

自然叢書

411

少年自然科學叢書

第一編

太陽·月·星



商務印書館發行



S ¥1.80

古
回

12,180

少年自然科學叢書

第一編

太
陽
·
月
·
星

弁言

自然科學，是一切學問的基礎。工醫農林等學科，不消說是自然科學的應用；即哲學文學，或批判自然法則，或讚美自然現象，亦非有自然界的充分知識不可。欲養成自然界的充分知識，非於少年時代致力研究觀察驗證而培植其根基不爲功。

我國講學，素來好談玄理，不尙實際，一般國民本沒有研究自然科學的習慣，而輓近教育者又不曾注意初等自然科學教育，以致設學多年而學術的不進步如故，工藝的不發達又如故。欲救此弊，當先求自然科學教育的普及。欲謀普及，專靠學校教科決不敷用，而良好的補充讀本遂爲社會上一大需要。

初等自然科學的補充讀本，要怎樣纔算得良好呢？我以爲要合下列

幾個條件：(1)取材要得宜，(2)程度要適合，(3)例證要切實，(4)敘述要有層次，(5)說明要能透徹，(6)文字要淺顯，(7)趣味要濃厚，纔算得理想的少年讀本。

我早想編這一類的書，好久未能下筆。曾經取歐美日本先進各國出版的初等自然科學叢書多種參照研究，雖覺得各有特點，然因文明程度和地方事物的不同，每不適合我國少年之用。和我們的要求比較適合的，當推日本最近發刊的吉田弘（第一三六七九十編），芳澤喜久（第一四五八編），松原益太（第十一編）和川合重太郎（第十二編）諸君所著的自然界之話一部叢書。此書共分十二冊，由宇宙說到地球，由地球上的現象說到人類的生活，將自然界的知識一切包羅在內。全書有一個秩序的大組織，而各卷之中又各有秩序的組織，而且甚注意於

兒童的知能和心理。凡兒童所會生疑的事必一一設問，而後羅列事實，由實驗引出理論，使能理解其所以然。至於兒童所不會生疑不知生疑的事，亦必一一反問，先使兒童覺得可疑，而後加以相當的解釋。由近而遠，由淺而深，舉例行文都極富有趣味，使讀者如聽奇談，如遊新地，步步入勝，處處逢源，不知不覺之間已將自然界的重要現象和法則凡平常在教室中所難解的事理都輕輕地而且深深地印於腦中。確非對於初等自然科學教育有充分經驗的人不能編得如此恰合。

我對於這一部自然科學補充讀本，覺得相當的滿足，遂捨去自編的計劃，急和二三同學着手編譯。唯是兒童用書，總不免帶些地方色彩，所以加些功夫，經過一番的刪改，以期適合我國國民教育之用。如第十二編之「行」章完全新增，即衣食住三章亦幾於全換本來的面目。其他內

容亦皆有所訂正。封面插圖特加精選，行文力求通達雅潔，名詞標點概歸一律。雖由數人分功編成，我曾經全部校訂一遍，總算得盡相當的注意，以期無負於愛讀的少年。

這書的程度，恰合新制後期小學和初級中學參考的用，尤以採用道爾頓制以及教授混合自然科學的學校爲最切要而適當。即使未曾受過學校教育，或修過前期小學不能繼續升學的人，用心讀這部書，雖沒有教師指導，也能窺相當自然科學的門徑。在自然科學教育極不普及的社會，我相信這十二卷小冊子能幫助一般少年增進許多自然科學的知識。如果讀者能自行實驗，將說明記於練習簿中，養成簡單記述科學原理的習慣，則於自然科學教育前途更有莫大的利益。

目次

一 天文的歷史	一
二 太陽	十四
(1) 太陽和地球	十四
(2) 到太陽的距離	十五
(3) 太陽距離的測法	二十
(4) 視差	二十四
(5) 球地繞太陽的快	二十九
(6) 太陽的大	三十
(7) 太陽的重	三十一
(8) 太陽的光	三十三
(9) 太陽的熱	三十五

三 用望遠鏡所看見的太陽……………三十九

(1) 直接觀望太陽的方法……………四十

(2) 太陽的形狀……………四十一

(3) 太陽表面的光的強度……………四十三

(一) 米粒……………四十五

(二) 白紋……………四十六

(三) 黑點……………四十七

(4) 太陽的黑點……………四十九

(一) 黑點是什麼……………四十九

(二) 黑點的大……………五十一

(三) 黑點的運動……………五十三

(四) 黑點的出現……………五十六

(五)	黑點的形狀	五十七
(六)	黑點同地球	五十七
四	日蝕	六十一
(1)	日蝕的原因	六十一
(2)	日蝕的種類	六十三
(3)	既蝕	六十四
(一)	既蝕經過的時間	六十九
(二)	既蝕的始末	七十一
(4)	紅焰	七十三
(5)	白光	七十六
(6)	日蝕和野蠻人	七十九
五	月	八十二

- (1) 從地球到月亮的距離……………八十二
- (2) 月的形狀……………八十四
- (3) 月世界的海……………九十
- (4) 月世界的山……………九十二
- (5) 月世界的谷……………九十七
- (6) 月世界有人類麼……………九十九
- (7) 月蝕……………一百
- (一) 一年間發生日蝕月蝕的次數……………一百〇三
- (二) 日蝕月蝕的預告……………一百〇五
- (三) 月蝕經過的時間……………一百〇六
- (四) 月蝕與哥倫布……………一百〇七

六 行星……………一百十

(1)	太陽的家族·····	一百十
(一)	行星的大和離太陽的遠·····	一百十一
(二)	行星的重·····	一百十四
(三)	物體在各行星上的重·····	一百十六
(四)	物體在各行星上和月亮上落下的快慢·····	一百十九
(五)	各行星在太陽周圍轉動的快慢·····	一百十九
(六)	各行星的衛星·····	一百二十三
(2)	水星·····	一百二十四
(3)	金星·····	一百二十八
(4)	火星·····	一百三十四
(一)	火星的表面·····	一百三十八
(二)	火星上有人沒有·····	一百四十一

(三) 西出東沒的火星的衛星····· 一百五十

(5) 木星····· 一百五十三

(一) 木星的表面····· 一百五十六

(二) 木星的衛星····· 一百六十

(6) 土星····· 一百六十二

(一) 土星的表面和他的衛星····· 一百六十七

(7) 天王星海王星——我們太陽系的大····· 一百六十九

(8) 新行星····· 一百七十六

七 彗星····· 一百七十八

(1) 嚇列彗星····· 一百八十

(2) 彗星的出現····· 一百八十六

(3) 摩勒豪斯彗星及別的彗星····· 一百八十七

(4) 彗星通過的道路..... 一百九十三

八 流星..... 一百九十六

(1) 隕石隕鐵..... 一百九十九

(2) 星雨..... 二百〇一

九 其餘星的..... 二百〇七

少年自然科學叢書

第一編 太陽·月·星

一 天文的歷史

天文這一句話，想你們大家也曾聽見過了罷！研究太陽月亮星子的學問，就是天文學。

世界上那一個是起首第一個的天文學者？這是無人能知道的。但是在太古的人們，對於太陽月亮星子究竟是什麼東西，很會懷疑，是不錯的。太陽從東方出來，就成白晝；向西方沈沒，便成夜晚。這些事情，在太古的人們看去，是一個不可解的謎。又許多星子在黑沉沉的天空，發

現美麗的光輝，曾使古時的人們吃驚，並使他們思疑。

時代漸漸過去，人們的智慧隨着漸漸發達，於是對於天上的事情，也漸漸加以深思。他們對於天地的想像，並不是起首就很正確的，不過他們總以為非把他弄明白不可，由這一念，乃一步一步進到今日的程

度。

在古時代的人們，以為很難知的問題，想必有許多。其中的一個，就是我們所居住的地球究竟是一種什麼形狀？對於這個問題，起首的人們似曾將他作一塊板樣看，以為是平的。但是到後來，這種擬想又變更了。有些學者，以為地球的形狀和鼓一樣，平地部分的直徑有天空高度的三倍，陸地的周圍都有水圍繞，水的外邊有空氣，空氣的外邊有火燃着。又有些人以為我們住的世界是用一個水晶球包圍着，星子是黏在水

晶球上的，海的盡處有不可攀登的冰壁直立在那裏。

我國古時代的人們，以爲地球是載在鰲魚背上，至女媧氏這個皇帝，始斬鰲足以立四極，其後共工氏與顓頊爭做皇帝，怒觸不周之山，地維絕了，傾於東南，所以水都往東南流，成爲一片汪洋的大海。這種思想，在今日看去，極其可笑。但是懷抱如此意見的人，不獨是我國纔有，就是西洋的興打斯人，也說地球是載在四匹白象的背上，而這四個白象又立在一個大烏龜背上，這個龜是浮泳於牛奶的海裏。這種思想，豈不更荒唐嗎？也有一種傳說，說有一位叫亞特拉斯的神，在天神之前做了壞事，所以罰他肩負地球立在那裏。

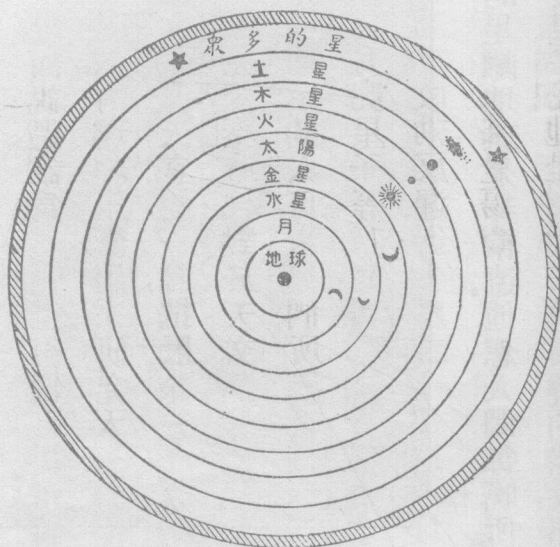
關於日蝕月蝕彗星等等的記錄，現在尙有數千年前遺留下來的。但是對於研究學問有益的記錄，在奇鶴以前，是極少極少。奇鶴這人的事

蹟，後面再敘。

前面說過，誰爲首先第一個天文學者，是不容易知道。我國在舜皇帝時，就做有璿璣玉衡，用來研究天上的事情。漢朝司馬遷在他著的史記內面載了天官書一篇，把歷來研究得着的各星宿的部位，載得甚是詳明。可見周秦時代對於天文學一道，很有人研究過。就是後來各朝各代，也有繼承的人。可惜他們所研究的，多是偏於日曆占卜的方面，而對於太陽月亮星子等等的真正形狀和他們的關係反行擱在一邊，所以着手雖早，收效反遲。到今日論起真正的天文學者，我國竟沒有一人可以當選，說來甚是傷心。在西洋最初研究天文學的人，就我們知道的，要算托勒密。他是二千年前在亞歷山大里亞生的。他告訴人說：「我們所住的世界，是停在宇宙中央一個不動的球，餘外所有各天體，都在地球

周圍，環繞不息。」他的意思，以為如第一圖所示，按著月亮水星金星太陽火星木星土星眾星的

第一圖



托勒密所設想的宇宙

順序，各種星體，盡排列在地球的周圍，繼續環繞。到托勒密死後千四百年之久，人們尚是信他這思想是真正不錯的。

在今日，不問是誰，都知道地球並不在宇宙的中心了。但是在古時的人們，要想將托勒密所教他們

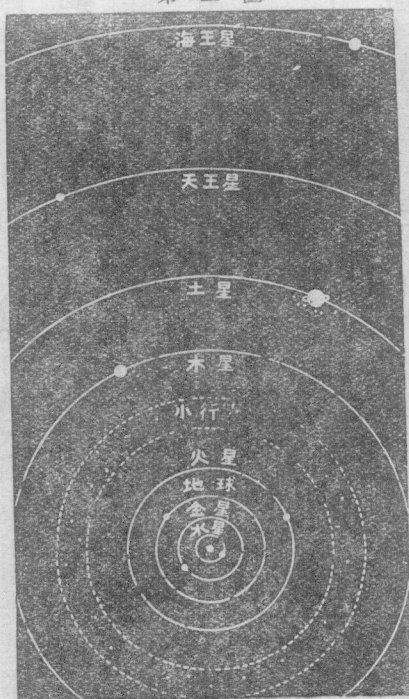


哥白尼

的星離地球是非常遠。他想人們每晚所看見的星之東升西沒，若是由於星子本身在地球周圍環繞的緣故，那嗎，星子的轉動，非有人們所不能想像的快速不可。假使叫一個人在你們立的周圍試轉一轉看，若是

的原理推翻，是很難很難的事情。到四百五十年前纔有哥白尼出來。在他出來以前，沒有一人曾將天體的排列再行研究過。一到哥白尼，他獨能想起種種理由來證明托勒密的思想錯誤。他知道普通

第二圖



哥白尼所設想的宇宙

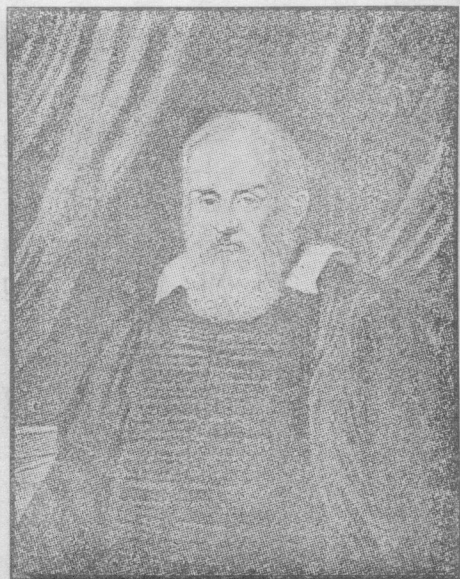
轉的人離你們立的地方不過六尺，那嗎，就限一分鐘轉完，也不是難事；若是轉的人離你們立的地方有百里的遠，也限他一分鐘轉完，那嗎，這個轉的人豈不是要一分鐘能走六百里方能轉完嗎？明白了這個道理，就知道在幾萬萬里遠的星子，要在一日之間將地球環繞一次，必定非

有不可想像的
快速不可。哥白
尼着眼到此一
點，天文學上纔
生起很大的變
化。

哥白尼以為

停在中央不動的是太陽，而地球和其餘的衆星都是在他的周圍旋轉迴轉。如第二圖所示，水星金星都是在比地球近的地位繞日旋轉，其餘的衆星，則在地球的外側，作輪形而環繞。這個想像，是很真確。就是現在的人們，也還是照他一樣這麼設想。

天文學者之中，做實際上很有價值的觀測，要算奇鶴爲最早。他生在千五百四十六年。從今日算去，大約是在四百年以前的人。他是赫星堡城主的兒子，十三歲的時候就入了哥本哈根的大學。他曾觀測日蝕，測定星的位置，發見從前所不知道的新星。因爲丹麥王腓特烈第二每年給他俸金，所以他就住在哈本島作了許多的天體觀測。但自從腓特烈第二死後，無人再給他俸金，因此，他下半生的境遇似乎不甚佳。伽利略是天文學上所不能忘記的恩人。他是千五百六十四年在比



伽 利 略

薩生的聽說現在尙有他的老家在那裏。伽利略是有名的數學者，又是有名的物理學者。用望遠鏡觀測天體，是他在天文學上所貢獻的大功勞。但發明望遠鏡的人，並不是伽利略。聽說有一家賣透鏡店的徒弟，乘店主不在店的時候，偷玩透鏡，偶然將兩個透鏡疊在一處，向外觀望，忽看見教堂的尖塔映在眼前，並且映的非常之大。這個店徒吃驚不小，等到店主歸來，就將此事告訴與他。店主

稱贊他說：「這是一個很好的發明。」隨卽照此作成一個望遠鏡。這就是第一個最初的望遠鏡。作成的時候，正是千六百零八年。

這個新發明傳到伽利略耳內，他就思想兩重透鏡所以能將物件映大的道理。根據這個道理，重新作了一個望遠鏡。用這個望遠鏡去觀望天空的時候，果然有許多肉眼所不能見的星子都能看見了，他又驚喜。後來就用望遠鏡作了許多觀測，研究漸漸進步。月亮表面的山，太陽內的黑點，土星的圓圈，火星也同月亮一樣有時圓滿有時虧缺，這些種種的事情，是他研究的主要題目。但木星周圍有小星迴繞一事，是他最有名的發見。當時的人們，尙是信地球在宇宙中心的占多數。唯獨伽利略相信太陽在中心，地球是旋繞太陽的周圍，並且將他所信的告訴了許多人。

和伽利略同時還有一位偉大的天文學者叫做刻卜勒。他在丹麥和德國的天文臺研究多年，由精密的觀察，發表了天體運動的法則。並且根據這個法則，在二年之前，就預告世上的人說：「水星、金星這兩個星，將在千六百三十一年經過太陽的上面。」後來這個預言果然中了。可見他所發表的法則是有效的。這不能不算是刻卜勒在天文學上的大功勞。

自望遠鏡發明之後，天文學大顯進步。那時候大家爭着做很大的望遠鏡，鏡筒長好像有百英尺以上的。但是太過大，使用反不方便，並且做法亦不好，所以越大的反不合用。

到英國有名的牛頓出世，纔又發明了一種新道理的望遠鏡。從來的望遠鏡，是用透鏡製作；牛頓的望遠鏡，却是用反射鏡製作，名叫反射望

遠鏡。因爲要有區別，所以用透鏡作的望遠鏡，叫做屈折望遠鏡。近來所作的望遠鏡，頗有很大的。這怕是到了極限，不能再加大了。單就望遠鏡說，自然要如何大，就可做到如何大；不過就天體的觀測說，則過大了的反不準確。用大鏡子觀測反不準確，這句話，驟然聽到耳裏，似乎難解。其實並不是鏡子大了不好，因爲我們頭上的空氣在那裏妨害，鏡子愈大，妨害愈多，所以不準確。空氣的擾亂，有時候使人好像在煮沸了的鍋裏望見天體一樣。空氣的高，約離地面有二十里。若能使望遠鏡的頭伸出空氣層的外面，再來觀測，那嗎，我想天文學上必定更有著大的發見。

有一種器械，對於近來天文學上的進步，大有功勞，決不可忘沒。這個器械，名叫分光器。這個器械的道理，頗不容易懂，這裏姑且不說。總之近

來天文學上的進步，可說是由用望遠鏡和分光器兩種器械得來的。

二 太陽

(1) 太陽和地球

對於我們人類最有益處的天體，不消說，是太陽了。所以第一我就先說太陽罷！太陽將熱和光射到我們的地球上，這是不問誰都知道的。熱和光看起來像是極平常的東西，實實在在，這兩件東西，是我們人類的命根子，也是地球上所以現出蓬蓬勃勃生命世界的原動力。太陽不但將熱和光射到地球上，是極重要的事，並且地球以太陽為中心周圍環繞，也是因為太陽有極大的力，將地球吸引着，纔能如此。若不是太陽有極大的力將地球吸引着，我們人類的世界，早已不知道飛到天空的何方去了。難保沒有人說：「地球就是飛去，也不要緊。」但是你們

要知道，地球若是在空中飛來飛去，必定要和別種的天體遇着，這就有互相碰破的危險。並且飛到離太陽遠的地方去，從太陽所受的光和熱，就會漸漸微弱；若是飛到全然受不着光和熱的地方，我們人類和一切的生物，就不免要死盡滅絕了。

以上所說的話，我想你們也一定都知道。但是說到太陽有幾大離我們的地球有幾遠？太陽是從何種物體結成的？全世界十六萬萬的人們中，能將這些問題，一件一件想到的，你們想能有幾個人？

(2) 到太陽的距離

由我們地球到太陽的平均距離，就大概說有九千三百萬英里，（約二萬六千萬里），詳細說有九千二百八十三萬英里，（約二萬五千九百三十六萬里）（每一英里約合二·八里。以下讀者試準此將英里改

算里) 將這個距離,和從地球到月亮的距離比較,那嗎,到太陽的距離,比到月亮的距離遠四百倍稍微不足。爲什麼叫做平均距離呢?因爲地球有時離太陽近,有時離太陽遠。就我們中華說,冬天離太陽近,夏天離太陽遠。那嗎,離太陽近的時候天氣反寒,離太陽遠的時候天氣反熱,你們豈不要說這是很可笑嗎?這個中間,很有一個道理。本來地球離太陽遠的時候,自然應該比離太陽近的時候冷些,但是地球上的所以冷所以熱的緣故,除離太陽遠離太陽近而外,還有別種更重大的原因。你們試將夏天的太陽和冬天的太陽想一想。夏天的太陽,豈不是直罩在我們的頭上嗎?冬天的太陽,豈不是斜斜的偏在南邊一方嗎?這就是生出夏天熱冬天寒的重大原因。你們坐在火爐前面的時候,若將面孔直向火爐,就覺得面紅耳赤,熱氣難當,若將面孔偏向左方或是右

方，必定就不覺有如此的熱。這個緣故，是因爲斜對火爐面上所受的熱比直對火爐面上所受的少。夏天熱，冬天寒，也和這個是一樣的道理。夏天的時候，太陽雖然是離地球遠，但他的光線正射在地球上，所以受熱多，就覺得熱；冬天的時候，太陽雖然是離地球近，但他偏在南方，光線斜斜的射到地球上來，所以受熱少，就覺得冷。人家都知道在冬天裏，凡是向南的地面都比平坦的地面暖，這也是因爲向南的地面直受太陽光線的緣故。

正月七月這兩個月的太陽距離，相差大約三百萬英里。太陽的平均距離，雖然說是有九千三百萬英里，但是這樣的數目，究竟有多麼遠，在我們的腦子裏，依然是不清不楚，很難想像。那嗎，要怎麼樣說法，纔可使人人聽見，都立時就能想見太陽的遠近呢？待我慢慢的說來。

最先我們想想，這個九千三百萬英里的數目，若是我們一個一個的數去，要數多少時間呢？假定我們從一數到二百的數目，要費一分鐘，那嗎，我們一日一夜應該可以數到二十八萬八千。這個數目，大約是九千三百萬的三百二十三分之一。所以要將九千三百萬的數目完全數完，大約要三百二十三日，就是要十個半月之久。並且在這十個半月之間，飯也不能吃，覺也不能睡，從早至晚，從晚又至早，無休無歇，纔能數完。若是照今日普通的八點鐘勞動制來算，那嗎，還要加三倍的時日，就是要三十一個月半，就是二年半加一個月半，纔能數完。照這樣說來，這個數目是很大很大，你們應該可以想見了。

世界上最快的火車，要算美國從紐約到芝加哥的快車，大約平均每點鐘可走六十英里，（約百七十里）。若乘這個火車，從地球到太陽，你

們想要多少年數？算一算，就知道這是要走一百七十九年，纔可以走到咧！前清自乾隆中葉全盛，到宣統三年將政權交還民國，這個中間，經過七代的皇帝，一百四十六年的時日。若在乾隆中葉從地球乘火車動身往太陽去，走到清朝亡了民國產生後十四年的今日，他還在途中，當要再走十九年，纔可到得太陽。你們想想，這個太陽豈是容易去得了的嗎！從上海到南京的快車，每點鐘能走約三十英里。若是乘這樣的火車往太陽去，就得要走三百五十八年，方到得了太陽。

飛行機算是走得很快的東西。民國七年十二月三日，美國的克立斯馬斯不勒托式複葉飛行機，曾在一點鐘之內飛行一百九十七英里，他的馬力是百八十五匹。這個記錄，要算是世界上從來未有的最大速度。若乘這個飛行機，從北平飛到南京，不過費時三點鐘，但是若想從地球

飛到太陽，就得要費五十四年的光陰。那嗎，地球和太陽，是離隔何等的遠，你們也可以想像而知了。

光線走的最快，他一秒鐘中間，能在地球的周圍環繞七回半。就是這麼快的光線，從太陽到地球，還得走八分多鐘。若是照砲彈的速度，就得走九年。照聲音的速度，也得走五年。

照以上所說各種的比方，大約九千三百萬英里，是怎樣一個遠法，你們總想必可以知道了。

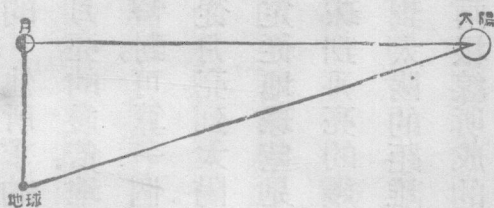
(3) 太陽距離的測法

從地球到太陽，既是這麼非常的遠，那嗎，如何能夠測出他的距離呢？這是天文學上最難解決的一個問題。從古以來，很有許多的數學家對於這個問題費了不少的心思。就是用現在這般精巧的器械，進步的

智識，對於這個問題，還不能說是已經十分解決了。

最初測地球和太陽距離的人，是希臘的學者，名叫亞利斯他克。大約在現在的二千二百年以前。他的方法，是照第三圖所示的道理想出來的。他所求的，是在月亮照見一半的時候，從地球到太陽的距離是到月亮的幾倍。地球到月亮的距離，容易測定。所以他這個實驗，若能做得恰對，可算一個極好的方法。和圖中所示一樣，月亮照見一半的時候，從月亮到太陽的方向，和從月亮到地球的方向，剛成直角。所以只要測定從地球望見太陽和月亮的角度，就可以算出從地球到太陽是從地球到月亮的幾倍。若是從地球到月亮的距離已經知道，那嗎，從地球到太陽的距離自然可以算出來。第三圖裏面，從地球引向太陽月亮兩根線所成的角度，是七十五度。太陽越遠，這個角度應該越大。實在

