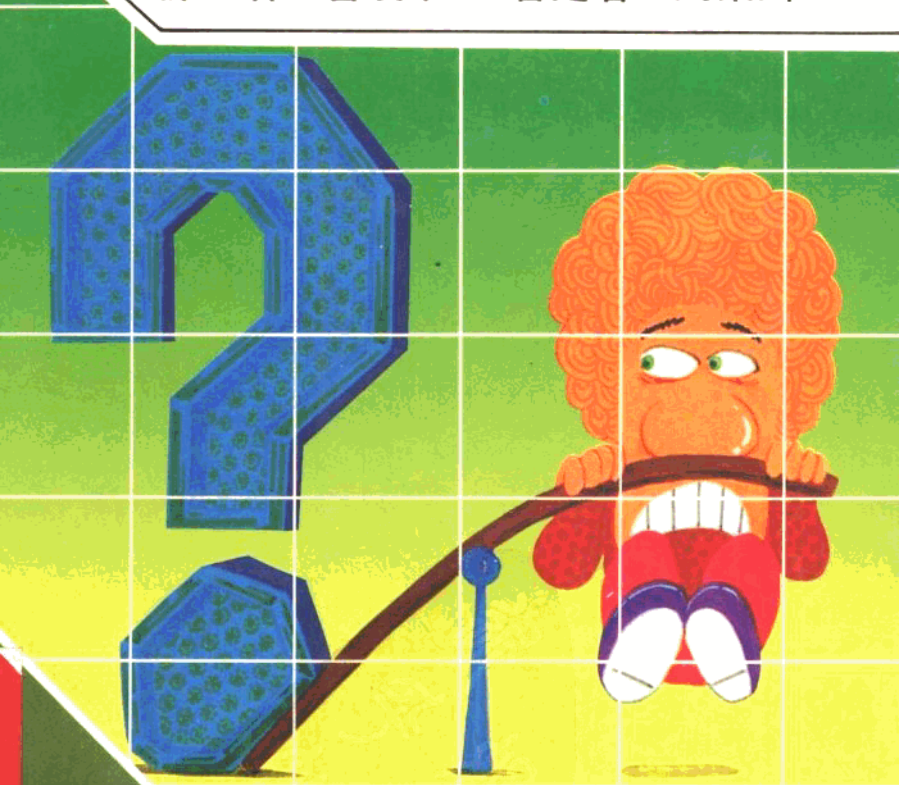


新世紀叢書

可用物理解釋的日常現象

物理答問集

譯者：曾煥華 審定者：周東川



銀禾文化事業有限公司



086
新世紀叢書

物理答問集

銀禾文化事業公司 印行



086
新世紀叢書

物理答問集

主 編：新世紀編輯小組

審定者：周東川

譯 者：曾煥華

出版者：銀禾文化事業有限公司

發行人：陳俊安

地 址：台北市和平東路 2 段 96 巷 3-1 號

電 話：7335575・7335576

郵 撥：0736622-3

定 價：新台幣 110 元

新聞局登記證局版台業字第 3292 號

1987 年 8 月初版

■版權所有・不准翻印■

序

在科學進步，知識爆發的現代世界中，一個國家民族的興衰取決於全體國民是否擁有現代化的知識。一個國家即使擁有很多進步的科學機器，但是人民的思想、觀念仍停留在幾十年前的舊巢中，那將是滿清時代所追求的「船堅礮利」翻版而已，完全無補於事，因此普及全民知識是一件刻不容緩之事。

本公司有鑑於此，特成立新世紀編輯小組，無論就自然科學或社會科學，選定重要題目編輯成一系列叢書，逐冊推出，並且以普及版方式印製，希望這一系列的叢書能提供給國人一連串新的知識與觀念。

一件事情的成功，固然是要在事前有妥善規劃與謹慎的執行，而一套叢書發行的成功除了要有上述的要件外，更需要有廣大讀者的支持和批評。希望讀者們能在閱讀本書後給我們寶貴的意見，做為我們編列這套書的參考，謝謝！