第三圖



亞利斯他克所想太陽距離的測法

亞利斯他克測定的時候，這個角度是八十七度。他從這個角度計算，斷定從地球到太陽，比從地球到月亮遠二十倍。這個方法，從道理上說，很是正確，但是要守着月亮剛好真正照見一半這個瞬間，是不容易。所以想從這個方法得着正確的結果，也是一件難事。實在太陽比月亮是遠四百倍，和亞利斯他克所得的結果相差很多。

在西曆紀元前百二十年左右，名叫喜帕拉卡斯的學者，也曾經測過從地球到太陽的距離。他是利用月蝕的時候，測定落到月亮上的地球日影的大小，想從這個算出地球到太陽的距離是地球半徑的幾倍。但是

他所得的結果，不能照他所想的好。以後大約再過了二百五十年，托勒密纔算定地球太陽的距離是地球半徑的千二百一十一倍。他的計算，是用的喜帕拉斯的方法。自此以後，經過千四百年之久，都將這個倍數認作正確不錯。哥白尼算定地球太陽的距離，是地球半徑的千五百倍。到十七世紀，刻卜勒又算定說是三千六百倍。

以上所說各人測定的結果，其實都是不對。到千六百七十三年，就是刻卜勒死了四十三年之後，有名叫伽西尼的天文學者，纔將地球太陽的距離測定。他所得的結果，和現在所測定的，簡直是一樣。他的測定方法，不可不稍微說說。他是利用火星來測定地球太陽距離的。依他的計算，太陽離地球有八千七百萬英里。比現在所知道的九千三百萬英里，（二萬六千萬里）雖不能一致，但是相差還算不大。從前學者所

測定的，都僅僅得着現在所知道的九千三百萬英里的二十分之一。若將伽西尼所得着的數字，和以前學者所得着的數字比較起來，伽西尼總算很有進步的了。這個利用火星來測定太陽距離的方法，現在太陽距離也還用他，並且還是一個緊要的方法。用這個方法，要在地球上二處地方施行觀測纔對。聽說伽西尼所選的觀測地方，是巴黎和塞納兩處。

(4) 視差

天文學上常用視差這二個字。利用火星去測太陽的遠，不可不先知道視差二個字的意義。今先說說。視差是一件很有趣味的東西，你們試將一個洋墨水瓶放在離眼大約二尺的前面，然後閉着右眼，單用左眼去看，你們一定覺着這個瓶好像稍微偏向右邊似的，若是閉着左眼，

換右眼去看，必定又覺着這個瓶好像偏向左邊似的。這個現象，你們若注意到瓶子後邊所貼的字，尤其明瞭。用右眼看的時候，比用左眼看的時候，瓶子對於字的位置，好像用頭偏向右方看時似的。

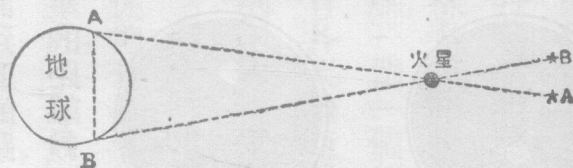
本來墨水瓶並沒有移動，而看去好像忽然偏左，忽然偏右，這是因爲左右兩眼中間相離有二三寸，所以用右眼所看見墨水瓶的位置，利用左眼所看見墨水瓶的位置，稍微不同。用左眼所看的瓶，和將瓶照兩眼中間的距離移向右方所現的位置，完全相同。用右眼看，也是如此，不過所偏是反對的左方罷了。

從不同的地方觀看物體的時候，好像物體會移動似的，這個事情，在天文學上，叫做視差。這個視差，物體越離的遠就越小。若是將前面說的墨水瓶移到四五丈之外，你們再看看，就知道這時候的視差簡直小

到不大覺着了。但是墨水瓶雖移到很遠，如果右眼左眼中間的距離也可以加大，那嗎，依然照前一樣，諒也可以覺着有視差。不過我們人類左右兩眼的距離，不能使他加大，也不能使他縮小，所以上面說的辦法，是辦不到的。但是要知道視差，未嘗沒有別的方法。無論如何遠的物體，若是往右邊走數百步，抬頭看看，又往左邊走數百步，再抬頭看看，那嗎，就覺着這個物體，是在比這個更遠的一個物體的左右移動似的。所以要知道視差，對於很遠的物體呢，就要將左右走動的距離加大；對於近處的物體呢，左右走動的距離，無庸太大都使得。

想知道在很遠地方的物體的視差，不限定要一個人跑來跑去的看。一個人在這處觀望，再令一個人在別處觀望，後來兩個人合在一處，將各人所看見的結果比較一比較，也就知道了。照這樣，從兩個地點觀

第四圖



火星的視差

看一個在遠處的物體，然後將兩處所看見的結果比較比較，可以知道

從兩點到這個物體兩方向線所成的角度。上說的角度，就叫視差。伽西尼的觀測，是從巴黎和塞納觀望火星，從第四圖的地球上A B二點觀望的。所以如第五圖所看見的一樣，火星對他附近各星的位置，不是真正的位置。第五圖中之大圓表火星，其餘五個小圓表他附近的星。(1)是從第四圖內的A點所看見的，(2)是從B點所看見的。附近的五星，比火星遠得非常。所以他們各個相對的位置，看似絲毫沒有變動。因為這個緣故，想求火星的視差，是極其合式。

A到B的距離，是原來知道的，所以只要知道這個視差，從A和B到火星的距離就可以的。的確計算出來。但是用這個如何能測定地

球太陽的距離呢？說到這裏，就不能不用刻

卜勒的天體運動法則了。這個法則說：「從

太陽到行星距離的三乘，是和那個行星環

繞太陽一次時間的自乘為比例。」用這個

法則，和地球火星間的距離，就可以算出地

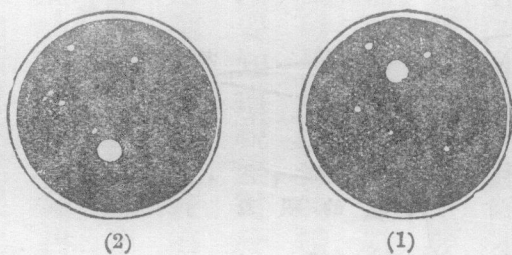
球太陽間的距離。

測地球太陽間的距離，方法不止一種。用

金星去測，也是一個方法，但是這個方法我

們不再去說。對於太陽距離的測法，自古

第五圖



(2)

(1)

火星的視差

時以來，很有許多天文學者費了心思。但是測了太陽距離，有什麼用處呢？難保沒有人要問這句話。要知道將太陽距離弄的正確，在天文學上是件非常要緊的事。

除月亮以外，其餘各種天體到地球的距離，都是依據太陽到地球的距離，一個一個算出來的。若是地球太陽間的距離稍有錯誤，那嗎，測定所有各天體距離的時候，都要受影響。因為有這個關係，所以地球太陽間的距離，無論如何，總要將他弄的準確纔好。

(5) 地球繞太陽的快

從地球到太陽的距離，詳詳細細的說，是九千二百八十三萬英里。地球要在一年內面，將這麼大半徑的圓周，環繞一次，必非跑的極快不可。前面已經說過，乘每點鐘能走六十英里（約百七十里）的快火車，在

這個九千三百萬英里的半徑上跑，尙且要一百七十九年之久。要是乘這種火車，在這個圓周上跑一次，就得要千七百年以上的年月。但是地球在一年內就跑完了，他跑得如何的快法，你們應該可以知道罷！實實在在在這個地球每秒鐘是跑十九英里。因爲他跑的如此之快，運動不息，所以纔無災無難，平平安安的存在。若是這個運動忽然停止，那是怎麼一個情狀呢？那嗎，我們的地球，就會被太陽的引力拉他落到太陽身上去。地球越近太陽，太陽的引力就越大，照砲彈的快，要跑九年的遠路，若用這個引力拉着，只消二個月，我們的地球就要落到太陽的火焰中間去。你們想想，用這麼非常快的速度，落到太陽中間去，若是真有這種事，我們還有性命嗎？

(6)

太陽的大

只要從地球到太陽的距離能夠知道，太陽的大，就容易計算了。照計算得着的，說是太陽直徑大概八十六萬英里至八十七萬英里之間。普通信他是八十六萬六千英里。將地球一樣大的星子，一個一個，挨着在太陽直徑排列，應該可以排百零九個。格列高里教授，曾用很有趣味的話說，說明太陽的大。他說：「假定聚集和地球一樣大的東西，去做和太陽一樣大的東西，你們猜猜，要多少年數？就是每點鐘能聚累成和地球一樣大的東西，若是想聚累到和太陽一樣大，實實在在，要百五十年。還是無晝無夜，拼命的做，纔能成。照這樣說法，太陽是何等的大，你們應該可以想像了罷！」

(7) 太陽的重

太陽比地球重三十三萬倍以上。若將太陽和同他一樣大的水球比

較，太陽比水球重一·四倍。我們的地球，和同地球一樣大的水球比較，重五·五倍。這個一·四叫做太陽對水的比重；五·五叫做地球對水的比重。若將太陽的比重，和地球的比重比較，就知道地球的比重，大約大四倍。太陽的重量，若是用噸數去表，是一萬萬噸的一萬萬倍，又一萬萬倍，還要倍個二千倍，簡直是我們所不能想像的大數目。若是用數字寫出來，就是

2000 000 000 000 000 000 000 000 000 000

這個數目，實在是非常之大。若是要將這個數目，一個一個的數去，就是不吃飯，不睡覺，還要數一萬萬年的一萬萬倍，又幾千倍的年數，纔可以數得完。你們想這個數目大不大呢！

太陽的重，是地球的三十三萬倍，而他的比重，反不過是地球的四分

之一。可見太陽的體積，一定是非常的大。其實太陽的體積比地球的體積大百三十萬倍。

(8) 太陽的光

太陽的光非常強烈，這是誰都知道的事情。在正午時候，從太陽正面能看見太陽的人，恐怕從盤古開天地直到現在也沒有一個。就我們所知道的光說，要算太陽的光是最強烈的光了。若將輕養二氣從二個孔內同時放出，使他合在一處，用火點着，必成一種氫氧焰，其熱非常。若將這個焰吹到鐵板上，鐵板立時就要熔化，所以利用這個焰在鐵板上鑽孔，若吹到石灰上，石灰被燒，就發出一種不能從正面觀看的強光。但是若將這個光和太陽的光比較，這個光又不算什麼了。太陽光，好像比這種光還要強百四十六倍。

公園裏面和街市中間所點的一種弧燈，在我們人類用的燈光中可算最強的光了。但是若將弧燈放在太陽和眼睛的中間，弧燈映在太陽上，生成一個黑點。可見太陽的光，實在強烈的很。最少，太陽的光要比弧燈的光強四倍以上。

有一位楊教授曾經計算太陽光同蠟燭幾支的光相等。照他的計算，蠟燭的支數是

1575 000 000 000 000 000 000 000 000

這麼多支的蠟燭光，纔能和太陽光一樣的明瞭。所用的蠟燭是普通二兩重的蠟燭。再要詳細說，就是太陽光是千五百七十五燭光的一萬萬倍的一萬萬倍又一萬萬倍。

將太陽光和滿月的光相比較，是要強六十萬倍。即使將月亮排滿天

空，一點沒有空隙，他的光尙趕不上太陽光的強。太陽光是何等強法！你們可以知道了罷！

(9) 太陽的熱

太陽的熱也和太陽光一樣，對於我們是很要緊的。從古以來的學者，很費了一番心血，要想知道我們地球究竟容受了多少的熱。這些學者內面，有一位赫瑟爾，將地球表面所受的熱量，用下面的言語表了出來：「太陽來在我們頂上的時候，地球表面所受的熱量，能夠將一英寸（約華尺八分）厚的冰，在二點十三分鐘的裏面熔完。」又太陽所發的熱量有多少？他也曾研究過。他說：「若能做成一根直徑二英里四分之二的冰柱，從地球一直豎到太陽，這根大柱的長一定有九千三百萬英里。更將太陽向四方八面所射出的光，通同使他聚到這根冰柱上面，那

嗎，要多少時間可以把這根巨大的冰柱熔化完呢？這個時間，不是一點鐘，也不是一分鐘，僅僅的不過一秒鐘，就可熔成水了；若是給他八分鐘的時候，這根巨大的冰柱就要化成水蒸氣了。」這個太陽的熱量，豈不可驚麼！

要想知道太陽表面的溫度是多少，頗是一件不容易的事。但是從種種實驗大概算算，恐怕總不在攝氏溫度計的六千度以下。太陽所發的熱量，每一呎平方，能在一分鐘之間，發出百四十萬卡。「卡」是一種表熱量的言語，即是能使一克水昇上攝氏一度的熱量。楊教授因為要聽者容易明白，曾用一種比方的說法，說明太陽的熱量。照他的說法，若在太陽全表面上，盡蓋二十四尺厚的上等無煙炭，在一點鐘之內將他通通燒完，那時發散的熱量，同太陽現在所發散的熱量是一樣。若

在太陽上蓋六十四尺厚的冰，就應該在一分鐘之間通同會熔完。若照上面的話，假使太陽全體盡用上等無煙炭做成的，那嗎，因為每點鐘要燒二十四尺，他所發出的熱纔和現在太陽所發出的熱一樣，豈不是這麼巨大的太陽，也在五千年之間，就要燒完嗎？

我們人類和一切的動物植物，所以能在地球上生長，全靠太陽能將他的熱和光供給我們。但是我們地球所受的熱和光，在太陽所發全部的熱和光看起來，簡直是微不足道。何以故呢？因為我們地球所受的熱，不過是太陽所發全部熱量的二十二萬萬分之一。換一句話說，假定一年間太陽所發全部熱量，可以值得百八十萬萬元，地球一年間所受的熱量，僅僅不過值得九元。照這麼看起來，地球所受的熱和光，和太陽所發全體的熱和光比起來，豈不是微不足道嗎！但是地球所受

的熱，雖說是微不足道，他在地球赤道的地方，一年之間尚能熔解二百二十五英尺以上的厚冰；就是到北極相近的地方，每年夏天，還是很熱。所以地球所受的熱和光，對於太陽所發全部的熱和光，儘管是微不足道，從我們地球方面說起來，這個熱和光，還是很強很烈呢！

將以下再就太陽的表面說說。

三 用望遠鏡所看見的太陽

用望遠鏡去看太陽，就是用很小的望遠鏡，也還是很有趣。因為太陽的光，是非常強烈，所以用望遠鏡去看太陽，同用望遠鏡去看月亮和山嶺是不一樣，觀看的時候不可不非常小心。太陽的光，極其強烈，我們的肉眼尚且不能一直對着看，要想用望遠鏡直對太陽去看，那是萬萬不可能的事情。如果一定要將望遠鏡直對太陽去看，包管那個看的人的眼睛會燒瞎了。

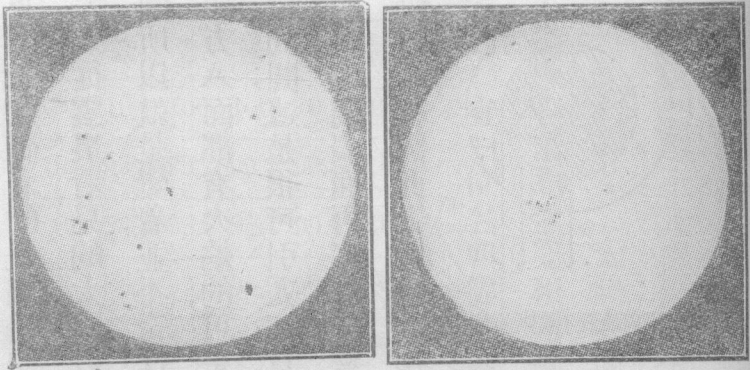
用望遠鏡去觀望太陽，有兩個方法。將一個房間，儘力的弄成黑暗，選向南的地方，開一個小孔，使光線可以從這個孔中透入房間內。將望遠鏡的頭向着這個孔，然後取一張一尺二寸四方至一尺八寸四方的

雪白厚紙，放在望遠鏡的後面，將通過望遠鏡的太陽像映在這個紙上。自然要將望遠鏡放在合式的地方，這個像纔可以映出來。第一要將望遠鏡的鏡筒，對準太陽的方向；其次將眼睛附在鏡筒頭上，用手將透鏡推進推退，或是將紙的地位前後移動，務必要使太陽的像可以鮮明的映在紙上。這個方法，叫做投影法。想將太陽表面上的種種狀況說明給別人看的時候，這個方法最合式。因為這個方法，可以使許多人在一個地方看見太陽的像。將眼睛直接穿望遠鏡觀看，只有一個人可以看見；投影法有許多人可以同时看見。

(1) 直接觀望太陽的方法

要想直接觀望太陽，必定要用顏色玻璃，將太陽的強烈光線和熱度遮住。所用的顏色玻璃，只要是顏色濃厚，不論什麼顏色都使得。但是有

太陽



三 用望遠鏡所看見的太陽

注意黑點。右1905年10月19日，左1905年11月27日

種顏色玻璃，遮熱不住，那就要害眼睛，不可不注意。若用兩塊顏色不同的玻璃層疊起來，大概不會出毛病。

又將玻璃遮在蠟燭的火焰上，使他滿面均塗黑煤，然後用這個玻璃去遮太陽也可以。

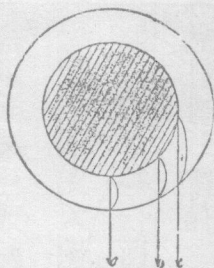
(2) 太陽的形狀

無論用顏色玻璃去看太陽，或是用投影法去看太陽，我們最初覺着的是什麼呢？如同上面的照片一

樣，我們最初覺着的，是周邊明瞭的一個圓。但是從霧中看見的太陽，微陰天氣從雲裏看見的太陽，以至傍晚看見的太陽，都是周邊明瞭的一個圓。所以就是覺着，並不奇怪。我們在平時日中用肉眼看見的太陽，是四方八面都有火焰的；可是用前面說的方法去看，就只是一個周邊明瞭的圓；這是很可引人注意的一件事情。

若將太陽表面再多看一會兒，必覺着越近周邊光就越弱，好像模模糊糊的影子，因此太陽也就像一個球似的。若問爲什麼一到邊上就

第六圖



太陽周邊看不清晰的緣故

模模糊糊看不清楚？這是因爲太陽周邊有空氣的緣故。從太陽出來的光，經過這個空氣，不免多少要被牠吸收了去。如同第六圖一樣，越到邊上光線經過的空氣

層越厚，越到邊上光線被吸去的越多，所以就漸漸的弱了。

(3) 太陽表面的光的強度

太陽中心光的強度和周邊光的強度是如何差異？很有許多人曾經研究過。有一位名叫佛格爾的學者，使用光度計，做了一個下列的表。

距離	紫	青	綠	黃	紅
中心	100	100	100	100	100
10	99.6	99.7	99.7	99.8	99.9
20	98.5	98.8	98.7	99.2	99.5
30	96.3	97.2	96.9	98.2	98.9
40	93.4	94.1	94.3	96.7	98.0
50	88.7	91.3	90.7	94.5	96.7
60	82.4	87.0	86.2	90.9	94.8
70	74.4	80.8	80.0	84.5	91.0
75	69.4	76.7	75.9	80.1	88.1
80	63.7	71.7	70.9	74.6	84.3
85	56.7	65.5	64.7	67.7	79.0
90	47.7	57.6	56.6	59.0	71.0
95	34.7	45.6	44.0	46.0	58.0
100	13.0	16.0	18.0	25.0	30.0

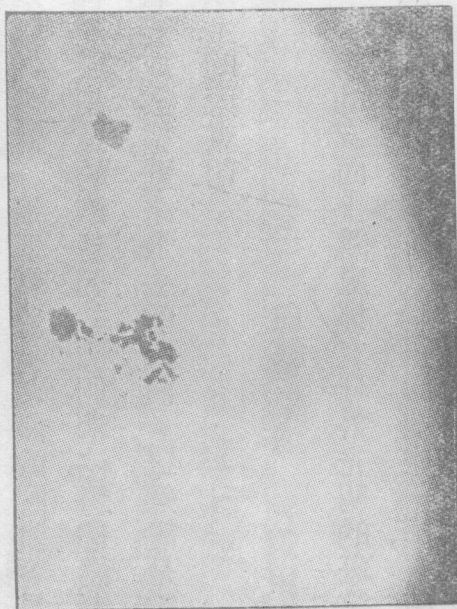
白色的太陽光，是從許多顏色合成的，太陽光遇着雨雲會變成虹，就是因為這個緣故。佛格爾將太陽光分成紫青綠黃紅各色，並將他們從中心到周邊漸漸變化的強度計算了出來。這個表的計算，是假定中央光的強度為百，其餘各部分光的強度是用百分比表出來的。至於距離，是假定太陽的半徑為百，其餘各部分的距離是從中心起算的。

看這個表，可以知道紫色一項，在邊上被吸收最多；紅色一項，在邊上被吸收最少；其餘各種顏色被吸收的程度，是接着排列的次序，漸漸減

距離	光的強度
0	100
10	98.8
40	94.0
50	91.3
60	87.0
75	78.8
85	69.2
95	55.4
100	37.4

小。黃色和紅色是比較更不容易吸收的。朝日和夕陽，都是紅色，因為通過地球上的空氣中，也是

太 陽



三 用望遠鏡所看見的太陽

1908年8月29日看見米粒和黑點邊上看見白紋

(一) 米粒

紅色被吸收的程度最小。名叫畢克靈的學者，也曾將自中心到周邊的光的變化計算過。他所計算的，不是將太陽光分成種種顏色，只是就太陽光全體計算他自中心到周邊的變化。上列的就是他所計算的表。

就光強度的變化，留心細看，必定看見太陽面上有一顆一顆好似麻子樣的東西，佈滿全面。因為他的形狀，如同撒佈一粒一粒的米那樣，所

以叫做米粒。這個只要看前面的圖，就容易明白。有時這個米粒，也會變成長長的柳葉形。這個米粒，想是從太陽頂深部分噴出來的熱氣，變成雲樣，飛來飛去的東西。雖然說是雲，他的直徑，恐怕總是千里以上的大東西。

(二) 白紋

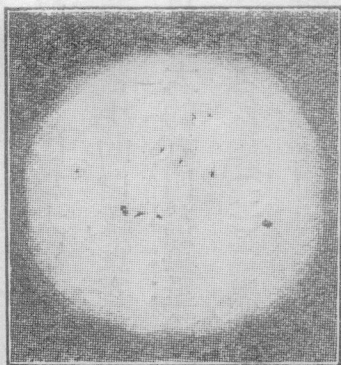
太陽的表面上，隨處都有分外光明的斑紋。前圖的右邊，分外覺着白的部分，就是這個。太陽也同地球一樣，有南極北極，並且以貫通南北兩極的軸為中心，在那兒迴轉。白紋這個東西，只是南極北極沒有，其餘的部分無論何處都看得見。但是越近太陽的周邊，白紋越是明瞭。這是因為越近周邊，太陽越暗，所以白紋分外顯得光明。這個白紋，怕是太陽內部噴出來的蒸氣的頭。白紋這個東西，看似非常的小，並非

白紋真是小，因為太陽在很遠很遠的地方，所以看去覺得很小。在圖中看似很小的白紋，實實在在，是非常之大的東西。論他的長，小的有一千英里，大的有四萬英里；論他的寬，也在一千英里到四千英里之間。

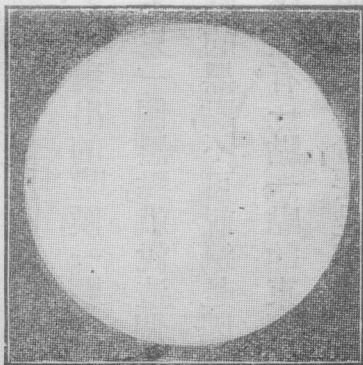
(二) 黑點

觀察太陽表面的時候，最有趣味的，是這個黑點。前面說的米粒和白紋，是無論什麼時候都有的。這個黑點，確是不然。現出來的時候，很有許多；不現出的時候，一顆也沒有。所以用望遠鏡觀看太陽，不可因為看不見一個黑點，就說這個望遠鏡不好。若是看見太陽表面有一點一點的黑點，不可說這是因為望遠鏡的接眼鏡有灰塵的緣故。看見太陽上有一點一點的東西的時候，若疑心是望遠鏡裏有灰塵，不妨將接眼鏡轉轉看。要是望遠鏡內有灰塵，轉接眼鏡的時候，這個黑點必定

太陽的黑點



左1908年6月4日



右1907年7月14日

也隨着轉，要是太陽的黑點，無論將接眼鏡如何轉法，這個黑點絲毫不動，所以是黑點不是黑點，極容易知道。

黑點有大有小，形狀也有像點的，也有像倒在紙上的洋墨水成一片斑紋的。看前面和本處圖中的黑點和黑紋便會明白。最先發見黑點的人是伽利略。他用他新做的望遠鏡觀看太陽的時候，就看見黑點了。這是離現在三百年前的事情。他初

發見黑點的時候，非常驚駭。因爲他從前心裏以爲太陽是完全無缺，純潔無垢的東西。

要知道黑點是什麼，不可不先知道太陽是怎麼生成的。太陽放光的面叫做光球，現在的人都以爲光球的周圍有溫度極高的氣體包裹着，如同地球周圍有空氣包裹着一樣。放光的就是一個極熱的氣體。

(4) 太陽的黑點

(一) 黑點是什麼

黑點是什麼？在古時就有種種的想像。有的學者以爲是小星落在太陽面上，所以看去是黑的。威廉赫瑟爾以爲太陽是一個黑而冷的球，外面有雲包裹着，這個包裹的雲會放強烈的光，就是太陽的光球，至於內部的黑球，平時被雲遮住，所以不能看見，雲裏若是開洞，就可以看見了，

從頂光明的雲洞裏面看見的黑球面就是黑點。這是他對於黑點的說明。但是蘭格力不以赫瑟爾的話爲然。蘭格力的意思，以爲黑點的地方也並不是全然無光，但是他處的光都非常之強，而此地的光比較的



1909年4月4日現的

爲弱，所以顯得是黑的。這是蘭格力對於黑點的說明。他並且說：「就是黑點地方的光，還和石灰光一樣強。若將石灰光拿到太陽前面去看，因爲石灰光比太陽光較弱，在太陽面上就成一個黑影。」由這

個例，可以知道太陽黑點的地方也還有很強的光，是真的。而赫瑟爾說「太陽是一個黑而冷的球」全非事實。

那嗎，究竟黑點是件什麼東西呢？現在的人，又是一種想法。他們以為太陽光球部分會起一種暴風，恍惚地球上的颱風似的。這個暴風捲成旋窩，旋窩的凹處看去是黑的，我們所看見的黑點就是此處。所以將黑點小心凝視，就看見他的中間部分是漆黑漆黑，周圍部分是半明半黑，同上面的圖一樣。漆黑的部分，是旋窩的底；半明半黑的部分，是旋窩的壁。

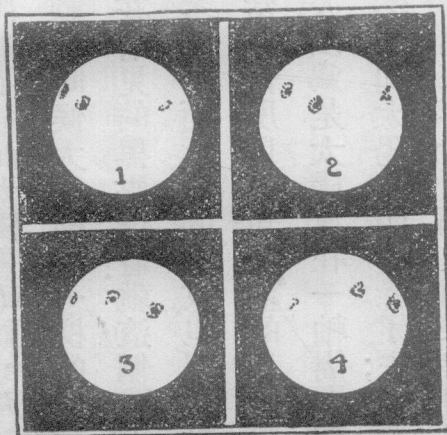
(二) 黑點的大

黑點的形狀，有時是歪的，有時又是彎的，很是奇奇怪怪，但大概是圓的多。並且初出現的時候都是圓形，到後來纔有些變成歪的，或是彎的。

黑點的大小也種種不一，小的的直徑大概有五百英里至一千英里，大的的直徑不下五六萬英里。有時黑點的面積，竟大到三十五萬萬方英里，（約二百七十三萬萬方里）。他的直徑，短的地方有七萬四千英里，長的地方有九萬二千英里。以前要算一千九百五年二月所看見的黑點爲最大。那個黑點中間，可以通過比地球大四十倍的球，尙綽有餘裕，不會觸着黑點的周邊。這麼大的黑點，不用望遠鏡，單用肉眼，也可以看見。若用顏色玻璃，或用塗煤煙的玻璃去看，更是看的明瞭得很。前面已經說過，漆黑部分的周圍有半明半黑的部分圍裹着。因爲要將這個半明半黑的部分區別，所以漆黑的部分叫做真影。黑點周圍也有全部被半明半黑部分圍繞的時候，也有只是一部被圍繞的時候。這個半明半黑的部分，是圍繞在黑點的周圍，所以他的直徑是很大的。黑點的直

上。徑若是有四五萬英里，這個半明半黑部分的直徑就有十五萬英里以

第八圖 太陽的自轉



- (1) 1909年1月18日 (2) 同年同月20日
(3) 同年同月22日 (4) 同年同月24日

(三) 黑點的運動

若天天注視黑點在太陽表面上的位置，知道他是漸漸會變動的。黑點何以會動，和太陽是怎麼樣一件東西？這兩個問題，是很有關係，並且是很有趣。黑點的移動，不外兩種：一個是黑點自己會在太陽表面上走動；一個

是黑點不動，而太陽會轉動。每天留心觀察黑點的運動，知道所有黑點移動的時候，大概都是一樣的快，一樣的方向。第八圖是一千九百九年實在看見的黑點位置。就這個圖上，可以知道，每隔二天，黑點的位置移動多少。前面所說的白紋，也同黑點一樣會移動的。不過白紋的移動是常常變化，所以想知道他的移動狀況，是不容易。黑點移動的理由，現在的人，以爲是太陽會在一軸周圍旋轉不息的緣故。每天看見的黑點，忽然會向太陽的西邊躲了去；大約再過兩個星期之後，重新又從東邊跑了出來；再看兩個星期，又依然向西邊躲去了。當他在太陽背面我們看不見的時候，原來的黑點，也有消滅的，也有新生的，也有變成別種形狀的，等到他再從東邊出來的時候，已經和從前不一樣了，所以想研究黑點的移動，不可不用非常的細心。最有趣味的事，是黑點跑一周的

時間，處處不同。在赤道近傍的地方，繞的最快；越近南北兩極，所要的時間，漸漸越長。因為可以參考的緣故，我將恰林頓所研究的表寫在下面。

緯度	0°	10°	20°	30°	45°
----	----	-----	-----	-----	-----

繞一周所要的日數 25.187日 25.327日 25.739日 26.398日 27.830日

這個表是表明若是緯度不同黑點繞一周的時間也就不同。在赤道近傍，大概二十五日可繞一周；在南緯四十五度和北緯四十五度近傍，大概二十七日可繞一周。從這個事實看起來，就知道在赤道近傍光球是轉的快，越近兩極光球越轉的緩。可見太陽的表面，並不是堅硬的東西。你們試拿一個皮球在手裏轉轉看，就知道他是無論那一部分都是在一樣長的時間內迴轉一周。不但皮球是如此，凡表面是堅硬的物件，當他迴轉的時候，表面的各部分都是在一樣長的時間內迴轉一周。

像太陽那樣迴轉一周的時間，各部分卻不相同，這個事實是表明他的表面不是固體。太陽表面既不是固體，就應該是液體或是氣體了。可是照前面說的，黑點是一種氣體的旋窩，已經知道了。再由這個推論起來，就知道包裹太陽表面的光球，一定是氣體了。

(四) 黑點的出現

德國的喜窪北曾調查過三十年間的黑點出現數。他在一千八百五十二年發見了一個事實，就是在平均十一年九分之一的期間內，有一次最多的黑點和一次最少的黑點出現。換一句話說，就是每到隔十一年的頭上，有一次最多的黑點出現。倒回說，就是每到隔十一年的頭上，也有一次最少的黑點出現。一千八百九十三年和一千九百五年是最多出現的年歲，一千八百八十九年和一千九百一年是最少出現的

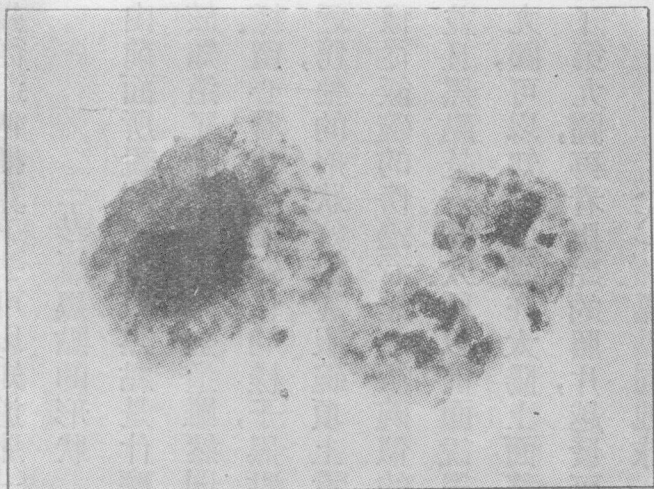
年歲。從這個推算下去，可以知道那一年是黑點最多最少的年歲。

(五) 黑點的形狀

由前面所說的話，大概黑點是什麼東西，太陽表面是怎麼構成的，都應該知道了。看後面的圖，知道雖然同是黑點，越到邊上，他的形狀越不一樣。留心看他這個變化的樣子，黑點是什麼東西，可以越發明白。在中央近傍，他的形狀，好像從飯碗頂上看見的飯碗似的；在邊上，他的形狀，好像從飯碗的傍邊看見的飯碗似的。這個事實，是告訴我們，太陽是球形，並且黑點是一個穴。所以前面說黑點是旋窩，更見得是不錯了。看第九圖，可以知道黑點在太陽上面移動的時候，他的形狀是怎樣變化。看了第九圖，再看黑點的照片，越發可以明白黑點是怎樣一個東西了。

(六) 黑點同地球

大 黑 點 的 羣



1906年7月31日。這個大黑點羣的總面積有2950萬萬方里。
這個面積的大若將地球排列在上面可以排五十個

太陽的黑點，對於我們地球上，有什麼影響呢？從前的記載，似乎都說地球上的飢饉年歲，和天上黑點多數出現的年歲，是一致的。黑點越出現的多，太陽的有光面積越少，應該是太陽發散的光和熱都減下來纔對。但是事實全然和這個相反，放散的熱呀，光呀，都比平常反

大 黑 點 羣

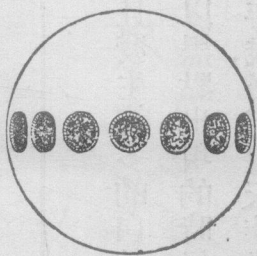


1906年8月3日，同年7月31日（圖在前面）
的黑點羣這時候已移到太陽的邊上，所以從傍邊看去好像是已經被壓碎似的

並且發生許多的白紋。前面已經說過，白紋部分的光是比別部分都強，所以黑點出現的時候，太陽發出的光和熱是很強烈。多數的黑點出現的年歲，必定夏天非常熱，冬天非常冷，就是因為這個緣故。地球上磁

加強烈。這是因為黑點出現的時候，太陽的活動非常旺盛，所以太陽表面極其擾亂，就發生多多的旋窩，這就是黑點。同時

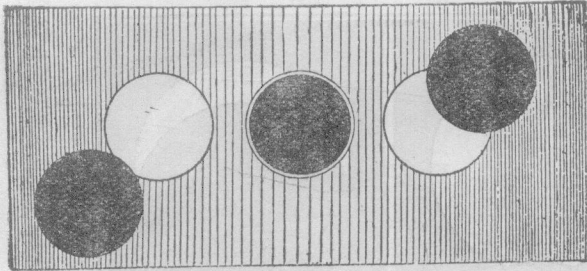
第九圖



黑點形狀的變化

針所指的南北方向，本來和真正的南北方向差不多，因此旅行的人航海的人都必定攜帶磁針纜，可以知道自己進行的方向。多數黑點出現的時候，磁針的性質很覺奇怪，所指的方向也不準確；這種時候，電報電話機也受影響，往往有不能通信的事。在一千九百九年九月，歐美各國的電報電話機曾經大出亂子。太陽內的黑點，對於地球上的磁針，有這麼大的影響。這個現象，叫做磁風暴。在磁風暴的時候，必定發生頂強烈的極光。一千九百三年和一千九百七年，都生過磁風暴，好像一千九百九年的，尤其利害。這幾個時候，都有強烈的極光發現。

四
日
蝕



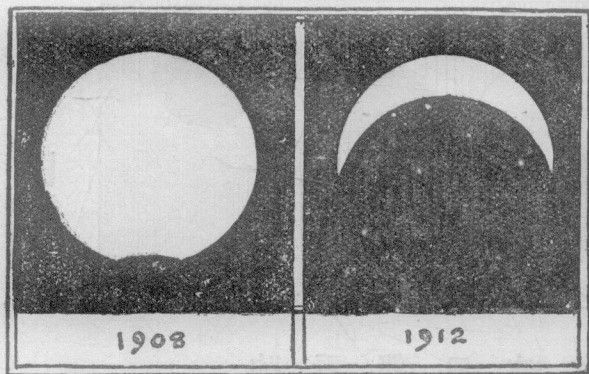
左日食的起首 中日食的正中 右日食的將完

月亮在地球的周圍環繞不息，有時剛好跑到地球和太陽的中間。這個時候，從地球看去，太陽是在月亮的後面，所以太陽的一部分或是全部分會被月亮遮住，這個就是日蝕。這個現象，不問用望遠鏡看，隔着顏色玻璃看，或是隔着塗煤煙的玻璃看，都是有興味的。

在日蝕起首的時候，留心觀看，必定覺着

(1) 日蝕的原因

黑圓的邊，恍惚同太陽的西邊接連着似的。等到時間漸漸過的多，這



第十圖

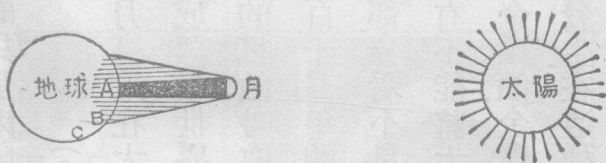
兩樣的部分蝕

個黑圓的邊就漸漸遮到太陽面上去了。他的形狀，好像是太陽被什麼東西吃去了似的。所以古時候的人，看見日蝕，疑心是太陽被天狗吃去了。西洋的人，也有說是被龍吞去的。第十圖是表示自日蝕起首到日蝕將完了的順序。這個圖內，用黑圓代表月亮。因為有這個，纔可以表明月亮的運動。但是在實際上凡逢日蝕的時候，月亮是全然看不見，所看

見的只是太陽沒有遮去的部分。

(2) 日蝕的種類

月亮跑在太陽的正前面，太陽全部盡被月亮遮住的時候，我們地球就成黑暗世界，這種日蝕叫做皆蝕，也叫既蝕；只是太陽的一部分看不見的日蝕，叫做帶蝕，也叫做部分蝕。部分蝕有種種，如同第十一圖一千九百十二年的日蝕，是大部分看不見；一千九百八年的日蝕，不過一小部分看不見。月亮通過太陽正面的時候，就使月亮跑到太陽的前方，也有不能將太陽全面遮住四周還露出一條細圓圈的時候，這個叫做金環蝕。金環蝕一定是從地球到月亮的距離遠，到太陽的距離近，纔會發生。在這種時候，太陽看的大，月亮看的小，所以月亮不能將太陽全部通同遮住。



日 食 的 圖

從A的地方看不見太陽所以是既食
 從B的地方看見太陽的一部分所以是部分蝕
 從C的地方看不見日蝕

(3) 既蝕

日蝕的內面，最有興味的，是既蝕。恐怕在自然現象裏面，要算是一件最可驚怪的事情。在既蝕的時候，可以行許多平時看不見的觀測，所以有什麼地方將要發生既蝕，必定就有各國的許多天文學者組織觀測隊趕向前去。近來說是只要在既蝕的時候觀測太陽附近各星子的位置，就可以判別愛因斯坦相對性原理的真假，於是這些觀測隊更加熱心了。

月亮是自西方轉向東方，所以既蝕總自

西邊起首，從初缺的時候到太陽全部盡被遮住，要一點鐘以上的時候。自初缺起，到大約經過四十分鐘的中間，太陽的光是沒有多大的變化。平時的太陽是圓的，所以他的光，若通過茂密的樹葉，往往在地面上映出圓圓的像；太陽在日蝕時候，會成蛾眉月的形狀，這時他的光線，若通過茂密的樹葉，就在地上映出一個蛾眉月的像。

在日蝕的時候，用我們的肉眼直接觀望太陽，似乎不覺得他的光有多大的變化。可是他的光量只要減到平時的三分之二或是四分之三，我們就覺得周圍的各樣東西都帶紅色。日蝕越多，周圍的東西越紅，到後來就是太陽自己也同夕陽時候的太陽一樣，變成煊紅的顏色。爲什麼日蝕越多，太陽就會看成紅色呢？這個道理，是很簡單的。如同第六圖一樣，越是從太陽邊上來的光，越要通過更厚的氣層，因此除紅色以

外的光，都被吸收去的很多，只有紅色能夠射來，所以東西都帶紅色。太陽的光，是由紅橙黃綠青藍紫這七種顏色合成的，當他通過厚氣層的時候，紅橙黃是較容易通過的，綠青藍紫這幾色的大部分是被氣體吸收去的。

時間越經過的久，太陽也就漸漸缺的多，顏色也漸漸的越轉紅，太陽只見一刻一刻的少，周圍各種東西的顏色一刻一刻的淒慘，好像我們的世界也要被他同時吞了去，現出一種悲涼恐懼的光景。到末了，太陽僅僅遺下線樣的一絲，忽然的又變成一點的光，忽然的全然無踪無影，這是日蝕時候的景象。佛蘭嗎利溫曾將既蝕那一瞬間的光景寫了出來，現在將他的話抄在下面：

「太陽既蝕的光景，是我們所知道各種現象裏面最有名的一個現象。」

按着天文學上所計算的，所預先告訴我們的那個時刻，月亮果然跑到太陽前面來了。太陽一刻一刻漸漸的被吃去了，周圍一刻一刻漸漸的暗起來了，一種淒慘沉鬱的氣象可以使我們全身發抖。叫着的鳥，不敢再叫；走着的狗，跑去蹠伏在他主人的足前；小雞逃往母雞的翼下；風也不吹；溫度也下降；到處的神氣，都好像我們的世界已到了最後的那個末日一樣。看看周圍的人，盡是面上現出死人的顏色。稍微留下的那一點太陽，恍惚是孝堂裏的燈火，黯淡無光。再一會兒，太陽變成蛾眉月了；再一會兒，連這最後一線的光也消滅了；天空頂上只見一個黑漆漆的球，懸在那兒。這個黑漆漆的球就是月亮。從他的周圍，有微微的似光非光的東西，射向四方八面。在黑球側首，看見有紅色的焰在那兒燃着。不一會兒，忽然又變成夜裏了。天空裏面，只看見一顆一顆散在各地的星。

這種光景，又是謹嚴！又是莊肅！

月亮用每點鐘跑二千一百英里的速度，在地球周圍轉。月亮在地球上的影子，是自西方移往東方。這個月亮的影子，只有一部分通過地球上，所以必定要在這個影子中的人，纔可以看見既蝕。影的長大約八千英里，就是有更長的時候也長不了多少，寬大約在百英里以下。

若是地球不動，單是月亮動，那嗎，月亮投到地球上的影子，也應該用每點鐘跑二千一百英里的快法，自西移到東。可是一面地球自己也會轉，在赤道近傍大概每點鐘能轉一千四十英里，方向也是自西向東。因此，在赤道地方說嗎，月亮的影子，在地球上移動的速度，是每點鐘一千六十英里，方向是自西向東。簡單說嗎，月亮的影子是三秒鐘自西移向東走一英里。在皆蝕發生之前，有人想跑到高山頂上，等待月亮的

影子到來，看他怎樣移動。但是他移動太快，決看不出來。有人說：「當一千九百十二年日蝕的時候，我從輕氣球上，看見月亮影子在地面走的情形。」

(一) 既蝕經過的時間

月亮的影在地球上移動的方向，和地球自轉的方向相同，這是前面已經說過了。若是觀測的人立在地球的赤道近傍，那嗎，這個人隨着地球的自轉，可以跟着月亮影子在同一方向內面移動，所以在赤道近傍看見的日蝕經過時間最久。站在鐵軌的傍邊看跑着的火車，不到一刻就過去了。若是乘着電車在火車跑的方向同跑，那嗎，可以看見火車的時間不比站在鐵軌旁邊看的長久嗎！電車若是更快，就可趕過火車，更可以多看見一些時。若是電車火車同一樣快，就永久可以看見火

車了。明白這個道理，就知道在赤道近傍日蝕時間最長的道理了。赤道近傍，比地球別的部分都轉得快，所以能夠看見日蝕很久。

就一年裏面說，夏天的日蝕，經過時間最久。前面已經說過，夏天的太陽離地球最遠，因此，太陽比平時都覺着更小，因為小，所以被月亮遮着的時間就長了。

又月亮離地球最近的時候要是發生日蝕，這個日蝕一定比別的日子蝕長。這是因為在近處的月亮看去覺着大，因為大，所以遮住太陽的時間就長了。照這麼說起來，若是月亮離地球最近的時候恰好在夏天，又在赤道近傍發生日蝕，這個日蝕一定就是最長久的了。最久的既蝕有經過七分半鐘的，最短的有僅僅經過一秒鐘的。自古以來，最久的既蝕，要算一千九百一十年在蘇門答臘島所看見的了，那個既蝕共經

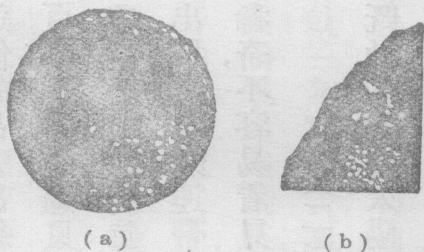
過六分半鐘，平時所看見的既蝕，平均不過只經過三分鐘左右。照天文學上的計算，大概再過三十年，就是在一千九百五十五年六月二十四日應該有一次很稀奇很長久的既蝕出現；出現的地方，應該在馬尼刺近傍的呂宋島；經過的時間，應該在七分鐘以上。這麼長久的日蝕，在幾百年裏面，不過只能看見二次。

若就全地球說，每年一定有二回以上的日蝕出現。最多的年分，有五回出現。這自然連帶蝕既蝕通同包括在內面。若就一個地方說，日蝕是很稀奇，不容易看見的。

(二) 既蝕的始末

既蝕的時候，太陽被月亮遮蔽住，所以看不見，這是上面已經說過的了。但是太陽是不是一霎時就會看不見呢？這是決不會的。太陽將要

第十三圖



(a) 既蝕的開始太陽將要看不見的時候
(b) 月的表面上有這麼樣的凹凸

道理，看上面的(b)圖可以明白。因為月亮的周圍不是平整的圓，他的表面有凹有凸，和鋸齒一樣。月亮將太陽遮住的時候，從他表面的低凹地方，有光漏出來。這些漏出的光，一點一點排列在那裏，所以看去就像

看不見的時候，就同(a)圖一樣，太陽的一邊上先剩有小小的光點，這些點越看越小，到末尾太陽纔全然看不見。既蝕將要完了的時候，先有像珠子樣的光點從月亮後面的一邊現出來，久而久之，這些點點連成一線的光，再變成蛾眉月，以後太陽纔漸漸的現出來。既蝕的前後，都有像珠子樣的光點現在太陽的邊上，是什麼緣故呢？這個

珠子一樣。這是現在的人對於這些小小光點的解說。

(4) 紅焰

以前凡說既蝕的事情，常說黑暗得像夜間一樣；但決不是黑暗到看不見東西。論光的量，大概同滿月時候的程度差不多，不過本來是在白天白日之下，忽然的太陽沒去了，所以初來的那一會工夫很覺得非常黑暗。我們若從光明的地方突然跑到較暗的地方去，必定覺着非常暗似的，日蝕的時候也和這個是一樣的情形。在日蝕初起首，太陽剛被遮住那個瞬間，固然是覺着很暗，但是等到過一會工夫，我們的眼睛慣了，又漸漸覺着周圍都可以看見。

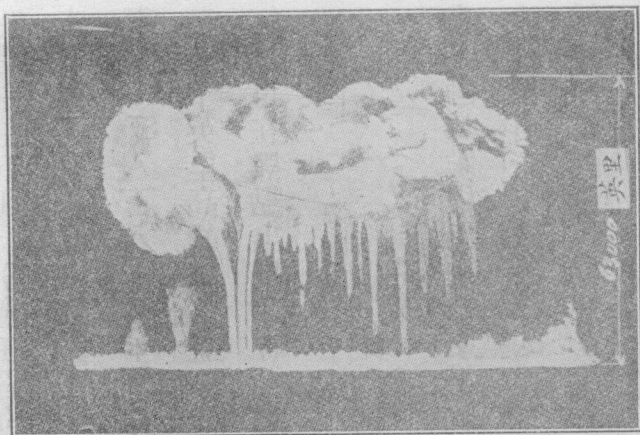
留心細看，遮蔽太陽那個月亮的周圍覺着到處都有紅色火焰飛起來，這叫做紅焰。本書封面所插的畫，就是這個。紅焰這個東西，好像是

從太陽面上噴出來重新又落到太陽面上去的。噴起的高有數萬英里。書端插畫內，那上圖左邊的小圓是表地球的大，看那個就知道紅焰是非常大，並且噴起非常高。

古時非遇着既蝕看不見紅焰，現在有了一種叫做分光器的器械，隨時都可以察考，所以對於紅焰的研究是很進步了。依據近日的研究，包圍太陽光球的外面有一種帶焰的氣體。從這個部分，常噴出一種非常熱的輕氣氣體，就是紅焰。噴出的力非常大，所以飛得高。

紅焰的高，常有噴起數萬英里的，前面已經說過。但是要算楊教授用分光器所觀測的紅焰最爲嚇人。這是一千八百七十一年九月七日的。事他在前一日正午就看見一朵紅焰，不甚高，但是甚長，橫臥着，好像雲的樣子，光也不甚強，只是形狀常有變化，所以楊教授一直接連觀測，到