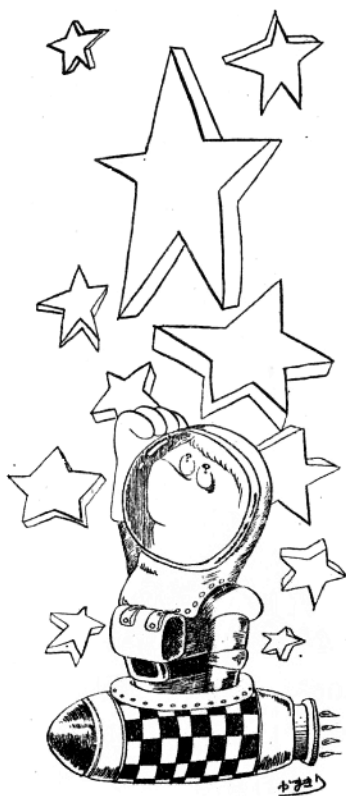
陳俊宏

於一九八五年十一月

目 錄

第一章	關於星及宇宙無止境的疑問	1
第二章	關於地球的疑問	47
第三章	水及空氣的奇異	65
第四章	身邊的物質的謎	83
第五章	窺視肉眼看不見的極微世界	101
第六章	何謂熱、溫度？	113
第七章	力從那裡來？	127
第八章	光與色的奇妙	161
第九章	對於沒有姿勢、形狀的電及磁的疑問	209
第十章	關於音的疑問	223
第十一章	其他疑問	231

第一章 關於星及宇宙無止境的疑問



問1 地球或其他的星為什麼是圓的？

答

天體呈圓的球形，是強大的表面重力使然的。現在就代表性天體調查之。

太陽的溫度高，故整個是一個巨大的氣球。此種天體，不可能考慮許多的形狀。因為，若呈翹曲的形狀，則立即被軋平變成球形。若為球形，則從中心至表面的密度減少形成同心層，表面的重力到處相等，不再發生物質的移動。

不過，由於太陽緩慢地自轉，在赤道帶離心力發生作用，太陽赤道略微膨脹。從地球看的太陽的半徑，以角度來說是 959.63 秒，但赤道半徑比極增大 0.025 秒。

在行星中最大的木星，不是像地球一樣的固體，氫、氦以氣體或液體形成層。又，在內部似乎也有一部分成為固體層。

木星也呈球形，但從望遠鏡也可以看出，顯然赤道部膨脹。其赤道半徑 $71,300$ 公里，為地球半徑的 11.18 倍，扁平率為 0.063 。若赤道半徑為 R 、極半徑為 R' ，則扁平率可以定義為 $(R - R')/R$ 。赤道的膨脹度如此大，是因為木星快速的自轉。木星自轉一周所需時間為 9 小時 51 分鐘。

地球雖是固體的星，但大致呈圓狀。赤道部膨脹，是地球自轉使然的。雖然地球誕生時的情形不大清楚，但若當時溫度高而熔化，則它當然變成球狀罷！又，即使像隕石的東西集合而誕生了地球，則它們也聚集後呈球狀罷！

地球雖然具有厚的岩石層，但內部充滿能量，發生地震或地滑。若選取較長的時間尺度考慮，則地球內部與其說是固體寧可說是液體似的，不論誕生時的形狀如何，也會逐漸變成接近於球形的形狀罷！有時也會在地球表面因地殼變動而使山脈隆起，但不久之後被風雨敲打而軋平。又，若山因侵蝕作用而被削去，則其他地方的地面隆起。總之，是在接近地球的方向發生地殼的變動。

月球是質量為地球的81分之1的小天體，但仍呈球形。不過，月球在其剛旁邊有地球這個大天體而發生強烈的潮汐作用，故面向地球的面及其反側稍微突出。

在火星周圍轉動的二個衛星佛布斯及戴摩斯，是半徑分別為7公里及4公里的小天體。在此種小天體，重力也接近於零。沒有把其形狀變成球形的力量。若觀測火星火箭接近後攝影的照片，則佛布斯及戴摩斯都呈變形的馬鈴薯似的形狀。



圖 1 火星的衛星佛布斯

問 2 地球等行星為何自轉或公轉？

答

若令陀螺轉動，則最初猛力的轉，但不久之後速度減低，最後靜止轉而倒下去。行駛中的車輛，除非是坡道，若不燃燒汽油即會立即停止。根據我們日常的經驗，如果從外面加某種力，則運動中的物體不久之後會靜止。其原因在於，有車輛與地面的磨擦或空氣的阻抗存

在。

如果把轉動中的陀螺拋出沒有任何東西的宇宙空間，到底會怎樣？這個陀螺會永遠繼續轉動嗎？即使在發射火箭時，若要具備初速，從地球的引力逃出，則必須使用大量的燃料。但是，若一旦脫離地球，則只有太陽的引力發生作用，火箭會永遠繼續飛。即使不燒燃料，也不會靜止。因為，在宇宙空間沒有任何磨擦。