很大的紅焰



高有 176400 里

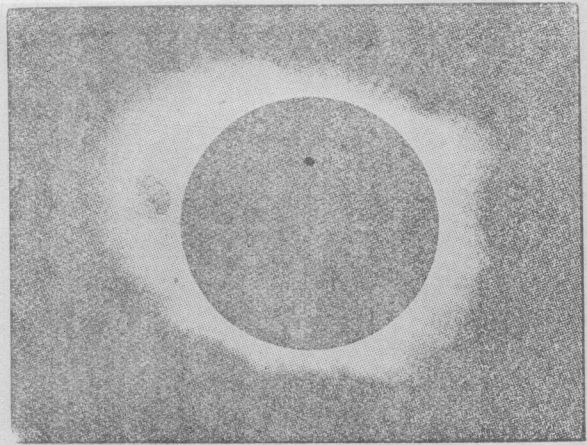
七日的十二點半鐘，纔去休息。大約再過了半點鐘，又重新用分光器去看。那知道他這一看，就吃了一個大驚。原來自昨天起，睡在那裏的紅焰，一刻兒工夫，已經變成非常的大，分成一朵一朵，忽起忽落，塞滿了天空。飛得最高的，簡直有十萬英里。太陽雖然離我們地球有九千三百萬英里的遠，這個紅焰飛起的快，還能用我們的肉眼看

得明明白白，不到十分鐘，紅焰的高，已昇至開首時候的二倍。十分鐘可以走數萬英里，這個快法，要叫人嚇煞！

又在一千八百八十五年一月三十日意大利的塔次啓尼看見有四萬二千英里高的紅焰。這個高，要把地球累積起來，可以累積十八層。紅焰也在黑點出現的時候常常出來，可見也是太陽動得利害纔有這個東西。

(5) 白光

在既蝕時候現出來的東西，最顯著的，是白光。太陽被月亮遮蔽的瞬間，立時就有一個黑漆漆的球懸在空中，隨即從黑球的周圍向四方八面射出一種很柔和的光，這就是白光，和我們所知道的一切光都不同，覺得又是慈祥又是和藹，叫人心裏生出一種說不像的感情。

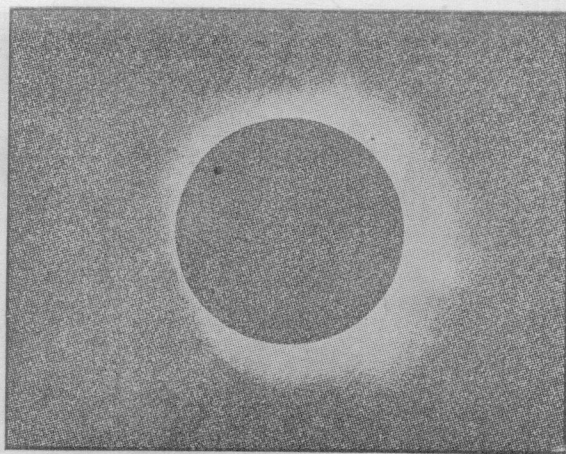


1900年5月28日的日既蝕

這個白光和紅焰不一樣，除了既蝕的時候斷看不見。

白光是從太陽出來的，還是從月亮出來的？許久沒有知道。現在已經斷定是從太陽出來的。

白光的形狀，時時不同。看這裏所載的兩個圖，也知道他的形狀是不一樣的。黑點出現的時候，白光長長的偏在一邊；黑點出現多的時候，白光在四方八面都一樣。飛得高的，有數百萬



1908年1月3日的日既蝕

英里。白光像是一種極熱的氣體所放的光。

凡放光的東西，若用分光器去看，必知道他是由什麼東西生的。但是白光這個光，就用分光器去看，仍是不知道由什麼生出來的；因為生白光的東西，不是我們地球上有的。但白光是由一種特別的東西生的，我們可以斷定他。並且白光能從太陽的表面飛到頂高的地方，由這一點看去，可以知道白光一定

是很輕的，因為他是很輕，即使我們地球上原來有他，也必定早已從地球逃向別處去了。因此，學者們把這個東西叫做「科洛紐謨」。

(6) 日蝕和野蠻人

野蠻人看見日蝕，非常的驚怕，因為他們以為太陽被天狗吃了，世界會永久變成黑暗的。

野蠻的人，看見日蝕，就鳴鑼打鼓，大聲叫喚，以為像這樣可以將那個吃太陽的狗趕去。他們的辦法，回回都成功，你們恐怕要說斷無此理罷！但是日蝕終歸有完了的時候，在他們野蠻人看見太陽復還原樣，就說這是天狗聽見鑼鼓聲音，嚇得趕緊將吞下去的太陽吐出，逃跑了，豈不是他們的成功嗎？抱這種思想的人，我們國內最多。沒有受教育的，大約現在還是那麼想。日本人也出不了野蠻人的範圍，不過他將吃太陽

的天狗換了一條龍，說是龍吞日。又我們中國古代的皇帝遇着日蝕，就說這是「人君不德，上天示警」，立刻「齋戒沐浴，避殿修省」。在我們看起來，很是荒唐，「不可爲訓」。但究竟有點忌怕，比今日那班自命開通的軍人政客，「爲非作惡」，天不怕，地不怕的，似乎還是野蠻人好些。

下面寫的，是曾在美國報紙上登載過的一篇文章，讀了可以知道一八七八年七月二十九日日既蝕時候，土人們是怎樣的驚駭懼怕！

「有的人跪在地上；有的人伏在地面，頭也不擡；有的人像癡狂，高聲亂叫；有的人大哭。在這個混亂的時候，忽然有一個老人從屋內飛跑了來，一手執着手槍，對準黑暗的太陽，口中噤唰咕嚕，不知念些什麼，轟的一聲，將手槍放了出去，隨即掉轉頭，慢慢的向自己家內踱了回去。剛好在

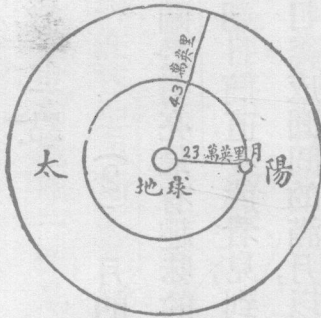
這個時候，日蝕完了，太陽又重新現出來了。以前叫鬧的那些人們，看見老人放上一槍，就將太陽奪回來了，都贊歎感激了不得。老人自己，也深信他是將沒了的太陽奪回來，救了萬人的災難，心中非常快活。

五月

(1) 從地球到月亮的距離

從我們居住的地球說，月亮是從者。天文學上將月亮叫做地球的衛星。如同地球在太陽周圍環繞不息一樣，月亮也在地球周圍環繞不息。大概說來，他大約一個月可以繞地球一周。若問繞一周的真正時間，就是二十七日七點四十三分十一秒強。月亮在地球周圍所走的路是一定的，這叫做軌道。軌道的形狀，不是圓的，乃是橢圓的，就是將圓圈稍微壓扁的形狀，也就是從雞卵傍邊看見的雞卵形狀。月亮在地球周圍跑着的中間，有時離地球近，有時離地球遠。遠的時候離地球二十五萬三千英里（約七十萬七千里）；近的時候離地球二十二萬二

第十四圖



太陽半徑與地月間的距離的比較

千英里(約六十二萬里)平均離地球二十三萬九千英里(約六十六萬八千里)。

前面說太陽離地球的距離，曾拿火車來作比方。現在到月亮去，若是也乘前面說的火車，晝夜不停，從地球到月亮，大概要六個月的工夫。太陽的直徑大概八十六萬英里，從地球到月亮大概二十三萬英里。

圖內的外圈是表太陽的大。看這個圖，知道就是將地球拿到太陽的中心，月亮的軌道，還不能跑出太陽的外面，僅僅在太陽表面和中心的正中。由這一點，可以知道太陽是如何的巨大！並且知道月亮和地球的距離是還算近的。

月亮的直徑是二千一百六十三英里，不過比地球直徑的四分之一略微大一點。

(2) 月的形狀

關於月亮最有趣味的事，是他的形狀一天一天都有變化。在舊曆，每月朔日簡直不能看見，到初三日變成蛾眉月，以後一天一天增長，直到望日纔成圓圓的滿月，以後又一天一天缺少，一直到全然看不見。

在開首的時候，每到太陽落下，即看見有蛾眉一樣彎彎的月亮，在西方出現。等到第二夜，已經比前一夜昇的更高，長的更大了。等到第八日，月亮已經成了半圓，太陽落下的時候，他已跑到中天來了。再過一星期，纔成圓圓的滿月，太陽落下的時候，他反在東方，形狀好像盤一樣，到晚間十二點鐘纔昇到我們頭上。自此以後，又漸漸細小，從東方出現的時

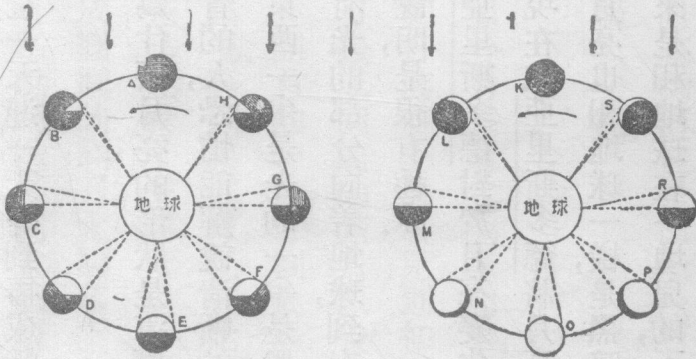
間也一天遲一天，等到再成蛾眉月的時候，月亮剛出來，太陽也就出現
了。

爲什麼月亮的形狀是這麼一天一天的變化？這個問題，就是受過新
教育的人，恐怕能解說清晰的也不多。古來巴比倫的人以爲月亮這
個東西一半是光的一半是黑暗的，當他在天上走動的時候，漸漸的將
他有光的部分向着地球，到有光的半部盡向地球的時候，就成滿月。這
個說明，是很有趣味的。

亞里斯多德對於月亮變化的緣故，用數學研究，得了很正當的解說。
我現在在代亞里斯多德將月亮變化的緣故告訴你們。

月亮也和地球一樣，是黑暗的星體，決不會自己放光。人家都說月亮
本來是和地球在一塊兒的，不知在幾千萬年前忽然被地球將他摔了

第十五圖

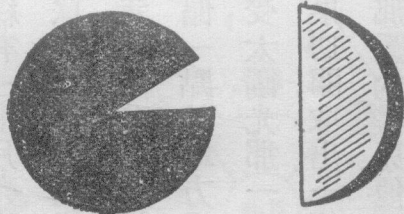


月亮形狀變化的理由

出去，從此就和地球分了家。分家的時代，有人說是在五萬萬年以前，也有人說是在五十萬萬年以前，各人的計算不同。至於月亮被摔出去的緣故，太陽在那裏吸引固然也有關係，但是大原因還是由於地球自轉太快。現在的地球，是每二十四點鐘自轉一周，在那個時候，好像是每三點鐘就轉一周。月亮固然是黑暗的東西，不會發光，可是受着太陽的光，我們就可以看見他。譬如

在黑暗中看不見的人，在電燈之下就可以看見，正和這個是一樣的道理。說到此地，就可以歸到本文，將月亮變化的緣故告訴你們。第十五圖是說明這個道理的圖。月亮順着矢的方向，按着 A B C D E F G H 的次序，在地球的周圍走動。不問什麼時候，太陽總是從上頭照下來，所以總有一半月亮可以受着光。A 是表月亮剛到太陽地球之間，對着地球的是不受太陽光的那一半，所以月亮全然看不見。若是月亮正正的走在地球太陽的中間，應該就有日蝕出現，可是平時的月亮總從稍微偏一點的地方通過，所以不會發生日蝕。其次月亮在 B 的時候，只有受太陽光那一半月亮的一部分可以由地球看得見。照第十六圖，將蘋果切開，取出一部分，再將有皮的部分從傍邊看去，就成第十六圖右邊那圖的樣兒。他的形狀，與舊曆初三的蛾眉月一個模樣。在第十五圖，

第十六圖



蛾眉月出現的理由

月亮行至B處，只有兩條點線夾着的部分可以看見，所以就成L樣的蛾眉月。其次月亮在C的時候，就有一半的月亮可以看見。試將蘋果切出四分之一，從與切口軸線成直角的方向看去，就見皮的部分成半圓形。舊曆初八的月亮，有四分之一可以看見，也同這個是一樣的道理。自此以後，看見的受光部分漸漸加增，等到在D的時候，切去蛾眉月所餘的部分，儘可以看見，就是N圖。再進到E，全成滿月。因為此時地球在月亮太陽之間，向太陽那半部的月亮通同可以看見。滿月時候的月亮，太陽西沒，他就東昇，到夜中十二點鐘，剛好到天的正中。月亮西沒，太陽又東昇。他們兩個，總在反對的方

第十七圖



月亮形狀變化的實驗

向，一起一落，好像仇人避不見面似的。雖說滿月，所看見的並不是月亮的全部，不過是他的一半。所以在O的時候，雖說四分之一可以看見，而映到我們眼裏的，可是半圓形。以後月亮經過F G H的時候，能看見的部分又漸漸減少，映在我們眼裏成P R S各個的形狀。他的道理，

是和前面說的全然一樣。到末尾又回到通通看不見的時候，如此周而復始，循環不絕。月亮形狀變化的理由，還可以用更簡單的方法說明。第十七圖，是將電燈作太陽，將橙子或是皮球作月亮。若把

橙子在頭的周圍迴轉，自己兩眼望着橙子，並跟着他轉一周，就知道橙子在眼睛與電燈中間的時候，橙子是黑的，光的部分全看不見。稍微轉一轉，看見橙子有光的部分和蛾眉月一樣。再轉一轉，看見的有光部分漸漸增大。等到橙子到了和電燈反對的方向，有光的部分就成圓形。更往前轉，看見的有光部分又漸漸減少。轉滿一周，等橙子回到電燈前面，有光部分又全看不見了。這個橙子有光部分的形狀變化，和月亮的形狀變化是一樣。所以月亮形狀變化的理由，應該可以明白了。

(3) 月世界的海

若有小小望遠鏡可以用去觀察月亮，我想一定有許多在別個星體內看不見且有趣味的東西。就是單用肉眼來瞧，也覺着有一種微暗的斑點。這些斑點的形狀常不一樣。我國自古以來，都說他是在月亮內



月 美 人

搗藥的兔子，所以有金烏玉兔的一句話。玉兔指月亮的斑點，金烏指太陽的黑點。西洋人叫爲月美人，說斑點像美人的面目，必定月裏有美人居住。現在的人還相信這個話，同我國說月中有嫦娥仙子正是一樣的思想。你們把照片同右邊的畫比比看。在照片內的斑點，不是像一個美人的面目嗎？這些斑點，究竟是甚麼從前也有人疑他是地球上山河平野照的

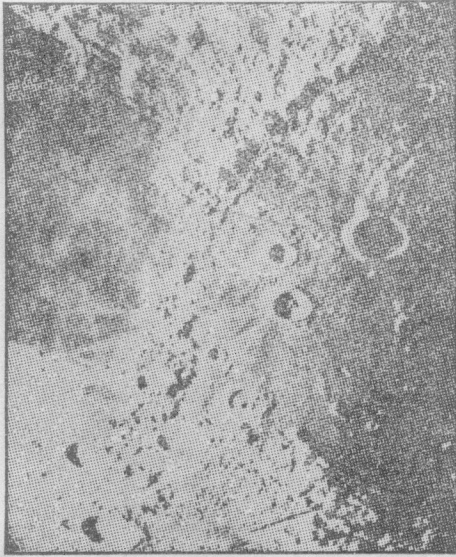
影子。因爲他們以爲月亮是懸在天上的一面大鏡，所以有這樣的想像。伽利略曾用望遠鏡觀察這些斑點，知道並不是地球上山河平野的影子，乃是月亮表面上實有的形狀，並進一層，斷定這是月亮內面的海，並且照着他的形狀替他定了晴海、靜海、雨海等等的名字。他將這個黑暗似斑的部分看做是海，不能怪他；因爲在望遠鏡內實在看見的部分，比別的部分稍微低些，表面看似平滑的。但在今日，我們已經知道月亮內面無點滴的水。從前疑心是海的地方，不過是一片平原。可是天文學者爲便利的緣故，雖然明明知道這是和地球上叫做海的地方實在全不一樣，依然還是叫他做海。

(4) 月世界的山

用雙眼鏡去觀察月亮的表面，看見到處都有許多像麻子那樣的孔。

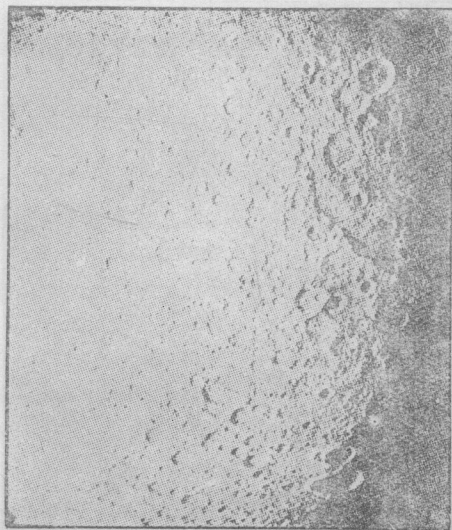
再用力量更大的望遠鏡去看，尤其明瞭，並且除用雙眼鏡看見的麻子之外，還有無數的小孔。下面兩圖，是用望遠鏡看見的月亮表面。

這些大小無數的孔，是噴火口，有數千之多，都附有從前有名天文學



月的表面

者哲學者的名字。自古以來，畫了許多月亮圖，所以關於月亮表面的事情，差不多比地球上的事情還要知道詳晰些。因為月亮每晚可以看見，所以連噴火口的內部都可以觀察。至於地球上的阿非利



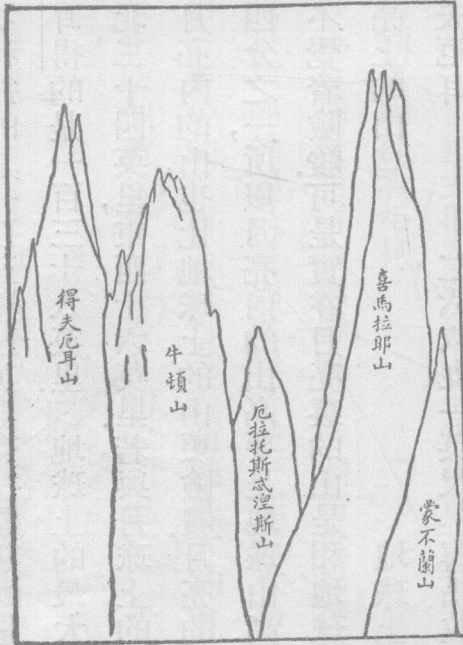
月的表面

卻由上望下的關係。由這樣研究的結果，算出來的噴火口，是很大的。可見噴火口外旁有峻險的山。

有許多山的山脈長和高都會經算過。由上望下的山，如何能測他的

加大陸和南美亞馬孫大森林，無論如何敏捷勇敢的旅行家探險家都難走過。我們用望遠鏡看見的月世界，和在飛行機上看見的地面，都是由上望下。從月世界圖去推想噴火口的實在情形，不可忘

第 十 八 圖



月亮上的山和地球上的山高度比較

高度呢？在前圖內面，太陽光是從左邊照來，所以山同噴火口壁的影都倒在右邊。山越高，影就越長，這個事實，就地球上的日影看看，也可以明白。電柱比我們人高，他的影子不也比人影長嗎？有這個道理，所以由日

影的長可以算出山的高度。噴火口有多大，想必也是你們要曉得的。托勒密噴火口的直徑是一百五十英里；布拉托的是六十英里；

西次科托的是一百三十三英里；克拉標斯的是一百四十二英里；格利馬耳得的是一百三十八英里。地球上的最大噴火口是亞索，也不過南北二十四英里，東西十六英里。若與月球上的噴火口比較，是小得很。月亮內的山，也比地球上的山更險峻。月亮的直徑大約是地球直徑的四分之一，所以月亮內的山高要是地球山高的四分之一，那嗎看去就不覺着險峻。可是實在月亮裏的山是和地球上的山一樣高。

月亮上的山

地球上的山

得夫厄耳

二六六九一英尺

喜馬拉耶

二九〇〇〇英尺

牛頓

二三八五三英尺

蒙不蘭

一五八七〇英尺

厄拉托斯忒涅斯

一五七五〇英尺

新高

一三〇二〇英尺

標耶和麥次托刺是兩個有名的天文學者，一生研究月亮。比蒙不蘭

更高的山，月亮裏共有三十九個。他們把這些山的高，一一測定了。月亮比地球小，所以他表面的曲度也比地球表面的曲度大。因為這個緣故，大噴火口旁邊的峻壁常在地平線以下，就是立在噴火口中央也看不見。假使我們旅行到月亮內的噴火口中，一定只看見廣闊的沙漠，別樣東西都看不見。

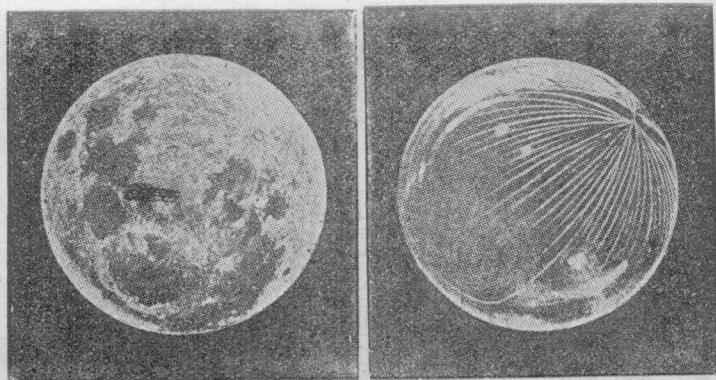
再將月亮表面留心細看，曉得一個噴火口之中尚包含着無數的小噴火口。前面的圖就是如此。想必是一個噴火口已經生成之後，又重新生出許多小的。有人說月亮表面通共大約有噴火口三萬個。畢克靈說不止這個數目，只是能看見的大約已有二十萬個。

(5) 月世界的谷

月亮表面可以看見的谷，大約有千餘個。形狀像很長的裂縫，有數百里

都是一直線的，偶爾也會橫過山脈及噴火口。論他的長普通自十英里到三百英里，也有在三百英里以上的；論他的寬，大概自一英里到二英里；論他的深，大概自三百英尺到千二百英尺。這樣的裂縫是很大的。

有些噴火口，向四方八面放射極強烈的光線。天文學者研究這件事，費了不少的年歲。也有常放光的；也有要滿月時候纔能夠看見的。他所放的光線，有一種遇着山脈噴火口都能通過，絲毫不受攔阻。這一個光的由來，想必是月亮表面先生裂縫，後來由內部噴出一種放光的物質將裂縫塞滿了的緣故。奇鶴噴火口的周圍，尤有明瞭的裂縫，像車輪的輻一樣，向四方放射。後面的圖，就是這個。那斯密斯曾作一實驗，想求放光的理由。先做一個玻璃球，盛滿冷水，放入沸水裏面。球內的水，受着了熱，會增加體積脹起來，最薄弱的部分必先破裂。破裂的情狀，



月亮表面裂縫和玻璃球上裂縫的比較
月亮裂縫的中心是奇鶴火山

可看上圖，所有裂縫都從球上的一點分頭射向四方。那斯密斯由這個實驗，知道奇鶴噴火口所放射的裂縫和玻璃球所生的裂縫非常相像。所以他就推想到噴火口的裂縫，是由噴火爆發時候的強烈作用生成的。

(6) 月世界有人類麼
月亮離地球的遠有二十三萬九千英里，簡單說就是二十四萬英里。所以用一千倍望遠鏡去看月亮，和

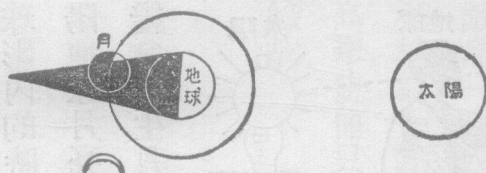
將月亮放在離地球二百四十英里的地方用肉眼去看是一樣。

用肉眼去看二百四十英里以外的東西，最小直徑要有一百八十英尺就可以看成一點，比這個小的東西，纔全然看不見。照這麼說來，是月球上六百英尺大的圓形，從地球上用最大望遠鏡去看，可以看成一點。有這個道理，我們就可以知道月球上沒有荒廢的市街，動物人類更不消說了。月亮表面上的百物，好像都是固定不動，恐怕永久不會變化。這個事實，表明月亮是死東西，不是活東西。

(7) 月蝕

月亮的既蝕，也很有趣味。團團明月，高高懸在中天，照耀着全世界都成銀白的時候，忽然東旁的邊上變成黑暗，久而久之，月亮的形狀漸漸殘缺，又過一會，簡直全然看不見了。等過許久，纔又見他慢慢地從東

第十九圖



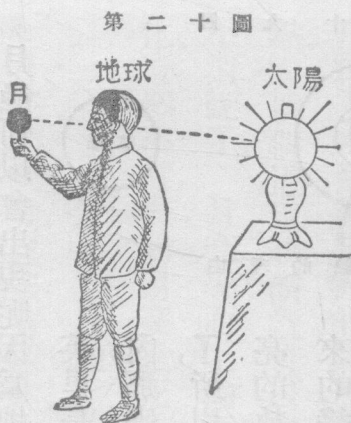
月蝕的理由

方現出。這就是月既蝕。有時月亮並不全部盡沒，只是殘缺一部分，這叫做帶蝕。日蝕的時候，還有一種叫金環蝕，月蝕沒有這一樣。

月蝕何以會出現呢？因為地球將太陽遮蔽住，他的後面常生數十萬英里長的影，月亮環繞地球若剛好投入這個影內，那嗎，月亮受不着太陽的光，自然就難看見他了，所以發生月蝕。從這個事實，也可以證明月亮的放光是由太陽光照到月亮上又復反射出來的緣故，並不是自己能夠放光。若是月亮也同蠟燭電燈一樣，能自己發光，那嗎，跑到地球的影裏，就不應該會看不見，何至有月蝕這件事情呢！

第十九圖是表明月蝕的理由。月亮將要全進

地球影內的時候，就看成下側蛾眉月的情狀。看這個圖，可以知道，要太陽地球月亮三個成一直線，並且地球剛好來在太陽月亮中間的時候，纔會發生月蝕。若想用實驗去研究月蝕的理由，可用第二十圖的



月蝕理由的實驗

方法。用洋燈或是電燈做太陽，自己的頭做地球，皮球或是蘋果做月亮。將蘋果拿到圖中所畫的地位，那嗎，蘋果在頭的影內看去是黑的。月蝕的理由，同這個全然一樣。試將蘋果從右邊一直轉到左邊，那嗎，自月蝕起首到月蝕末尾的變化情狀，通通可以明白。照上面的說法，恐怕有人疑心，凡是滿月的時候都有月蝕。月蝕固然是在滿月的時候纔

會發生，但是滿月的時候可不一定有月蝕。這個理由，很易明白。作第二十圖實驗的時候，試把蘋果略微高舉一點，那嗎，燈光照見蘋果，就看見滿月了。平時的滿月，大概都是如此，太陽地球月亮不成一直線，月亮稍微高一點或是低一點，將蘋果舉出頭上，就看見蘋果的半面有光，同月亮稍偏一點就只見滿月不生月蝕完全是一個道理。又將蘋果稍微高舉，使他只有一半可受着光，再從右轉而左，就可以明白月亮帶蝕的緣故。

(一) 一年間發生日蝕月蝕的次數

月蝕這件事，一年到頭沒有一次的年分也有，但是普通總有一二次，一年裏發生三次的年分很少。一千九百八十五年應該發生既蝕三次。每次月蝕，並不是全世界都能看見，但有一半以上應該能夠看見。日

蝕之時，不問是帶蝕既蝕，世界中只有二三處能夠看見；月蝕之時，世界中有一半以上可以看見；這是日蝕和月蝕不同的點。統全世界說，自然發生日蝕的機會比發生月蝕的機會多，可是能夠看見日蝕的範圍很狹，所以就我們住在一地方的人說，還是能看見月蝕的機會比能看見日蝕的機會來的多。

一年有幾次這句話，不消說，是包括帶蝕既蝕說。同一千九百八十五年一樣，一年之內，發生三次既食的年歲，極少極少。要到這個年歲，自今以後，還得六十年。你們到了那個年歲，都應該是白髮皓皓的老翁了。

日蝕最多的年歲，一年有五次；最少的年歲，一年有二次。若將日蝕月蝕並在一處算，最多的年歲一年有七次，內面日蝕五次，月蝕二次；或是日蝕四次，月蝕三次。最少的年歲，月蝕全然沒有，日蝕二次。不消說，

這是統全世界發生的次數，不是說人人都可以看見的次數。

(二) 日蝕月蝕的預告

不問日蝕月蝕，都可以正正確確知道他在某年某月某日某時某分某秒發生。因為蝕這件事，是按着一定的規則發生。同一樣性質的蝕，每隔十八年十一日八點鐘發生一次。這是天文學者契爾丹所發見的。就是每隔六千五百八十五日八點鐘的期間，同樣的蝕，重新出現一次。因為這個期間有八點鐘的零頭數，所以同一樣的蝕，不能在前次看見的地方再看見。後次看見的地方，比前次看見的地方，應該偏西。偏西里數，和地球圓周三分之一的數相同。

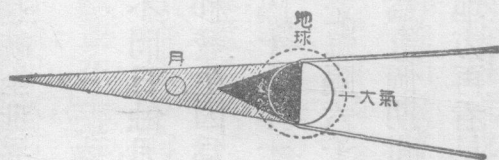
在上說期間內，發生蝕的總數，月蝕二十九次，日蝕四十一次。一八九六年所生的日蝕，和一八七八年一八六〇年一八四二年一九一四年

所生的日蝕相同。並且到一九三二年還應該再發生。

(二) 月蝕經過的時間

自月亮跑入地球影內起，到重新出到影外止，這個時間越長，月蝕經過的時間也越久。最長的時間，大概有四點鐘；普通約二點半鐘。僅僅經過一點鐘二點鐘的，似乎從未聽見過。

第二十一圖



在月既蝕時候依然隱約看見月亮的理由

月亮就是在既蝕的時候，也不是完全看不見，不過模模糊糊看不清晰罷了。這是射在地球上空氣內的光線，通過空氣之後，照圖中所示一樣，轉一個角，微微地照在月亮黑暗面上的緣故。因為月亮在既蝕的時候也有微微的光照着，所以

有時現一種濃厚灰色，最普通的可是現一種美麗的淡紅色。一九〇九年月蝕時候，初來月色是灰的，到後漸漸變成淡紅色，這是肉眼所見的。可是在望遠鏡裏看去，只是石板樣的微灰色。

月蝕時候，看地球影子漸漸侵蝕月亮的表面，是極有趣味的一件事。影的邊線，明明彎曲的像弓背。這個事實，在二千年前的馬尼溜斯克勒與麥得斯二位天文學者已經知道了，並且說：「地球的影看成圓弧形狀，是因為地球是圓球的緣故。」在沒有望遠鏡的古時代，居然能看出地球影是圓弧，這二位學者想必有極銳利的眼睛。

(四) 月蝕與哥倫布

月蝕的記載，在很古時代，已有許多。最老的要算西曆紀元前一千一百三十六年一月二十九日所生的月蝕。這是記在我們中國的載籍上

的。由此一點，也可以知道我們中國在古時是何等進步的國家！

以後記載月蝕的事也有很多，此地不能一樣一樣詳細列舉，只告訴你們一個。這是鼎鼎大名發見亞美利加的哥侖布在牙買加島所看見的月蝕。

哥侖布停留在牙買加島的時候，他向土人討糧食，土人不肯給他，一隊的人幾乎要餓死。他想尋思一個可以得着糧食的方法。他於天文學很是精通，剛好那時應該有月蝕出現，於是他想利用這個月蝕去驚嚇那些土人，使他們信他是未卜先知的神佛，尊敬他，聽他的話。他把近處的土酋召集在一處，然後慢慢地跑去，向他們嚇道：「我是神特來指點你們，你們知道不應我的要求有怎樣的禍事麼？聽我的吩咐，自可無災無難；不聽我的吩咐，非常大禍立時臨到你們頭上。只看今晚月亮變

色，漸漸失去圓形，就是大禍降臨天上的惡魔將要飛到你們頭上的先兆。」

那天晚上，天空無半片的雲，美麗的滿月照耀如同白晝。不料到了哥侖布所預告的時刻，果然月亮漸漸殘缺，失去圓形。這些土人驚駭非常，發出一種悲慘的哭聲，跑向哥侖布跟前求他保護。只要他肯赦免他們，無論多少糧食，都願供給。哥侖布跟前，立時從各方面急急地搬到了許多糧食，他纔答應在神前代他們告饒。回到船艙內，行了一個虔肅的禱告，代土人們祈請免罰。果然月面上那個可怕的黑影立時去得無影無踪，依然捧出了一輪皓月。這些土人，歡聲如雷，感謝哥侖布的大恩。

土人的愚蠢，哥侖布的機智，豈不是一個絕好的對照嗎！

六 行星

(1) 太陽的家族

老古時代的天文學者們，以爲我們居住的地球是在宇宙正中，其餘所有的星體都是在地球周圍環繞着，這是在前面已經說過了的話。這種思想，說是托勒密的思想。後來哥白尼纔反對他。哥白尼說地球不是宇宙的中心，他不過是在太陽周圍運行不息的一個小小的星。這種思想，在當時把他當作推翻天地的大問題看待，可是來到今日，已成了當然的事，再無一人對他發生疑問了。

在太陽周圍運行不息的星，除地球而外，還有七個。並且內面有兩個是非常之大，比地球要大數百倍。這八個星和太陽的關係，好像是一

家的人。太陽居在中心，又是最大，比方一家之主。其餘八個星，乃是家中的子弟。

天文學上，將這一家叫做太陽系。若要詳細說，這一家除八星之外，尚有彗星、流星和數百的小行星，這些小家，且待到後面再說。

(一) 行星的大和離太陽的遠

同地球一同在太陽周圍運行不息的這八個星，名叫行星，大小各個不一樣，離太陽的遠近也各不相同，他們在太陽周圍運行一周的時日，自然不能一致。離太陽近的行星，在較少的日數內，可轉一周；離太陽遠的行星，自然要較多的日數，纔可轉一周。

八個行星的名字，若按着離太陽遠近的次序列舉起來，就是水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星。這八個行星離太陽的距離，繞

太陽一周的日數和各个的大，都在下面表中。

行星名	離太陽的平均距離	繞太陽一周的日數	直徑
水星	360000000英里	88日	3000英里
金星	672000000英里	225日	7700英里
地球	929000000英里	365日(1年)	7918英里
火星	1415000000英里	687日(1.8年)	4230英里
木星	4833000000英里	4333日(12年)	86500英里
土星	8860000000英里	10759日(30年)	73000英里
天王星	17819000000英里	30687日(84年)	31900英里
星海王星	27916000000英里	60181日(165年)	34800英里

各個行星在太陽周圍運轉的軌道，都不是圓形，是橢圓形，所以他們離太陽的距離有時近有時遠。上面表中的平均距離，是把最遠距離和

最近距離通扯算出來的。上面的表，若不細心看，行星和太陽的大小是怎樣不同，離太陽的距離是怎樣一個關係，依然是不清晰。所以我們再像下面想想看。

行星名	大(直徑) (太陽直徑假定是九尺)	離太陽的距離
水星	大豌豆大	381尺
金星	1寸皮球大	705尺
地球	1寸皮球大	975尺
火星	半寸皮球大	1485尺
木星	11寸皮球大	3里
土星	9寸皮球大	5里
天王	4寸皮球大	10里
海王星	5寸皮球大	15里
月	小豌豆大	3尺(離地球)

若假定太陽是直徑九尺的球，把那八個行星應該有幾許大，離太陽有多麼遠，一個一個，準據上面第一個表再計算一遍，做成第二個表，那嗎，太陽系內各個的大小和關係都可以一目瞭然。

照上表看來，就使假定太陽是九尺的球，要想按這個比例做一個太陽系的模型，依然是不容易的事情。離太陽最遠的海王星，在十五里以外的地方運轉。要想把他表現出來，豈是小小地方所能安置得妥貼麼！就此看去，我們可以知道太陽系所佔範圍是何等的大！

(二) 行星的重

行星的大小各各不同，自然各各的重也不能一致。格列高里教授算定的地球重量，是一個很大的數目，非我們所能想像。我們現在姑且假定地球的重量爲一斤，看看太陽和其餘的行星是有多麼重。從此就可

以知道他們重量的比例和關係。

若是地球重一斤，那嗎，太陽應該重三十三萬六千斤，水星應該只有一兩，金星應該有十三兩，火星應該一兩半，木星應該三百一十斤，土星應該九十三斤，天王星應該十四斤，海王星應該十七斤。這就是各行星重量的比例。

我們再將各行星的大小和重量的關係查查看。就直徑說，木星的直徑大於地球的直徑十一倍，體積是同直徑的三立方相比例，所以就體積說，木星比地球大一千三百三十一倍。若是木星和地球是用同一樣的物質做成的，木星的重量應該有一千三百三十一斤，但是照上面說只有三百一十一斤，可見構成木星的物質必定比構成地球的物質輕的多。將這個道理推到其餘的各行星，土星本應該有七百二十九斤，

但是只有九十三斤；天王星本應該有六十四斤，但是只有十四斤；海王星本應該有一百二十五斤，但是只有十七斤。這都是說明構成各行星的物質比構成地球的物質輕。

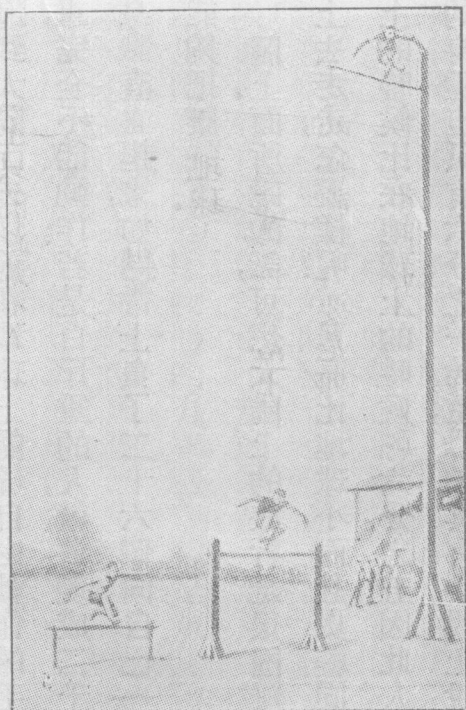
(二) 物體在各行星上的重

我們把物體舉高的時候，覺得他是重沉沉的，這是因為地球有一種吸力把物體向地面吸引不放的緣故。五斤的物體，比一斤的物體更重，是因為吸引五斤物體的力更強。但是重量這件事，是很古怪的。同是一斤的物體，若是地球的重忽然變成加倍，這一斤的物體也就會變成二斤。太陽系內各行星的重量各各不同，是已經知道了。物體的重量，又如現在所說是會變的。所以同一物體，在地球上的重和在太陽及別種行星上的重不是一樣。在太陽上的時候和在地球上的時候比

較，在太陽上的時候應該比在地球上的時候重二十七倍。我們若是跑到太陽上去，以前在地球上能够自由動作的手足必定變成比鉛更重，完全不能動作。若是百斤重的人，就會變成二千七百斤。想把自己的身體直立起來，如同背上負了二十六個同自己一樣重的人相似，莫想能够把腰伸直。

照上面所說的話，可想太陽上的旅行是很困難的了。那嗎，轉到月亮上去走走，怎麼樣呢？月亮比地球小，而且更輕。同一物體的重，在月亮上的時候比在地球上的時候輕六分之五。因此人們若是到月球去，他的身體也只有六分之一的重，恐怕真有小說上說的身輕似葉飄飄欲仙之概。平時我們從十尺的高跳下，就有扭着脚折着手的耽心；在月球上儘可從六十尺的高跳下，絲毫不必耽心。會泅水的人，平時由船桅頂

上跳入水中，自鳴得意；若在月球上，就從飛行機跳到太平洋也不稀奇。物體在月球上的重量會減成六分之一，所以百斤重的人只有十六



三星體上的跳高比賽。左木星，中地球，右月

壁。

我們現在把地球月亮木星三個地方的跳高比較比較看。在月亮

斤。這麼輕的身體，要從地面跳上屋頂，是極容易。可想我們若是生在月球上，一定都能有那些綠林豪俠的本事，會飛簷走

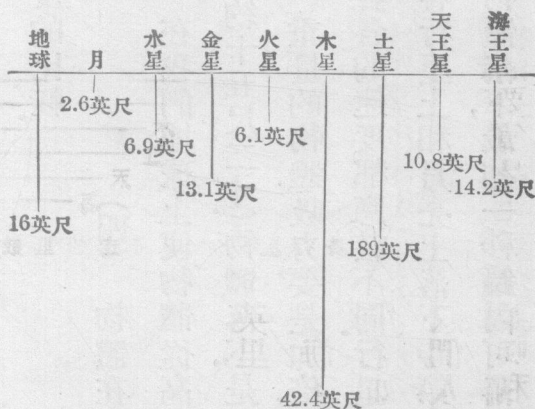
上能跳地球上六倍的高，物體在木星上比在地球上重二·六倍，所以在木星上只能跳地球上的 $1^{2.6}$ 的高。前圖就是在這三個地方所跳高度的比較。

(四) 物體在各行星上和月亮上落下的快慢

在我們地球上使物體從高處落下，最初一秒鐘內可落下十六英尺，(約十五尺二寸) 物體落下，是因為地球有吸力將他吸引的緣故。同一重量的物體，吸力要是加倍，落下的快也就加倍。在各行星上落石，各各的速度都應該不同。行星愈大，落下愈快。第二十二圖是表物體在各行星上和月亮上落下時第一秒鐘內落下的距離。在太陽表面使物體落下，最初一秒鐘內可落下四四二·四英尺，(約四二〇·三尺)。

(五) 各行星在太陽周圍轉動的快慢

第二十二圖

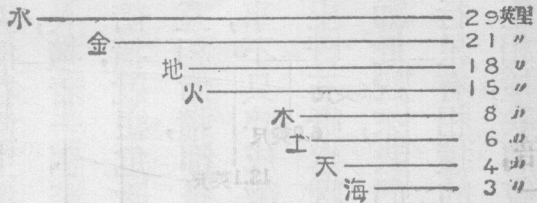


物體在各行星上和月亮上最初一秒鐘內落下的距離

快三千六百倍，一日走的路程有二百五十萬五千英里。金星每秒鐘

各行星離太陽的距離已經說過了，他們在太陽周圍繞行一周的日數也都知道，那嗎，各行星在太陽周圍繞行的快慢自然可以計算。離太陽愈近的行星，受太陽吸引的力愈強，繞行自然也就愈快，第二十三圖是表明這種關係的圖。水星每秒鐘有二十九英里的快，滬寧鐵路特別快車每點鐘只能走三十英里，水星繞行的快比這個特別快車要

第二十三圖



各行星一秒鐘所走的里數

有二十一英里的快，一日走的路程有一百八十七萬三千英里。我們地球每秒鐘走十八英里，一日的路程有一百五十五萬五千英里。火星每秒鐘走十五英里，一日的路程有一百二十八萬七千英里。頂遠頂遠的海王星每秒鐘走三英里，一日的路程有二十六萬八千英里。

海王星在行星中，要算是行走最緩的星體了。但是如有和他一樣快的火車在我們面前走過，我們人類的眼睛還是不能正視。行星中繞行

最快的，要算是水星。佛蘭嗎利溫常用一個比方來說明他的快度。他說砲彈出砲口的快度，每秒鐘能走一千三百十二英尺，水星的快比他還

要多一百十七倍。可是放砲的時候我們的眼睛不能看見砲彈，可見他已經是很快的了，而水星還快一百餘倍，真是快得怕人。

人們在道上步行，就是互相衝撞，也沒有甚麼大不了。可是一個步行的人，撞着一個騎腳踏車的，就難免要負傷了。若是兩個騎腳踏車的互相衝撞，就更危險了。這個事實，不但人對人是如此，凡兩個動着的物體若互相衝撞，都是愈快愈危險。行星等走的那麼快，萬一有相互衝撞之事，不只碎成微塵，並且衝撞之時會發生一種高度的熱，星體上所有的土呀石呀水呀金屬呀植物呀動物呀恐怕都要燒成蒸氣。

如此說來，我們人們居在行星裏面的地球上，豈不是極其危險麼？如果行星有相撞的事，人們都要燒成蒸氣，自然是極危險。好在行星是決不至相撞，我們儘可不必效那個杞人憂天的故事，瞎操心。爲甚麼呢？

因爲各行星在太陽周圍所走的路有一定的軌道，離地球最近的不外火星金星兩個，可是火星跑到地球最近的時候還隔着三千萬英里以上，金星跑到地球最近的時候也還隔着二千萬英里以上，所以現在的軌道要是不生變動，決不至互相衝撞。

(六) 各行星的衛星

在太陽周圍環繞的行星，連地球算起來，共有八個。這八個行星，都各走一定軌道，不相侵犯。月亮是附隨地球的，和地球是一小家。他一面在地球周圍環繞不息，一面又跟着地球在太陽周圍環繞不息。如同這一類，凡在各行星周圍環繞不息的星，天文學上叫做衛星。地球以外別個行星，也有和月亮樣的衛星沒有呢？

水星金星沒有衛星；火星雖然有二個衛星，可是比地球的月亮小得

多；木星有九個衛星，五個小，四個大；土星有十個衛星，他們另有他們的環，是很稀奇的；天王星有四個衛星；海王星只有一個衛星。這些衛星，大小不一樣，土星的最大，其中有比水星還大的；火星的衛星算最小，直徑不及三十英里。

(2) 水星

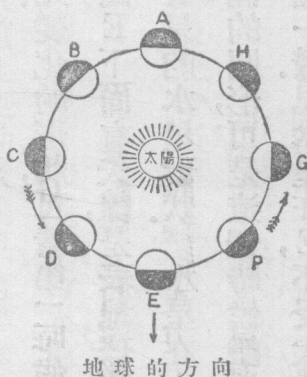
現在已經知道的行星，算水星離太陽最近。因為他在離太陽最近的軌道上走動，所以只有早晨及將晚的兩個時刻方能看見，晚間是看不見的。

這個星就是用望遠鏡觀察，也無大趣味，因為他的表面有濃雲遮着，真正狀況全然看不見。後面第一百三十頁水星及金星的照片上，有二個是水星的圖，內中現有帶黑色的斑紋。此星不能從我們頭上的高

空看見，只能在早晨及將晚的兩個時刻從近地平線的地方看見。這時光線須通過地球上很厚的空氣層，所以用望遠鏡觀察是很困難。地平線附近若有許多塵埃水蒸氣的時候，尤其妨礙得利害。

水星也同月亮一樣，有時圓，有時缺。水星環繞太陽周圍，常有半面受着太陽光，地球在他外面，所以看去有時圓有時像蛾眉樣有時全看不見。變化的形狀，可看第二十四圖。變化的理由，同月亮一樣。第二十四圖E下面有矢線，是表地球在矢鏃所示的方面。這些圖是我們從下面看見的水星形狀。水星在A，太陽所照着的半面全然看見，所以成完滿的圓形，可是這個時候離地球最遠，所以看去覺着最小，如下面的A圖一樣。水星在E，不受太陽光的半面全然向着地球，所以一點也沒有光，可是這個時候離太陽最近，所以看去覺着最大，如下面的E圖一

第二十四圖



水星形狀變化的理由

二十四圖下面各圖，一面表示圓缺的狀況，一面並表示大小的變化。

水星的大，不過和一等星差不多；光線的顏色，是青白而微微地帶着紅色。太陽系這一家族內的行星，只有水星是一閃一閃的。這是因爲

樣。水星在BCD等處的時候，如下面的BCD各圖一樣，可看見的部分漸漸缺少，可是離太陽漸近，所以看去覺着漸漸長大。水星在FGH等處的時候，和在BCD等處的時候正相反對，看見的部分漸漸增多，形狀漸漸覺着減小。第

他比別的行星小又須到最近地面空氣極厚之時纔能看見的緣故。

要看水星，須待他來到前圖C處的時候，最爲合式。若更加上在春天更妙。水星在BCD等處，都是待日沒後從西方出現。水星來到G處，也於觀察很合式。這時可是在日出之前從東方出現。若更加上在秋天尤妙。

水星行到CG二處的時候，離太陽最遠，天文學上叫做最大離隔。春天所生的最大離隔，在日沒後二點鐘從西方出現；秋天所生的最大離隔，在日出前二點鐘從東方出現。

水星表面，用望遠鏡看見有微黑的斑紋，他的形狀常常變化。水星表面沒有固定不變的斑紋，所以他自轉一次所要的時間無法測定，現在還是不知道。這個斑紋常常變化，大概是因爲水星表面常有濃厚

雲霧遮蔽着的緣故。

水星上有空氣沒有，現在尙正爭論，是一個未解決的問題。有人說全然沒有；也有人說包圍水星的都是空氣。據近來種種的研究，好像主張有空氣的一說更近事實。至於水星上有人沒有這個問題，似乎主張人類不能生存的一說爲多。

(3) 金星

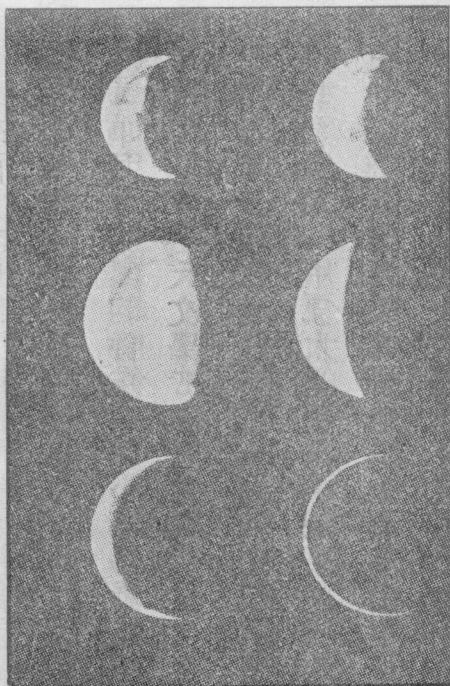
星體中最大的，自然要推金星了。金星有時在日落時候現於西方，有時在日出之前現於東方。古時希臘天文學者不懂金星運行的道理，將這日落現於西方將曙現於東方的金星，認作是全然不同的兩個星，各替他定上一個特別名稱。到那個發明畢達哥拉定理有名的幾何學者畢達哥拉纔知道這是一個星。他的意思，以爲金星在太陽周圍環繞的