如此，我們在地球上經驗的，與物體在宇宙空間的



圖 2 會自轉的地球

運動方式是不同的。

但是，地球在自轉。假定地球誕生時自轉，則它不會靜止。不自轉是屬於自轉速度爲零的特殊情形，若有必須恰好等於零的某些原因則另當別論，通常寧是在自轉罷！

其他行星也都在自轉。木星或土星的自轉比地球快速得多，金星或水星則緩慢地自轉，火星或許是偶然，其自轉的週期與地球大致相等。

地球在太陽周圍公轉，有與自轉不同的理由。如果地球靜靜地不動，就可能被太陽強烈的引力拉走而陷於太陽。儘管有太陽強烈的引力在作用，若欲與太陽保持大略一定的距離繼續生存，則無論如何要公轉。若在太陽周圍不停地公轉，即會在與太陽相反的方向產生離心力，此離心力與太陽的引力恰好彼此相抵。地球以每秒30公里的高速在太陽周圍公轉，而以此速度正好與太陽的引力保持平衡。太陽的引力當然依與太陽的距離而異，但在地球的一億五千萬此種距離，地球務必以每秒30公里的速度跑。

地球以外的行星也是如此。雖然至太陽的距離不等，但以發出足以與在該距離的太陽引力相配的離心力之速度公轉。

彗星在細長的橢圓軌道公轉，而其原理也相同。在

接近於太陽而太陽引力強的地方移動得快，但在遠離太陽的地方則緩慢得移動。總之，然論行星或彗星，唯有公轉才能保持穩定的狀態。

自轉則與此不同，沒有必須以多少速度自轉的必然性。這可能是太陽系誕生時的事情使然的。

問 3 行星為何做橢圓運動？

答

克普勒根據觀測證實了行星在做橢圓運動。在理論上證明此點的是牛頓。牛頓建立了作用於物體的力學運動之間的關係，亦即建立了運動定律。然後，從克普勒的行星運動的定律導出了萬有引力定律——二個天體互相牽引的力，與其質量的積成比例，而與其距離的平方成反比例。

牛頓解了當行星被太陽引力拉而在太陽周圍公轉時如何運動的問題，證明了克普勒的三個定律。爲了以數學確實的解此問題，牛頓發明了微積分學。

不用微積分法，只靠語言說明行星為何呈橢圓軌道，這是一種難事。在此僅介紹牛頓所得的結果。

我們可以證明，當行星被太陽的引力拉而在其周圍轉動時，其軌道呈橢圓或拋物線或雙曲線。這些曲線是幾何學上的所謂二次曲線。就橢圓來說，設長軸爲 a 、

短軸為 b ，則離心率 e 可以用 $\sqrt{a^2 - b^2}/a$ 定義之。這是表示橢圓之細長程度的量。離心率等於零時 $a = b$ 即為圓。若離心率愈大則橢圓愈細長，在離心率 1 時成為拋物線。離心率大於 1 為雙曲線。

成為萬有引力中心的太陽，必位於橢圓的二個焦點之一，或在拋物線、雙曲線的焦點。

行星都在接近於圓的橢圓軌道上移動。但是，彗星則具有很細長的橢圓，或拋物線或雙曲線軌道。

在行星中軌道最接近於圓的是金星，其離心率 $e = 0.006787$ 。現在考慮具有圓軌道的行星。因為太陽會對此行星產生引力，故若行星靜靜地不動，則此行星會被

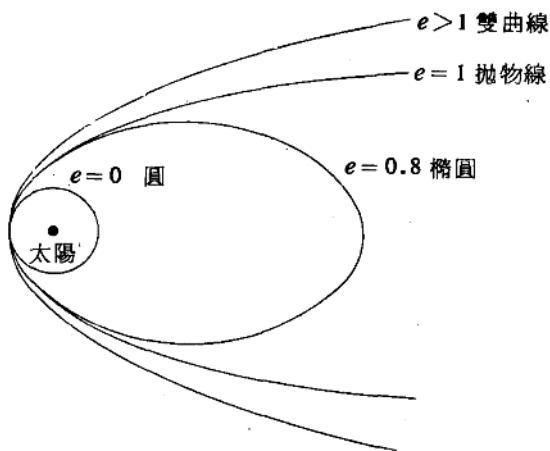


圖 3 二次曲線

太陽牽引而被太陽吞入。

若行星在太陽周圍不停地轉，則因而產生的離心力面向與太陽相反的方向。在離心力與太陽引力大小相等、方向相反而彼此抵消的狀態，行星在太陽周圍描着圓軌道繼續公轉。

一般就橢圓軌道來說也可以證明，引力與離心力彼此抵消，行星在該橢圓軌道上繼續公轉。

行星的軌道成爲橢圓或拋物線或雙曲線，是取決於最初賦予行星的速度、方向以及行星至太陽的距離。可能是太陽系誕生時的事情及後來因行星彼此的引力所引起的軌道之變化等各種原因錯綜在一起，而變成現在的太陽系的面貌。