時候，軌道上的位置常常變化，所以有時在日出之前現於東方，有時在日沒之後現於西方，全然和第二十四圖所表的水星運動是一樣。卽是金星行到 B C D 就現於西方，行到 F G H 就現於東方。

金星也和水星相似，有時圓，有時缺。最初發見這項事實的，是有名的伽利略。他是用望遠鏡發見的。若眼力好的人，就是肉眼也能看見。不過要待無風而空氣淨潔的時候，否則不容易看見。所以伽利略以前，雖有好眼力的天文學者，未曾發見這項現象。

用我們肉眼去瞧金星，只瞧見一點的光，就用望遠鏡看，也只是銀做的月模型一樣大。用更大的望遠鏡觀察，碰巧的時候，可以看見如下面圖中的黑斑。修勒托因此疑金星上有高山。但是用很大的望遠鏡去看，這個黑斑又看不見，大約因爲金星光力太強之故。觀察金星所用

水 金 及 金 星



上段二個是水星其餘是金星

反比用十八英寸四分之一的望遠鏡所看見的清晰。」

金星發強光的時候，若預先知道他在何方向，雖在白晝，也可望見。想乘這種時候觀望金星，可於前一夜預先注意看定金星在何方位，到次

的望遠鏡的口徑，以三四英寸爲最合式。有些學者說：「用三英寸四分之一的望遠鏡所看見的金星，

日就我們頂上的天空裏，比昨晚稍微偏南的地方去尋，必定可以看見他。

水星金星每自轉一次要多少時間？這是從古以來就曾議論過的問題。星的表面如有個固定而可認識的標幟，只要看定這個標幟從某處出發轉到原處是多少時間，就知他自轉的時間了。可惜水星金星的表面都沒有固定而可認識的標幟，所以很難知道他們自轉的時間。

十七世紀的有名天文學者伽西尼說金星大約每二十三點鐘可轉一次，也有學者說每二十四日零八點鐘可轉一次，又有人說每二百二十五日環繞太陽一次之間只能自轉一次。若是金星在太陽周圍環繞一次之間自轉也剛一次，那嗎，無論甚麼時候，金星向着太陽的半面都是相同的。若要明白這個道理，只須將眼睛望着棹子繞着棹子轉一

次就知道。這個轉法，和立在一處只將身子旋一轉，都能看見室中的四周。許多學者曾研究這件事，也有贊成二十三點鐘轉一次的，也有贊成二百二十五日轉一次的。究竟那一說是對的，尙不知道。

用望遠鏡觀察金星表面，也看見斑紋，並且這個斑紋也是變化不定。可見金星的表面，也和水星一樣，必有濃雲或是別樣東西遮蔽着。

金星上確實有空氣。你看前面右邊下首的圖那種細法，不是在月亮及其餘地方看不見的嗎？並且看見的部分比半圓還大，由這個就知道金星是有一半以上受着太陽光。一半以上受着太陽光，就是有空氣的證據，和地球上沒有空氣，所以太陽在西方沒落之後尙有暫時的光明，是一個道理。若地球上沒有空氣，太陽西沒，必定立時即成黑暗。地球上，日沒之後尙有暫時光明，日出之前也早就雪亮，是因爲有空氣照在

空氣上的光線反射到地球面上的緣故。照在空氣的光線反射到地面的時候，不是一直，稍微偏些，所以太陽雖尚未出到地面上，早就先能看見。可見地球因有空氣之故，所以有一半以上的部分照着光線。由地球上的事實推想起來，就知道金星有一半以上照着太陽光是表明他的表面有空氣。

金星上有空氣是實在的了。那嗎，金星上有人沒有呢？這個問題，一定立時要到我們腦子裏來。只要適於人類的生存，不管水星也好，金星也好，恐怕都有人類也難說。水星金星離太陽近，受的熱很强，一定是暑氣很利害。可是他的表面遮着濃雲，應該可以稍微調和些。

金星上若果然居住着人類，他們一定從雲隙裏望見我們地球在那裏四放光輝，比我們看見的金星還要光還要大。並且在金星上的人

們看我們的地球，一定也和我們看月亮一樣，有時圓，有時缺，迴轉不息。這種眺望，一定是很美麗，很有趣。在金星住着的天文學者，恐怕也在那裏研究地球上有人類沒有。他們看見地球比他們的世界離太陽遠，就疑心地球很寒冷，人類不能生存，於是斷定地球沒有人類也難說。

(4) 火星

在我們太陽系八行星中，最是成爲問題中心的，就是火星。

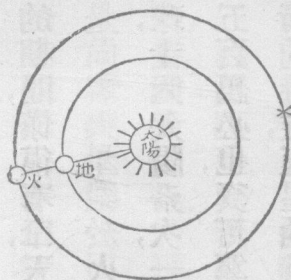
你們想必也從新聞紙上，或從別人談話裏面，聽見過火星這二個字罷！看似有運河的行星，就是火星；大家推想都以爲住有人類的行星，也是火星。

火星放紅色光輝。古時的人，以爲火星出現，乃刀兵戰亂的先兆，對他更生一種恐怖心。在青空深處，突然吐現血色的紅焰，看着實是可怕。

所以人們將皓皓的金星尊爲賜愛賜美的女神，而將火星看作可怕的軍神，並非無理由。

古時的人們雖是將戰亂凶變之事歸咎於火星出現，其實這個火星

第二十五圖



地球火星間距離的變化

離我們地球在數千萬英里的遠處，那能管得到地球上的事！火星運行的軌道，如第二十五圖，在地球軌道之外。地球到火星的距離並不是常常一樣，地球恰好行到太陽火星正中間的時候，地球火星的距離最近。此時太陽地球火星在一直線上相重合，天文學上叫「衝」。又火星行到 \times ，與地球各在太陽之一傍，也成一直線相重合，此時天文學上叫「伏合」。伏合的時候，地球火星

的距離最遠。

火星的衝來得最規則的，是每十六年可遇着一次。此時地球火星的距離，不過三千五百萬英里。要觀察火星，以此時爲最合式。可是最好觀察的期間，僅僅有二三星期。在此期間之內，恐怕世界上所有的望遠鏡都是向着火星。對於火星的攝影畫像，也都要趕這個時期。火星拜訪地球，十六年纔一次，一次的期日只二星期，他的座位又和地球隔着三千五百萬英里，真可算是地球的珍貴客人。

衝的時候，火星極其光輝，太陽西沒他卽東昇，夜漸漸深他就慢慢地向中天昇高。到和巨大的木星並肩平列，越覺明亮。

三百年來的天文學者，都常觀測火星，可是並沒有得着重要的發見。最初注意火星的是伽利略。荷蘭的天文學者海巨史在一六五六年

曾研究火星一迴轉的時間。伽西尼在一六六六年發見火星自轉一次的時間要二十四點四十分鐘。麥次托刺說火星自轉一次只要二十四點三十七分二十三秒。他這個數目好像是大致不差。到後來登寧格費了十五年的觀察，纔決定火星一自轉的時間爲二四點三十七分二二·三四秒。就此看來，可見火星一自轉的時間，比地球一自轉的時間，要稍微長些。

火星環繞太陽一周要六百八十七日，所以火星一年當地球二年。春夏秋冬的季節，不消說也自然較長。行星的迴轉軸和軌道面不作直交，作斜交，是行星上所以有季節的原因。地球的南北迴轉軸對軌道面傾六十六度半，火星的南北迴轉軸對軌道面傾六十六度，可見地球火星的傾度相差極小。因此，火星上季節的變化，應該和地球上季節的變

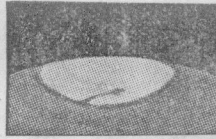
化相同，不過春夏秋冬各季的時期都加倍的長罷啦。

(一) 火星的表面

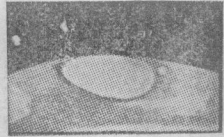
用望遠鏡看見的火星，趣味極深。書首所附的火星圖，就是用望遠鏡看見的形狀。火星表面盡作黃金色，到處有模糊的黑團，近極地方有放白光的圓形。長久注視的時候，有時看見他的北極，有時看見他的南極，從未有同時看見他的兩極。無論南極北極，都有放白光的圓形。

威廉赫瑟爾在百年前曾研究極處的白光。最初發見兩極有白光的是馬拉爾德，這是一七〇四年的事。赫瑟爾由長久的觀測，纔知道這個白光圓常常變化，並不是無論何時都一樣大的，並且在火星的冬季末尾最大。他發見這個之後，仍是接連觀察，纔又知道到火星的春季之後，白光圓漸漸變小；到夏季之終，全看不見。這個白光圓，到冬天寒

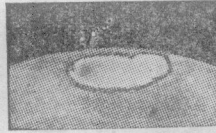
火星雪冠的變化



1909年7月21日



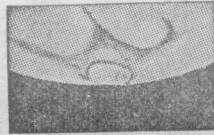
1909年8月23日



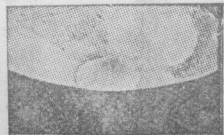
1909年9月8日



1911年12月29日



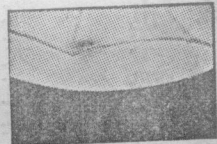
1905年5月1日



1905年5月29日



1911年12月12日



1912年2月12日

上段由左起1909年7月21日，同年8月23日，同年9月8日(漸漸變小)。

1905年5月1日，同年同月29日，1911年12月29日(漸漸變大)。

1911年12月12日，1912年2月12日(漸漸變大)。

冷之時變成最大，夏天暑熱之時變成最小，並且又是極白極白的光。從這兩點推想起來，一定是火星兩極有冰雪覆着，所以纔會有如此的現象。這個事實，同我們地球南北兩極結有厚冰的事實，完全一樣。我

們地球的北半球，一到夏天，北極的冰雪即漸漸融化，有巨大冰山從北海流下，是諸君知道的事。這和火星兩極白光圓的變化，全然一樣。天文學上稱他做極冠，也叫雪冠。火星兩極的雪冠，是同上面說的一樣，一到夏天末尾，會全然消失。但我們地球兩極的冰雪是決不會消失的，南極也好，北極也好，都存有幾千幾萬年前的冰雪。夏天所熔解的，不過周圍一小小部分。

海巨史和餘外的學者，從古時就注意到火星上的薄黑斑紋。但是到威廉赫瑟爾，纔真真研究。自此以後，就有許多天文學者都注意這個火星了。

火星和水星金星不同，就是有缺的時候，也不過一點兒。表面雖沒有和水星們一樣的濃雲遮覆，可也時有像薄霧樣的東西將他表面的斑

紋掩蔽，並且有時濃似薄雲。一九〇九年是火星的衝，最好看的年歲，當時有三日均被薄雲遮掩了。

(二) 火星上有人沒有

我們的眼睛若能將火星看慣，就可看見他表面的斑是綠帶微青的顏色。從這個斑，有紅色或帶褐色的線射向四方，（看書首的附圖）。有人以為黑斑的地方是海，其餘的部分是陸地。其實若從遠處觀望地球表面，恐怕也是看成這個樣兒。每晚每晚觀察火星表面，他那個斑是不會變化，無論何時都是一樣。就是觀察數年，也不覺着有甚不同的地方。若將二百年前所畫的火星圖和現在所畫的比較，因為二百年前的望遠鏡不及現在的精良，自然二百年前所看見的火星圖必不及現在的正確，可是大致還是沒有差異。由此可以知道火星表面的斑紋是永久

不會變化的。

地球表面有四分之三是海；可是火星表面薄黑部分和有光部分大概相等，薄黑部分——海的部分——稍微狹些。

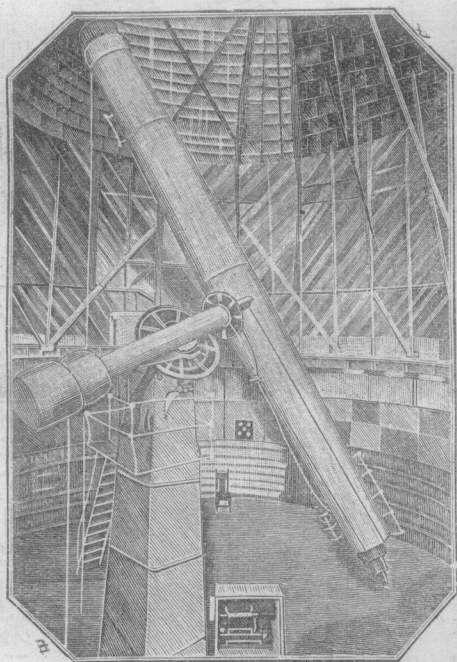
上面說火星表面的薄黑部分是海。從前的人有一個時代是那麼着想，現在又說不是了。又有一個時代疑是海的底，現在的人說大概是繁茂的植物，又說就是有水也不過是沼澤之類。那裏生着有繁茂的植物，似很確實。何以故呢？因為極處的雪冠熔解之後流到那裏的時候，那裏的顏色就很有生意。這個事實，注意一注意，就可看見。

到一八七七年，我們對於火星的思想，起了大革命。天文學者洛厄耳說：「我們對於行星，尤其是對於火星的知識，近來已經大進步。進步的第一原因，不是由於器械，乃是由於一個有天才的人力。這個有天才的

人，就是意大利天文學者夏柏勒利。那年九月遇火星的衝，這個有名的天文學者夏柏勒利正對火星面施行三角測量，他發見有無數黑色細線的網，掩覆着火星表面發紅色的部分，這些線一直橫通火星面，長有數百英里。夏柏勒利叫他做「卡拿利」。卡拿利是意大利的字音，有運河的意義。但是他定這個名字的時候，並不是說火星上的黑線就是地球上的運河。後來傳述的人聽見他發見火星表面的運河，誤解他的意思，把這個名字和地球上的運河一樣看待，以為火星表面有知識極發達的人類，所以挖了運河。

一八七九年又遇火星衝，夏柏勒利再看見了運河。可是他前次看見是一條的，有一處現在變成了二條，就是前次看見的之外旁邊添上了一條新的。他看了很是驚異。

洛厄耳使用的大望遠鏡



用來研究火星的運河的就是這個望遠鏡，口徑24英寸

黑點的。這些事情，看上面的照片可以明白。一八九二年畢克靈曾把火星面詳細觀察。他以為這些黑點或是湖或是沙漠中的沃地。

將火星運河研究最詳晰的是洛厄耳。他在阿勒薩那夫拉格斯塔夫

的地方，作了一個天文台，研究火星的運河。他常常使用的望遠鏡，如圖中所示，是大規模的，口徑有

二十四英寸之大。從一八九四年五月起，到第二年四月止，觀測了三百五十條運河，一條一條都畫有圖。洛厄耳不止觀察了畢克靈所發見的湖，並發見薄黑部分也和光亮部分一樣，都有運河通過。有這個發見，從前所疑黑處是海的話，就說不通了。

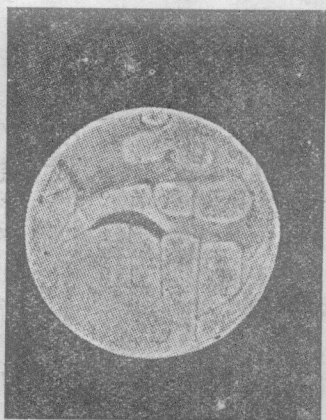
有些天文學者，以為運河是河。但從兩條運河會作十字的交叉看起來，似乎難說他是河。又火星表面好像看不見山，看不見雲，從這一點着想，也不能說是河。又有些天文學者認是火星表面的縐紋。如果是縐紋，不應該都是極直。洛厄耳認是火星上人類所作的運河，這個思想不能說一定是對，可是有許多學者都信他這一說。

各個行星都是愈老愈變冷，但是行星愈大含有的熱愈多就愈不容易變冷，這個和錢少的一用完錢多的儘用都不窮是一個道理。月

亮比地球小得多，所以很快的就冷了。現在他上面沒有空氣，沒有水，沒有生物，完全是一個死世界。至於火星，不同月亮一樣小，也不同地球一樣大，他環繞太陽的軌道反在地球軌道的外旁，由此可以說他比地球生成更早，也應該比地球凝固得早冷得早，不過不至如月亮的快。照此推想着去，好像火星尙未變成同月亮一樣的死世界，可是比地球一定老得多了。所以火星上面若是有人類，他們應該比我們地球上的人類出生更早。現在住在火星的人，應該比現在住在地球上的人進步得多。行星漸漸變冷，他表面的大氣就漸漸減少，因為這些大氣會慢慢飛到天空去。觀察火星表面，好像大氣已很稀疏，就是有雲也很淡薄，可見火星上面是不會有雨的。從這些點看起來，也知道火星已經是有年紀的老世界了。

火星上若果然有人類居住，他們一定在那裏苦心的想方法弄水。何以故呢？人類不能不食陸地所生的植物。植物的栽培非水不行。可是前面說的，火星上面無雲，所以無雨。無雨自然無河。河尚沒有，那來的水？所以火星上的人，只有利用兩極雪冠熔解的水，用運河將他引到栽培植物的地方來灌澆植物，除此別無方法。由這個思想推想出去，那嗎，衆運

火星的圖



上 1909年9月8日

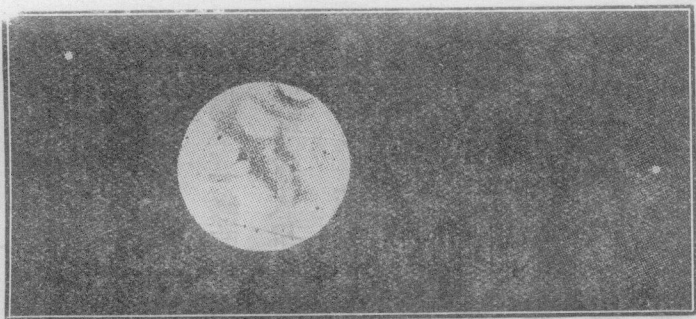
下 同年同月20日

河匯聚的黑點好像不是湖，乃是人類薈萃的中心。而黑斑之處，乃是用運河的水所栽植植物最繁茂的地方。放黃色光的部分，疑是沙漠一類的地方。以上所說的若是真確，火星上人類所用的器械一定比我們在地球上用的更爲精良。火星上有許多運河，長的竟在一千英里以上。這種大規模的工程，非有精良的機械那能做成功！就是運河的面寬，從很遠的地球尙且看見，一定是很寬的，想必最少也有數英里。但是運河的水若是過多，就不免橫溢。橫溢的水浸潤兩岸，就可生長植物。這個植物遠看也同水一樣，必成黑色，或者我們是把這樣的植物看成了河的面寬也難說。在我們地球上要挖數英里寬的大運河，確是難事。但你們不要忘記在火星上所有百物都比地球上的輕十倍。同是一樣的力，在火星上應該比在地球上能作十倍的工程。並且火星比地球年紀更大，

他那裏人的智慧比我們進步，一定有更優越的機器，就做再大的工程，必不覺困難。就是我們地球上，近來學問的進步，不過百年的努力，再過數千年之後，或者現在所不能做的事都能做到。由這一點看起來，也知道住在年紀更大的火星上的人們做這麼一點大工程不算奇怪。上面所說火星上住有人類，並且挖了大規模的運河，這些臆想，不能說一定是可信的，是一個很重大很難決的問題，今後尙要再加研究。

(二) 西出東沒的火星的衛星

一八七七年火星衝的時候，纔發見火星內有運河。同時華盛頓的賀耳教授又發見火星也有月一樣的衛星。以前的人都以為火星沒有衛星，那時纔看見有兩個小衛星在火星的周圍走動。下圖就是火星和他二個衛星的照片。近火星左旁的，叫「福波斯」，直徑只有三十六英里，離



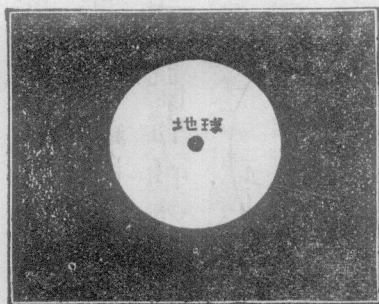
火 星 同 他 的 二 個 衛 星

火星五千八百英里在離火星更遠的右旁的，叫「帶摩斯」直徑只有十英里，離火星一萬四千六百英里。他們若和我們直徑二千一百六十三英里的月亮相比，小得很。

較近的那個福波斯，每七點三十九分鐘在火星周圍繞一轉；帶摩斯每三十點十八分繞一轉。有趣的事，是火星每二十四點鐘纔自轉一次，而福波斯每七點多鐘在火星周圍繞一轉，是一日內面福波斯能在火星周圍繞三次。因此，福波斯從西方出東方沒，並且一晝夜之間要出沒三次。我們的

月亮每二十七日纔繞地球一轉，他轉動的方向是自西向東，而地球每二十四點鐘自轉一次，他轉動的方向也是自西向東，因此從地球上望月亮，好像他的轉法是自東向西似的。這個道理，和從火車窗戶看外面的走馬是一樣。同火車共一方向走着的馬，因為他走的慢，從火車窗戶望去，就像他是向後退似的。我們的月亮，看去好像他的動法是自東向西，所以就是東出西沒。可是火星的衛星福波斯和月亮不一樣，他的速度比火星自轉的速度快，而兩個轉法都是自西向東，所以從火星上望見福波斯是自西走向東，因此福波斯是西出東沒。又這種衛星，自西出到東沒，他的形狀時時變化，西出的時候若是蛾眉形，必定漸高漸圓，到中天成半圓，東沒的時候剛好成滿圓。西出時候的形狀隨時刻遲早變化，也有作滿圓形出來的時候，也有作半圓形出來的時候。若

第二十六圖



木星地球的大小比較

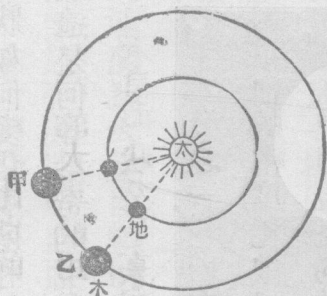
是在太陽東升的時刻他剛好自西方出，一定是滿圓形。若是夜間十二點他自西方出，一定就是半圓形，到中天成滿月。不管他自西方出的形狀如何，變化順序和月亮的變化全然相同。隨時刻早晚，形狀就生圓缺，這是何等珍奇的現象！

(5) 木星

木星是太陽系中最大的行星，直徑大約八萬八千英里。地球的直徑只八千英里，木星比地球大十一倍。木星的體積比地球體積大一千三百倍左右。木星的重量照那麼大的體積算起來可不算重，只比我們地球重三百一十倍。木星每過十三個月明

亮一次。那時看見的大，和看見火星最大的時候差不多。木星要十二年纔繞太陽一周，所以一年只能繞太陽周圍的十二分之一。就第二十七圖說，在甲的木星一年後跑到乙。地球和木星相離最近的時候木星

第二十七圖



木星看似最大的時候說明

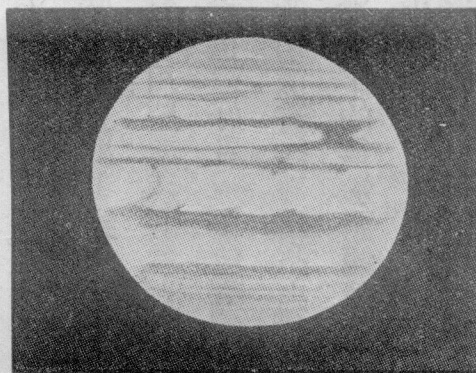
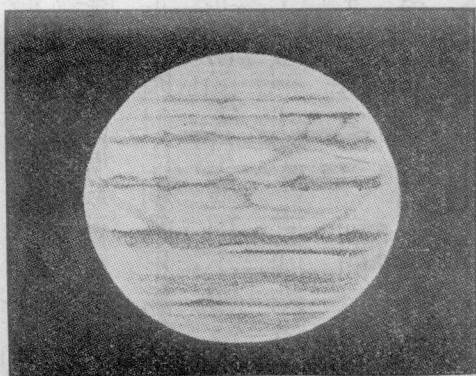
最光亮，二者都在甲線時木星看得最大。今假定地球自甲線出發，若木星全不動，那嗎，一年之後，地球繞太陽一周，重新歸到甲線，又和木星相離最近，就應該每隔一年木星有一次看得最大了。可是實實在在木星會動，等到一年之後，地球回到原處，木星已不在甲，跑到乙去了，地球要再費一月左右的工夫趕到乙線纔是離木星最近，木星纔能看得最大。有如此緣故，所以說木星每過

十三個月左右重新來到地球最近的地方看得最大。木星看得最大，正在衝的時候，所以他與日落同時從東方出現，到夜半方達中天，在天空裏光芒四射，比別的星都要光輝。用望遠鏡觀看木星，極是好看。木星是非常的大星，就用小望遠鏡看，也還好看。在望遠鏡中最初覺着的，是木星形狀不是真圓，赤道地方稍微有些外凸，凸出部分大約是直徑的十六分之一。前面已經說過，木星的重量照體積比例說是不算重。因為他的密度比地球的密度小得多，因此就有人疑心木星或者不是固體。從種種觀察的結果，好像木星是被雲包圍着，也可說木星是一塊很大的蒸氣團。木星雖然是非常龐大的東西，可是自轉一次只費十點鐘。赤道地方所以稍微凸出一點兒，想必是遠心力作用的緣故，和將雨傘迴轉傘面上的雨水飛向四方是同一理由。

(二) 木星表面

火星表面的斑紋看着甚是明瞭；木星表面的可看不清晰，只見有許多帶樣的條紋現在和赤道平行的方向，色氣微黑。這種黑帶，好像不

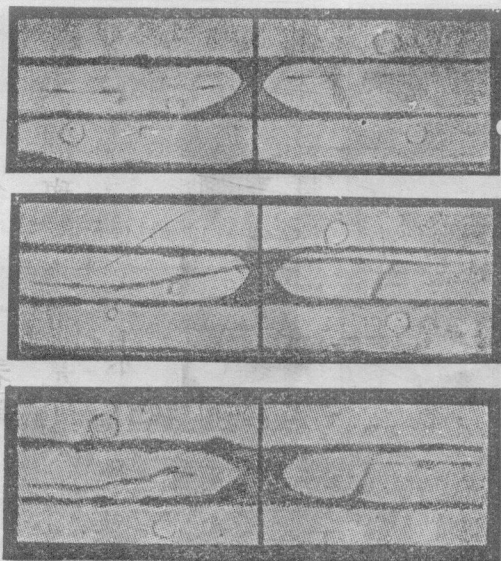
木 星



上1911年6月17日 下1911年4月14日

下圖黑點是通過表面的衛星影

木星面上的斜帶



上 1910年3月8日 中 1910年3月22日

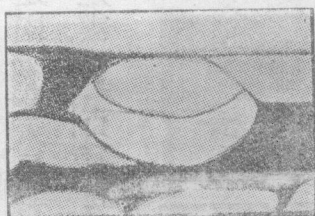
下 1910年4月29日

是固定。在木星表面。小心注視，覺着他常常變化，於是就有人疑心他是雲。也有只看見二三條的時候，也有看見六七條的時候，就是最多也

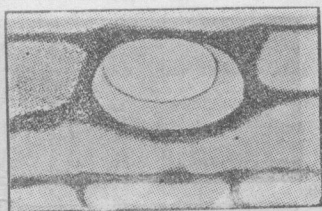
不過只看見十二條，他的細部的變化，只要注視數分鐘，就可看見帶的全體，有接連數日數星期都看見的，最長的月餘尙可看見。

看木星表面的雲帶，是一件很有趣的

木星面的大紅點



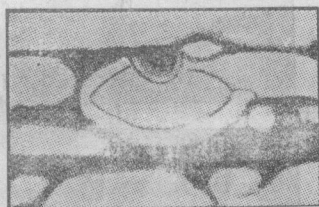
1906年10月20日



1908年5月10日



1909年11月3日



1911年5月27日

事帶的方向大概與赤道平行，有時也會稍微傾斜一點兒。最顯著的例是前頁的圖，這條斜走的帶接連看見五個星期。

木星表面除雲帶之外，還有大紅點，上方的圖就是他，形狀是橢圓，出現在帶的上面。紅點須在木星南半球纔能看見，能看見的時間比帶長得多。最初發見紅點的

年歲，是一六六五年。自那年到一七〇八年中間，忽現忽隱的次數有八次。這是夫克發見的。自一七〇八年起，有五年接連看見。到一八七八年用大望遠鏡觀察，纔知道他的顏色和紅磚一樣，長有三萬英里，寬有七千英里，面積二萬萬英方里，比地球的面積還要大。自那年起四年之後，紅色方漸漸消失。到末尾簡直差不多看不見了。但是用稍微小一點的望遠鏡，依然還是看得清清楚楚。

發見紅點的當時，都以爲這是木星表面的噴火口，並且這個噴火口很高很高，突出包圍木星表面的雲外。後來再加研究，覺着紅點是會運動的東西，於是噴火口的想像就說不通了。現在的人以爲怕是正在生長的新衛星。

大紅點以外還看見許多斑點。由觀測這些斑點和帶的結果，知道木

星自轉一次不滿十點鐘。細察大紅點和斑點的運動，好像快慢不一樣。大概一個迴轉在九點五十分到九點五十五分鐘之間。現在的人都信木星上也有地球上一樣的大氣，並且更濃厚。木星上還有極濃厚的雲。他離太陽很遠，他那裏的雲必不和地球上的雲一樣由太陽熱蒸成的。木星想必還未凝結到地球火星們的程度，表面還是溼泥一樣半流半固的物質，必是很熱，裏面的水受了熱纔昇入大氣中變成雲。這是近人對於木星的一種想像。但木星表面是否已經凝固，或還真是溼泥一樣的物質，誰也不敢斷言。再從種種方面的事實推想結合起來，似乎木星表面現在正在凝結，從他那個溼泥樣的半固體表面每日都有強烈的火山爆發，呈一種淒慘可怕的景象，而噴出物中有一部變成雲。

伽利略初用望遠鏡觀察木星的時候，看見木星周圍有四個小星，他很吃了一驚。最近的離木星有二十六萬一千英里，繞木星一周要一日十八點二十七分鐘；次近的在四星中最小，直徑只有二千一百英里，繞木星一周要三日十三點十四分鐘；再次近的在四星中最大，直徑有三千四百三十六英里，繞木星一周要七日三點四十三分鐘；最遠那一個每十六日十六點三十二分鐘繞木星一次。名叫賀克的天文學者，用十八英寸四分之一的望遠鏡觀察第一第三兩個衛星，說是看見他們面上有很大的模糊斑紋，兩極地方也有白點，然而是不是和火星上的雪冠相同可不明白。

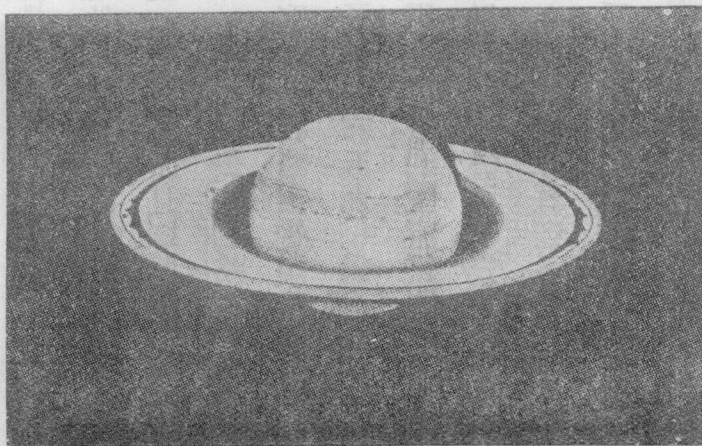
以後經過二百八十年間，都以爲木星的衛星只有那四個。到一八九二年，巴那統在里克天文臺用三十六英寸的大望遠鏡纔發見一個更

小的衛星，在從前那四個衛星的內側運行。一九〇五年柏林也用這個望遠鏡，又發見了兩個新衛星。一九〇八年格利尼奇天文臺的麥洛茲忒在衛星的照片內面又看見了一個更小的衛星。以上通共發見了八個。最近又在這八個之外再知道了一個，在上說八個的外傍，非常之小，用望遠鏡也看不見，照在像片內面纔可認識。並這個計算，木星的衛星已共有九個。

凡在行星周圍繞行的衛星都是自西轉向東，只有木星的第八個衛星是自東往西，方向相反，這是很稀奇的。

(6) 土星

土星是天空裏面最美麗的星，也是最稀奇的星。用肉眼看不過和一等星差不多的大，現一種不容易看見的鉛色。



1911年3月3日 環甚明瞭

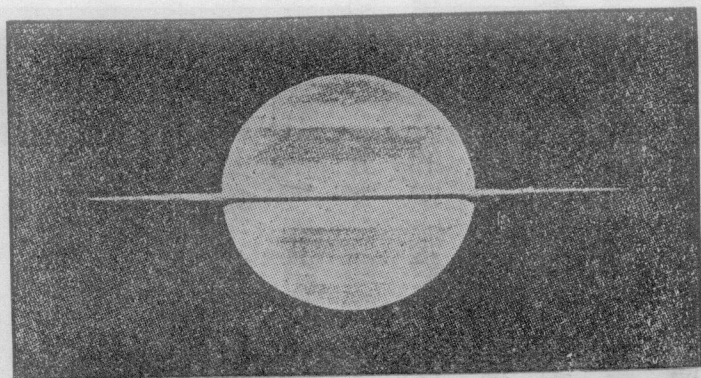
土星不僅是圓圓的星，外面尙圍着一個大環，因此在行星中最有名。但是這個環用肉眼看不見，所以伽利略以爲這個星毫無奇處，並不想用望遠鏡去觀察他。古時天文學者所用的望遠鏡太不完全，對於土星的說明他們很感着困難。他們所看見的土星，還不如用現今二三英寸望遠鏡所看見的詳細。他們做夢也沒有想到土

星是這麼美麗的行星。他們的心裏以爲大星的兩旁各有一個小星跟着他。伽利略對於土星的說明，好像也很費苦心。他給刻卜勒的書中說：「土星長而且細，好像是橄欖核一樣。」

一年半以後伽利略再把土星觀察，看見他並不是長而細，乃是橢圓的形狀。伽利略很覺煩惱，簡直疑心他一年半以前所做的觀察是完全錯了。到一六五九年爲止，對於土星的形狀沒有真確的說明。那年海厄史用二英寸的望遠鏡觀察土星，纔決定土星的球是有一個大環圍繞着。但是他想待到十分有把握之後再告訴人，所以他那個思想那年並未向世間發表。直到二年之後他乃發表他的主張說：「土星周圍有一個扁平的薄環圍繞着，這個環和土星無一處相接觸。」

一六七五年伽西尼看見這個環被黑暗的裂縫分成兩個環。一八三

土 星



1907年10月3日，從環邊望來所以望成一直線

七年恩格又看見外側的環也有裂縫。再過一年季阿勒又發見一個第三的環，在土星的球和放光的環之間。第三環和中央放光的環，並非各自脫離，乃相連屬的。所放的光漸漸衰弱，從何處起爲第三環，頗難分別。但是這個環不是直連到土星本體，行至中途就看不見了。環的直徑大約十七萬六千英里，寬約三萬英里，厚約五十英里至百英里之間。

土星環的形狀，跟着土星的季候

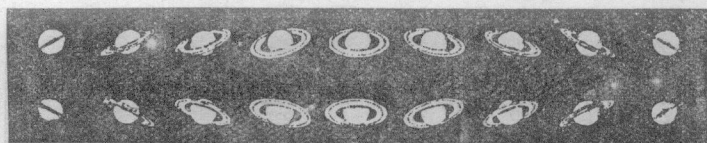


表 土 星 環 的 形 狀 變 化

時時變化。從環邊的方角望環不見，因為環的厚和寬相比較是薄得很，所以看去似前頁的圖，環的形狀好像從行星兩頭飛出的細線一樣。但是隨時時候的推移，環會漸漸變大。大約七年之後看見的應該最寬，過了那個時期又漸漸變小，一直到看不見。如此的變化，是周而復始循環不絕的。第二十八圖是表環形變化的次序。

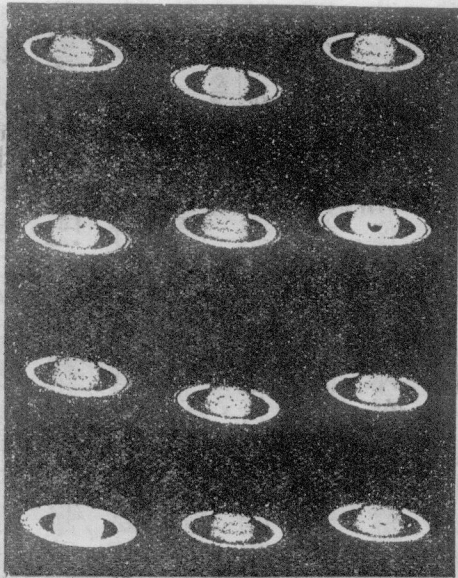
關於土星環怎樣生成的問題，曾有種種的研究。一八五七年馬克斯威發表了意見，說土星環是由許多小星集合起來的。以後里克天文臺長基拉用分光器證明馬克斯威的主張不錯。那種小星，就

是用最大望遠鏡也不能把他一個一個分開。裂縫的地方沒有這種小星，所以看去是微覺黑暗；內側那個環，小星較少，所以光不甚亮；外側那個環，小星較多，所以光就輝耀。

(一) 土星表面和他的衛星

用望遠鏡觀察土星本體，情形和木星差不多。看前面的圖可以明白，在與迴轉方向平行的地方有雲帶。但要觀察這個雲帶是很困難，不能如木星上的雲帶看得明白。因此想知道土星自轉的時間是不容易。有時先測定土星表面斑點繞行一周的時間，從此推定土星一自轉的時間。依這個方法，好像土星是每十點十四分鐘自轉一次。土星表面的情形和木星相像，密度比木星更小，從這兩點推想起來，也可說土星的狀態和木星差不多。木星的密度是水的一·三六倍，土星的密度

土 星 的 相 片



1911年11月19日在美國威爾遜山天文台照的相

共有十個。其中最大的叫做「奇丹」和水星差不多大；最小的叫做「塞米斯」是畢克靈從照片中看出來的，用望遠鏡照不着。名叫「斐柏」的衛星離土星本體最遠，同木星的第八個衛星一樣，迴轉方向是逆的，

是水的○·七倍，即是土星比水輕。土星的衛星不比十個少。那環也可說是衛星，若連他算，衛星的數就有數百萬。除環不算外，實實在在已經知道的衛星

每繞土星一周要六個月。

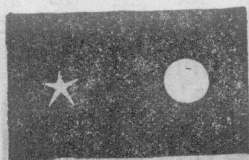
(7) 天王星海王星——我們太陽系的大

古時代的人以為土星是太陽系內最遠的世界，他的繞日軌道就是我們太陽系和別個系的分界線。到一七八一年為止，沒有人想到我們太陽系的界線比土星軌道還會遠。土星以外還有天王海王兩個星，更是做夢也沒有想到！

發見天王海王兩星的一段事實，在天文學的歷史上很有名，稍微告訴告訴你們。

有一個時候赫瑟爾想調查比某星大的星，把望遠鏡向天空做他的觀察，到一七八一年三月十三日，忽然有一個異樣的星影映到他的望遠鏡內，全

第二十九圖



用望遠鏡所看見
的行星及恆星

然和普通的恆星不一樣。普通的恆星，不問望遠鏡如何大，映到鏡裏，只能看見一點光，如第二十九圖左邊所示的一樣；若是屬於太陽系的行星映在鏡裏，可以看見圓形，如圖右邊所示的一樣。赫瑟爾看見這個異樣的星形，非常吃驚，就把望遠鏡的接眼鏡取下，換上一個力量更強的透鏡再看，那個星果然按着透鏡的倍率看得更大了。要是普通的星，無論倍率如何大，總只能看見一點的光，只這個星獨獨不是那樣，可見的的確確是一個和普通不同的星了。

最初赫瑟爾以為是彗星。每晚每晚再接再連做他的觀察，他又看見這個星漸漸對附近的星變更位置。但是赫瑟爾還不知道是發見了新行星，因為他也深信太陽系的行星通同已經發見了，決不會再有多多的。從前知道的行星都是用肉眼能看見，所以望遠鏡發明以後一百五十年

間從沒有用望遠鏡發見過行星。

以後再觀察這個星的運動，就有許多學者計算他的運行軌道，知道這個軌道不同於彗星軌道的橢圓形，乃是圓形，到此時纔斷定他是一個新行星。當時的人對於這個新行星的發見非常驚訝。赫瑟爾登時名滿天下。這個就是天王星。

天王星看看並不怎樣有趣。合式的時候，用肉眼也模模糊糊可以看見。他的大和六等星差不多。赫瑟爾說：「我們眼裏的天王星，只是一個有光的小圓，各部的光度都一樣，外觀的大沒有多少變化。若將地球軌道和天王星軌道比較，地球軌道簡直小得不成樣子。星的直徑，大約有三萬五千英里，體積大約有地球的八十倍。」夏柏勒利觀察此星，見他的赤道地方稍微有點突出，突出的長大約是直徑的十四分之一。除土

星以外，要算他突出最利害。

天王星的衛星，在一七八七年赫瑟爾發見兩個，一個叫「奇他尼耶」，一個叫「奧拍郎」；一八四七年刺塞爾發見一個，叫「阿利爾」；同年斯托刺布又發見一個，叫「安布利爾」。總共天王星有四個衛星，最奇怪的，是四個衛星都是逆運動。

天王星的軌道外，不知隔了幾萬萬英里的地方，還有一個海王星的軌道。

海王星是太陽系中最外邊的一個行星，是還沒有用望遠鏡看見以前早就由數學的計算把他發見了的有名的星。牛頓的運動法則，和刻卜勒的行星運動三法則，都對於發見海王星大有勳勞。

自天王星發見以後，他的運動常被觀測。一面從數學的計算看他

如何運動。可是計算的運動和觀測的運動無論如何總不能相合，並且他的差異是按着一定的規則發生的。由此生了疑惑，引起了學者們大的注意。法國的刺伯利研究結果，說：「比天王星更遠的地方還有一個行星，他的引力影響到天王星，所以觀測的運動和計算的運動纔生出一種按規則的差異。」他並想道：「如果我的見解不錯，那嗎，那個行星應該在何處呢？」所以他又從事計算，算得那個行星比天王星還要遠二倍。他把他所算定的地方托德國柏林觀測所長伽爾勒去搜尋。受托的伽爾勒觀測之後，果然在刺伯利所算定的差不遠的地方發見了一個新行星。這是一八四六年九月二十三日的事。

在此以前，劍橋大學有一個學生名叫亞丹斯也和刺伯利一樣設想，也計算了新行星的位置，函托倫敦天文臺長阿利觀測。那是一八四五

年十月的事，但是阿利對於這個無名學生的函托毫未注意。等到第二年九月接到了新行星發見的通知，他纔想起亞丹斯寄給他那封信來，拿來一看，新行星發見的位置和亞丹斯所算定的位置絲毫不差。阿利這一驚非同小可，但是事已過去，無法補救。自悔一年之前若對於亞丹斯的信親切一點，這個發見新行星的大名譽自然可歸到英國，現在已無及了。從此他並受了英國學界的許多非難，那是應該的。

至於我們呢，自然應該把亞丹斯的先見和刺伯利的功績同樣尊敬。一八四一年七月，即是新行星發見的五年以前，亞丹斯在他的日記中寫了下面的一段：「天王星的運動所以不按規則，一定比天王星遠的地方還有一個行星，若是能够把那個行星的軌道大概算定，那嗎，要發見他就容易了。」他有先見之明，就這一段的日記也可以知道。

海王星只有一個衛星，也同天王星的衛星一樣，是逆運動，直徑大約有二千二百六十英里，離海王星約二十二萬三千英里，每五日二十一點鐘繞海王星一次。

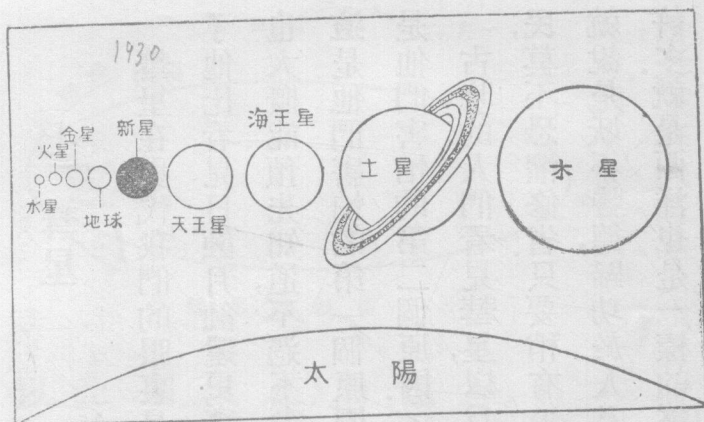
天王星海王星的各點都相差不遠。例如衛星是逆運動，各各的表面用望遠鏡看不見有甚變化，這些都是相同的點。他沒有地球火星等一樣的固定斑紋，自不消說。就是木星土星一樣的斑團也沒有。在望遠鏡內所看見的情形，反和金星水星相似。可是用分光器看見的結果，又同金星水星不相同，像有非常濃厚大氣似的。

就太陽系八個行星總看起來，可以將性質相似的分成四組。最奇怪的是組的順序和離太陽的順序一樣。就是水星和金星一組，地球和火星一組，木星和土星一組，天王星和海王星一組。

(8) 新行星

從前我們驚歎太陽系的領域如何廣大，以爲八大行星之外再不會有其他的行星了。那知道本年（國曆十九年）三月十三日美國羅厄爾天文台諸天文學者又發見了一個比海王星更遠的大行星！有的人把這行星叫做「冥王星」距太陽四十一萬萬八千五百萬英里（爲地球太陽間距離的45倍），體積爲地球的兩倍半，繞日一周的時間大約爲三百零二年，等級居第十五。這個發見使太陽系的半徑增大了十四萬萬英里，使我們地球在太空中又多添了一位姊妹，真算是自海王星發見後八十四年來天文學上的第一件大事。

羅厄爾天文台是羅厄爾教授建造的，於一九一四年落成，但是落成後二年他就死了。羅厄爾是有名的天文學者，因爲研究天王星的騷動，



九 行星 的 大 和 太 陽 的 比 較

早就以為除海王星外還應當有一行星，距太陽的遠為地球的43倍，和現在所測得的相差無幾。三月十四日是羅厄爾的生日。假如羅厄爾有知，聽見說在他生日的前一天在他所建造的天文台上發見了他所預料的行星，不知道他要怎樣歡喜呢！

據許多天文學者的計算，海王星外應當有兩個行星，一個是現今所發見的，還有一個距太陽的遠為地球的71倍。宇宙間未解的謎還多得很呢！

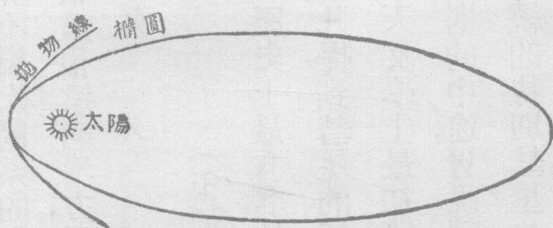
七 彗星

彗星在現代我們的眼裏是很美麗的一種星，可是古時的人們看見了他比看見日蝕月蝕還更害怕。日蝕月蝕出現的時日，古時的人們也大概能預先知道，不過不大準確。彗星出現的時日，他們全然不知道。這是他們害怕的第一個原因。彗星出現不過數星期，隨卽無踪無影，這是他們害怕的第二個原因。

古時的人們看見彗星，以爲這是天下大亂的先兆。上自皇帝，下至人民，莫不恐懼修省。只要稍有災禍，卽把他歸到彗星身上；要是幸保平安，就說是妖不勝德，歸功於人君的修省。這種事實，在我國的歷史上許多許多。就是西洋也是一樣的迷信，朱理亞大帝被殺後沒有好久，紀元前

第三十圖

七 彗星



彗星的軌道

四三年有大彗星出現，當時羅馬的人們說這是天帝遣來迎接大帝的天神。到中世紀的一〇六六年又有很光亮的彗星出現，諾爾曼民族以

爲這是征服英格蘭的先兆。一四五六年的彗星，土耳其人以爲是占領君士坦丁堡的前徵。還有更奇怪的思想，以爲彗星是天神發怒從右手拋出來的火球。就是沒有好久以前的人，還信彗星是降禍殃於我們人類的東西。彗星有兩個種類。一個屬於太陽系，一個不屬太陽系。屬太陽系的，是在太陽周圍按着第三十圖橢圓形的軌道行走。因爲軌道一定，所以一次出現之後，第二次的出現時日可以計

算不屬太陽系的，是按着第三十圖拋物線的軌道行走，出現之後，飛向很遠很遠的地方，再不歸來。所以這種彗星只能看見一次，決不能看見二次。

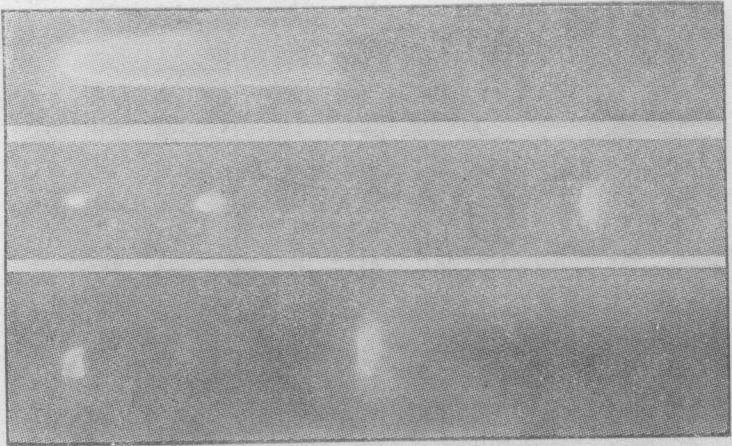
(1) 嚇列彗星

歷史上最著名的彗星是「嚇列彗星」。嚇列是一個天文學者的名字。凡提到彗星的話，總不能把這個嚇列彗星丟開。

天文學上最初研究彗星，大概在一六八〇年的時代。牛頓研究引力法則的中途，曾說彗星行星都受引力的作用，但是他對於在太陽周圍環繞的特別彗星並沒有說甚麼。到一七〇五年他的良友嚇列纔把這個题目的研究發表了。嚇列所研究的彗星，就是現在我想說的嚇列彗星。這個彗星著名的原因，也不是因為非常光亮，也不是因為看得分