問 4 彗星的軌道都是橢圓或拋物線。爲什麼沒有描圓軌道的彗星？

答

的確沒有彗星的轉道爲圓或接近於圓。在行星中離心率大的是冥王星 0.25、水星 0.20，而軌道比此更接近於圓的彗星只有休瓦史曼·瓦哈曼彗星 0.13、奧特爾瑪彗星 0.14。在此所謂離心率爲，設軌道的長軸爲 a 、短軸爲 b 時 $\sqrt{a^2 - b^2} / a$ 的值。離心率零時呈圓軌道，離心率 1 時呈拋物線軌道。

我們能當做彗星觀測、計算軌道，是只限於彗星到太陽附近變得明亮時。大部分的彗星在比冥王星更遠的地方環繞太陽，故我們看不到它們。彗星以太陽為中心擴散於10萬天文單位左右的範圍，估計其總數為千億個，但看不見。

在衆多的彗星中，有些偶而受來自附近的恆星的引力，把方向改變為太陽方向者接近太陽，而從地球也能觀測。此種彗星會再離開太陽。其軌道當然為細長的橢圓或拋物線。因為公轉的週期為將近40萬年，故可以說它不會再回來了。

當彗星接近於太陽時，有時也會在中途強烈接受行星的引力而改變軌道。產生最強作用的，是最大的行星——木星。也有因受木星引力而改變軌道，而在木星的軌道與太陽之間來回的。那就是被木星逮住的木星族的彗星。例如，著名的鳳斯維恩尼克彗星的近日點為1.16天文單位，遠日點為5.56天文單位，遠離至木星軌道附近後再回來。其週期為6.16年，離心率為0.655，呈細長的橢圓。

假定有距離與木星差不多，而像木星一樣運行接近於圓之軌道的彗星，則由於距離太陽遠而不十分亮，可能從地球不易看見罷！

假定更接近於太陽，例如地球逮住某彗星，在地球

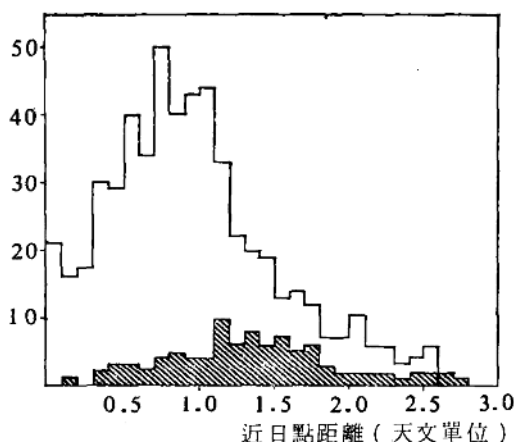


圖 4 彗星近日點距離的分布。斜線為短週期彗星

附近運行圓軌道。此種彗星因接近於太陽而拖長的尾巴，可能在短時間內消滅。

因此，就實際問題來說，雖然不會有運行圓軌道的彗星不能存在的理由，但即使考慮至太陽的任何距離，也會變成不易看見或壽命短。

若觀察許多彗星的統計圖也可以知道，在描着橢圓軌道只有一次或偶而才回到太陽附近的彗星中，雖然也有近日點小，亦即接近於太陽而看起來明亮的，但週期短，經常接近於太陽的不會長壽。近日點也似乎在地球或比它遠的地方的居多。

問 5 流星是因什麼力而誕生的？

答

在太陽系的行星間空間，浮着許多可稱為宇宙微塵的小物質。據說，彗星的主體是污染的雪人似的東西。若接近太陽即排放瓦斯或微塵，拖着長尾巴。又，在火星與木星之間，有比月球更小的無數個小行星轉動。若此種宇宙的塵埃撞到地球，即突進地球大氣內，因摩擦使溫度上升、發光。而自己則蒸發，或燃燒的殘漬落在地上。據說，這就是流星、火球、隕石。

地球以每秒30公里的高速在太陽周圍公轉。徘徊於地球周圍的宇宙微塵也以同一程度的速度移動。若兩者從正面撞衝，即等於以每秒60公里左右的速度相撞。事實上，若觀測流星的速度即知，快的以秒速70公里，即使慢的也以秒速十幾公里突進地球。

若測定流星發亮的高度即知，從地上一百十幾公里的地方開始亮，而在70公里左右的地方消失的居多。地上一百公里的地方，相當於比同溫層更高的電離E層。在這附近，大氣很稀薄，降低至一百分之一氣壓以下。但由於流星的速度快，故因摩擦而開始發亮。即使在地上70公里的地方，大氣稀薄至一萬分之一氣壓的程度。

即使是肉眼看得見的星球亮度程度的流星，其質量