彗星列

七
彗星



自1835年出現接連到1836年纔不見

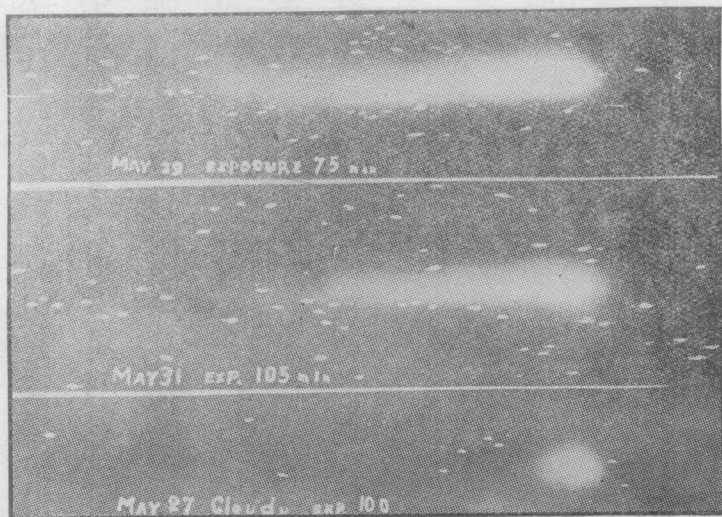
外清晰。要說光亮和清晰，還是「多那奇彗星」及一八一一年
的大彗星比他強得多。那嗎，到
底因為甚麼會那麼著名呢？因
為覓得證據，知道的確確在
太陽周圍迴轉的頭一個星就
是他，所以著名。他是每隔七十
五年或七十六年來太陽近旁
一次。

牛頓把他熱心研究了的引
力法則向星體運動試驗的中

間，忽在一六八二年出現了一個大彗星，許多的天文學者都細心的把他研究，嚇列也是這些學者內面的一個。他研究之後，心想彗星怕也是同行星一樣在太陽周圍有一定的迴轉軌道，這個軌道如能發見就知道會再現不會再現。羅伯波爾說：「嚇列研究了二十四個彗星的軌道形狀，那二十四個彗星是自一三三七年至一六九八年之間出現的。有三個彗星的軌道形狀大概相同，他想這一定是同一個彗星出現了三次。」這三個軌道相同的彗星，頭一次在一五三一年看見，第二次刻卜勒在一六〇七年看見，第三次嚇列自己在一六八二年看見，並且知道這個大彗星在一三八〇年一四五六六年都曾出現過。就此看來，這個彗星明明是大約隔七十五年出現一次。

因此嚇列料定這個彗星到一七五八年的末尾和一七五九年的開

1910年看見的嚇列彗星的相片



上 5月29日 中 5月31日 下 5月27日

始一定還會出現，他就預先說了一面他又知道他自己的壽年決到不了那個時候，特在預言之後添了幾句說道：「若能照我所說的話，這個彗星在一七五八年果然再現，那嗎，最初的發見者不能不說是英國人。」

漸漸將要到嚇列預言的一七五八年，就有許多

學者注意這個嚇列彗星是否果然出現。法國的克勒洛又發表一個預言說：「彗星受木星土星的引力，因木星的影響，遲五百八十日；因土星的影響，遲百日照如此計算，怕應該在一七五九年四月十三日纔能



1910年 5 月 4 日

來到太陽最近的地方。」自這個預言發表之後，天文學者們的注意愈加聚向到嚇列彗星。大家都想取得最初發見者的

榮名。後來這個彗星，果然照嚇列說的，在一七五八年末尾出現了。雖然有許多天文學者專心專意在那兒注視等待，可是最初發見者並不是他們，乃是住在德勒斯登近傍一個無聲無臭的農夫。你說奇怪不奇怪？原來那位農夫有一架小望遠鏡，每天做完了事，都拿來觀看天空，當做他的消遣。一七五八年聖誕節的晚上，他也是照平時一樣拿了望遠鏡來望望天空，不料他在那時就發見了嚇列彗星。許多學者專等等不着，倒被他無意的看見了，天下的事真是難料。那次的嚇列彗星走到太陽最近的時候，剛是一七五九年三月十二日，比克勒洛所預言的時日早一月，他的計算總可說是沒有大差。

這個彗星，以後在一八三五年出現一次，一九一〇年又出現一次。我們遵守嚇列的遺囑，把他的名字做這個彗星的名字，使他永久不會被

人忘了。

(2) 彗星的出現

每看見一個新彗星，第一要研究的問題，就是「他從前出現過沒有？」行星一類的星子，表面多少總有點特徵，所以一看見就知道他是甚麼星。彗星可不能這麼容易。他的主要部分，是頭尾兩處。就頭說，無論那個彗星的頭，形狀顏色都無大差；就尾說，同一個彗星的尾，也有時長，有時短，有時又長又彎，有時全看不見。所以單就外面看見的形狀，想分別他和前次看見過的彗星是不是一樣，是不可能的事情。

看見一個彗星，要知道他和從前出現過的彗星是不是一樣這件事，照前面說來，單比較他的外形是不能決定的了。要想決定，必得先算算彗星運行的軌道，看他從前出現的彗星軌道同不同。如把軌道

算定了，就知道他是不是太陽系的彗星，或還是只現一次決不再現第二次的彗星。前面已經說過，軌道若是橢圓形，就屬我們太陽系，出現不止一次；軌道若是拋物線形，就一去無踪，決不出現第二次。

彗星並不稀奇，不過大的可不容易看見。在照片內纔可發見的小彗星，是很多很多。據可靠的記錄，自古代到最近，看見了的彗星已有一千二百個。以後照相方法必定逐日進步，從照片上一定可以多發見彗星。並且一定還會想出種種別的方法去發見，所以以後每年新發見的彗星必比從前更多。

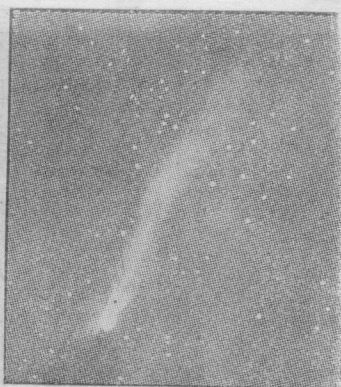
(3) 摩勒豪斯彗星及別的彗星

一九〇八年看見的摩勒豪斯彗星，在出現的中途，忽起顯著的變化，因此很有名。看下面的圖，可以知道變化的情形。

星 彗 斯 豪 勒 摩



1908年10月3日



1908年10月30日

彗星的光是否自己生的，還是和月亮行星一樣從太陽受來的？這個問題不甚明白。只知道摩勒豪斯彗星稍微能夠自己放光。至於彗星是怎樣變化，只要看每晚撮成的照片就知道。摩勒豪斯彗星，自一九〇八年九月三十日起，變化很利害：在前一日，他那個尾的形狀，尚同平常一樣，到三十日就大生變化。並且到第二日就是十月一日變化還未止。在十月一日他的尾已不能用望遠鏡

星 彗 斯 豪 勒 摩

七 彗星



1908年10月30日



1908年11月22日

看見，映在照片內方得微微看見。過了一日二日之後又重復看見，可是很短，並且像是被扭彎似的。漸到十月末尾，纔慢慢的擴展，卒至展成一把扇的形狀。這個變化還不止，一直到十一月末，化出了許多小尾。以後還是有時看不見，有時變成新的尾。

一九一〇年出現的「畫間彗星」，是很著名的彗星。我記得那時的大彗星，接連有數日都在夕陽的天空看見。阿非利加托蘭斯巴爾的觀測

摩勒豪斯彗星

這個彗星在二星期內變化得甚利害，連尾的方向都變了



1908年9月29日



1908年10月3日



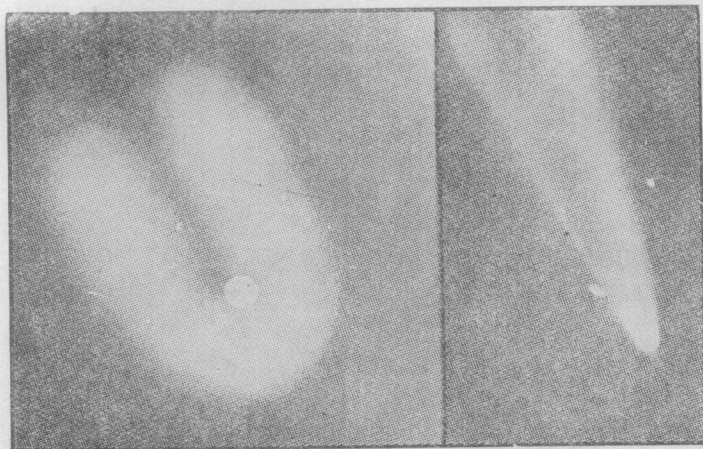
1908年10月12日



1908年10月13日

所長印涅斯從奧冷基殖民地的某站站長接着一個報告說：「嚇列彗星從日出前起出現，約經過二十分鐘。」這是一月十五日的事。十六日是陰天，不能看見。十七日日出前，印涅斯也看見了這個彗星。這個彗星，在天文學者沒有發見的以前，被鐵路辦事員發見了。剛好那時是人家都以爲嚇列彗星會出現的時候，所以站長叫他做嚇列彗星，其實是晝間彗星。又印涅斯說：「在南阿非

彗 星 問 答



左 1910年1月29日 彗星頭看得很明白

右 看見飛向太陽方面的第二個尾

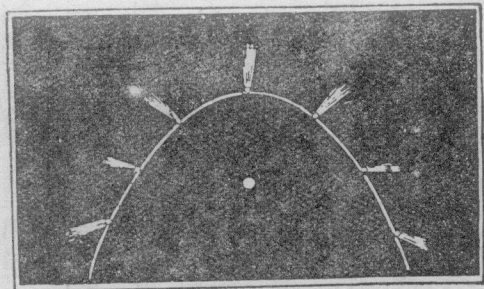
利加最初發見這個彗星的時日是一月十二日。發見的人是鑛山內作工的。十六日纔接着通知。第二日尙有數個工人看見他。」照這個話看起來，是在站長報告以前，已有了發見的人，不過報告遲了一日。

這個彗星不久就趕過太陽前面，傍晚之時現在西方的天空，那時非常明瞭，無論

(4) 彗星通過的道路

如第三十圖一樣，彗星在太陽周圍迴轉的軌道，有作橢圓形的，有作拋物線形的，在前面已經說過。每隔若干年即再現一次，如同嚇列彗星之類，是屬前一種。如同一九一〇年的晝間彗星之類，是屬後一種。凡屬後一種的彗星，能夠走到若干遠，無人知道；是不是屬太陽系，更不明白。照他的軌道形狀計算，幾年之後他可重新歸來？這個年數，是很遠很遠。是不是一定歸來，簡直沒有方法去驗他。例如一八二四年的第二號彗星，百萬年纔能回來；一八六三年的第一號彗星差不多要二百萬年纔可回來；就是比較回來快的，如同一六八〇年的彗星之類，也要一萬五千年以上的年數。到了這個年數，是不是一定回來，這是要待到幾萬年幾百萬年之後纔能明白。彗星的旅行如此之遠，路途中必定遇着許多

第三十一圖



彗星的運動和尾的方向

這個尾被他吹散的一樣。從彗星頭上飛出的小點粒，看去成尾的形狀，這是很確實的事。從太陽出來的力，向着這些小點粒有一種作用，不難推想而知，這叫做「光壓」。從太陽出來的光，常作波浪形狀，向入

別的星體，恐怕衝突的事也有，受別個星體的引力變更進行方向的事也有，要想重行回到太陽的地方來，怕不能夠。

我們看見彗星，覺得最稀奇的，是有尾一件事。並且他在太陽周圍迴轉之時，這個尾常向太陽的反對方面。看第三十一圖，無論彗星在甚麼地方，他的尾總披向反對的方向，好像有風從太陽吹向四方

面傳播，若是碰在一個物體上，就生壓力作用，和海面波浪衝到岸邊能將沙土衝動是一樣的道理。光的波非常之小，波長不過一英寸的幾百萬分之一。所以普通物體，就是受着光，絲毫不覺有壓力的作用。如同海面的小波，衝在細沙上面，雖然能把他衝起來，衝在大石塊上面，就不覺有力的作用。做成彗星尾的物質是小而且輕，太陽的光壓容易將他推動。彗星尾固然也受太陽的引力，將他引着，可是光壓的推動力比太陽的引力強，所以披散成尾的樣子。一九一〇年的畫間彗星最是奇怪，大尾固然也披向太陽反對方向，頭上另有一個小尾，可是披向太陽方向。他的照片前面已經登過，查看就可知道。其餘的彗星，也常有如此的例。彗星尾常披向太陽反對方向，所以日沒後現在西方的彗星尾披向東，早晨的彗星尾披向西。

八 流星

流星這個東西，想必人人都看見過了。晴天的晚間，若在外散步，必常常看見有火線一樣的東西，從天空一方飛向別一方，不過一瞬的工夫，忽然而生忽然而沒，這就是「流星」。有小到用望遠鏡尚看不見的流星，也有發聲如雷，將黑夜照成白晝一樣的大流星。這些種種的現象，決不是流星的種類不同，不過大小之差罷了。詳細的事情，在「空氣·水·火」那一冊中（本叢書第三冊）陳述。我還小的時候，看見很巨大的流星如同火球一樣在漆黑黑夜間照同白晝，直徑約有一尺，從我村中的天空橫掠而過，向西邊山後落下，聲響如發放大礮，行走非常快速，從我頭上飛到西方落下不過一瞬工夫，過後的路上留有點點火星，看去像尾一

樣。

非流星又叫做「隕星」。照這個名字字面看起來，好像天上的星會落到什麼地方去似的，其實決不如此。我們所看見衆星之中，在太陽周圍迴

轉的叫做行星，

這是前面已經

分章說明了。除

這些行星以外

的星，通叫做普

通星。流星那項

東西，並不是普

通星會落下。普

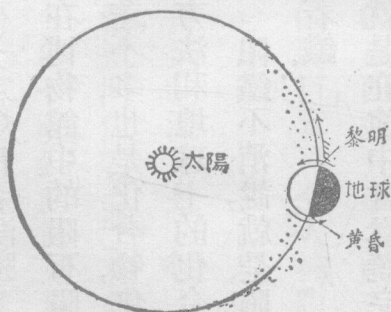
流星的壯觀



通星都是很大，大概不是比太陽還大。就同他一樣大，普通星離地球也很遠。每日燦爛光輝的太陽，若漸漸跑向遠方去，必定越遠越小，但是要小到我們每晚看見的普通星一樣，太陽一定要跑到很遠很遠的地方去纔可以。

流星是什麼？決不是那麼遠那麼大的普通星會流動，實是在離地球表面不遠的天空有無數小石和星體的碎片在那裏懸垂着，他們落向地球來的時候必定和大氣相衝撞和空氣相摩擦，因此生熱發光，這就是流星。諸君恐怕要問「流星既是如此生成，何以我們向空中投石並不生熱發光呢？」這是因爲速度不同的緣故。從天上飛來的石進行非常快速，所以摩擦生熱；我們所投的石行走很慢，所以不生熱發光。這種流星，在晴天夜晚，一點鐘總有四個以至八個可以看見。就是在

第三十二圖



流星所以生的理由

白天，也不是沒有，不過那時太陽光亮，所以看他不可見，和白天看不見星是一樣道理。一日間向大氣中飛去的流星，有人說二千萬顆，也有人說四十萬萬顆。

一日中，在天將要曉的時候流星最多。他的理由，看第三十二圖可以明白。地球一面自轉，一面在太陽周圍環繞。黎明的時候，地球向上方運動，跑向懸垂天空的星體碎片中去，他們都飛到地球大氣中來，成爲流星，所以這時格外多。

(1) 隕石隕鐵

大概的流星，多是被熱力燃燒，在中途燒得無踪無影。可是頂大的流星不一定燒得干淨，賸下的部分一直落到我們地球上來，這就是陳列在博物館中的隕石隕鐵。隕鐵大體是成塊的鐵；隕石和地球上的石差不多，也是化合物，化合物的元素是地球上也能看見的，可是化合物的方法和地球上的化合物大有不同，因此，是不是隕石一看就可以區別。隕鐵不消說，就是隕石也含大部分的鐵。大概的星體，恐怕大體都含着鐵。

就是在途中會燃燒完的小流星，也還有同大礮一樣的聲響。隕石隕鐵落下來的时候，他的聲響自然更大。但是此種現象不是常有，並非人人都能經驗，所以容易叫人不相信。

天文學者阿拉各將從古以來關於隕鐵隕石的記載蒐集了數百種。

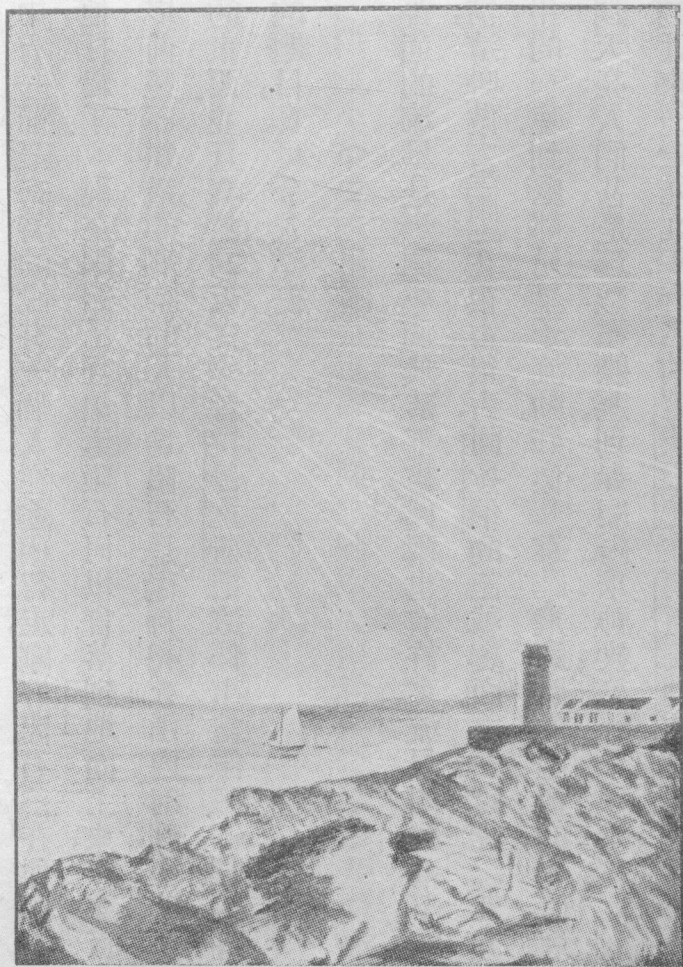
其中有一節最奇特的，說有一個人，在途中行走，剛好隕石落在他頭上，將他打殺了。現在固然已經知道隕石何以會落到地面上來，距今百年以前是不知道的。那時的人以為隕石是從月亮火山內射到地球上來的東西，並且有名的天文學者拉普拉斯把這件事當作一個數學研究的題目，真可令人捧腹。

(2) 星雨

普通的流星，是一個一個飛落下來。偶爾也有許多流星同時落下的事情，這叫做「星雨」。在很古很古，阿拉伯的記載裏面，有一段說：「五五九年的一晚，到處都見星子流動，好像一羣亂飛亂跳的蟲似的，一直連續到天亮，人們甚是驚駭，盡躲避到寺廟內求神救護。」

到近來一七九九年，有名的豐波爾托在南亞美利加看見星雨，又一

星雨的壯觀

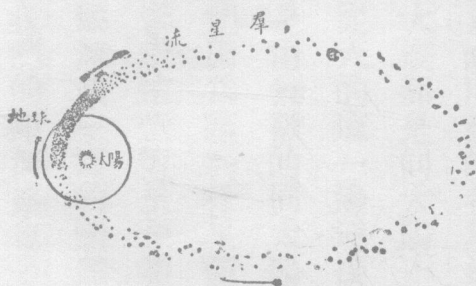


八三三年十一月的十二二十三兩晚，也有猛烈的星雨，真是一種壯觀，北亞美利加看的最明瞭。落到最猛烈的時候，從空中究竟有多少星落下，簡直沒有方法可以數得清晰。有人說猛烈程度，怕流星數有落雪時候雪片數的一半。接連二晚，都看見，想必接連落了二天。白天一定也落着，不過因光線的緣故看不見罷了。

各個星都同前面的照片一樣，看着好像從一點飛出似的。亞美利加的天文學者牛頓疑到猛烈星雨，怕是每過三十四年或三十三年有一次。後來查看從古以來的記載，知道果然同他的想像一樣，猛烈星雨大概隔三十四年生一次。於是他就料定一八六六年十一月十三日黃昏起到十四日早晨止，一定有星雨。並知道在每年相同的季節相同的空中都有星飛落，不過飛落的星數每年不同。後來果然不出牛頓所

料，一八六六年十一月從十三日黃昏起有了猛烈星雨。這次星雨，從「勒奧」星座飛出來，所以叫做「勒奧流星」。一八九九年應該有猛烈星雨，那年十一月十三日許多人都等待着很想看他，可是落的不多，第二年的^{一九〇〇}年也還不多，到第三年的^{一九〇一年}纔落的很猛烈，但是還不如一八三三年和一八六六年的利害。爲甚麼出現期間會如此變動？現在我用第三十三圖來說明他。地球同圖中一樣，要費一年光陰纔能環繞太陽一周，是知道的事；一面流星羣是許多小星聚集起來的東西，循着圖中橢圓形的軌道在太陽周圍環繞；地球的軌道和流星羣的軌道有相重合的地方，地球來到這個地方的時候，若是流星羣的團體也剛好來到那裏，流星羣內的小星就突入地球大氣中，生起猛烈的星雨。可是流星羣的團體好像大概要費三十四年工夫方能環

第三十三圖



流星發生的理由

繞太陽一周，所以猛烈星雨是大約過三十四年起一次。又每年十一月十三日都有小小星雨。這是因為流星羣的大部分雖團結在一處按

着軌道迴轉，然而尚有殘餘的小星留落在軌道上，每年地球若來到軌道的此處就隨時都有少許流星通過，所以每年十一月十三日都有小星雨。一八九九年應該發生的大星雨延到一九〇一年纔生，怕是流星羣的軌道受了木星或別個星的引力發生變化的緣故。除勒奧流星之外，尚有每年十一月二十七二十八日發生的「安多洛麥打流星」四月發生

的「利拉流星」八月十日左右發生的「拍細阿斯流星」

九 其餘的星

前面所說的各星，通是屬太陽系的星體。但是我們每晚看見的許多星，大概都是同太陽一樣大的居多數。天上還有像河的東西，看去好似從天的這一邊連接流到天的那一邊一樣，這叫做「銀河」。說銀河也是由無數的同太陽一樣大的星聚集起來的，不過看去像河的形狀。我們因為區別行星衛星的緣故，把這些同太陽一樣的星，特特的叫做「恆星」。這些恆星全體的團體叫做「銀河系」。我們能瞧見的天空內，同銀河系一樣的團體不知有多少，你說宇宙是何等的廣大！

我們的銀河系也是很廣大的。說從最近的恆星到我們地球，就是光線走，也要四年半。從太陽到地球的距離，光線走，只要八分鐘，前面已經

說過了；地球到太陽的距離是如何遠，也在前面說過了。但是現在將到太陽的遠和到恆星的遠比較起來，是八分鐘和四年半的差別，並且這還是就最近的恆星說，你說恆星的遠豈是我們所能想得到的麼？那嗎，我們的銀河系究竟有多麼大呢？聽說銀河系的形狀是和一塊薄圓板差不多，圓的直徑，光線走要一萬年，厚大約是直徑的十分之一。光線的速度，一秒鐘能在地球周圍環繞七回半，以這麼的快法在銀河系的直徑上走要一萬年，我們銀河系是怎麼一個大東西你們應該可以想像了罷！宇宙裏面像銀河系那麼大的世界有無數個，那嗎，宇宙的大我們除了驚駭以外，還有甚麼可以說呢？

從地球上用肉眼可以看見的星數大概不過六千內外。我們就是終夜觀望，也只能看見一半，還要眼力好的人。若是眼力不好的人，連這個

數尙看不見。我們按着星的大小，把他分成一等星、二等星等等的等級。若是眼力好的人，用肉眼能看見六等星，用望遠鏡好像能看見十八等星。除眼睛能看見的星以外，實實在在還有許多看不見的星。用望遠鏡所能看見的星裏面，想必就有無數是肉眼所不能看見的。若將這些星通同算起來，我們銀河系全體有多少星呢？從種種事情推想起來，好像屬銀河系的恆星大約在十萬萬到二十萬萬。若是他們也同太陽一樣，各個都有隨屬的行星，行星又各有隨屬的衛星，那嗎，我們的銀河系也不可不說是一個很大很大的大家族了。