

開明青年叢書



# 向絕對零度挑戰

陳嶽生著

開明青年叢書

# 向絕對零度挑戰

陳嶽生著

開明書店

## 向絕對零度挑戰

每冊售價人民幣 5,700 元

丙(絕 4815)

---

著者	陳 嶽 生
出版者	開 明 書 店 (北京西總布胡同甲 50 號)
印刷者	華 文 印 刷 局 (上海濟寧路 143 弄 4 號)
發行者	三聯·中華·商務·開明·聯營 聯合組織 中國圖書發行公司 (北京絨線胡同 66 號)
各地分店	三聯書店 中華書局 商務印書館 開明書店 聯營書店

---

1951 年 7 月初版(1—8000)

72 P 32 K

有著作權 ■ 不准翻印

## 卷 頭 言

這一本小書，是積集筆者歷年在各雜誌上所發表的物理學通俗講話，加以整理與修訂而成的。全書共收文十六篇，一部分是自然現象的解釋，還有一部分是新工具的介紹與新研究的報告。

各篇雖然互相獨立，但十六篇的內容，卻是與物理學中力學，熱學，聲學，電學以及光學各部門都有關係的。

爲了要使各篇的講解比較完備起見，選取材料時不免超出一般物理學教科書的範圍。但在這些地方，筆者竭力避免深奧的理論；即使採用數學的講解，也只談到簡易的應用爲止。因此，這本書似乎可作一般知識青年的物理學課外輔助讀物。

在敘述的時候，筆者往往加入文藝化的穿插。在筆者看來，也許這樣寫法是可以舒緩讀者的腦筋的。

本書的整理與修訂，顧均正先生曾提出可貴的意見。文字上的修改與校對，鄭亦秀女士曾予以極大的幫助。筆者於此特致謝意。

筆者才識淺薄，書中錯誤，在所不免，尙希讀者隨時指正。

陳嶽生 一九五一年四月於  
國立上海航務學院

## 目 次

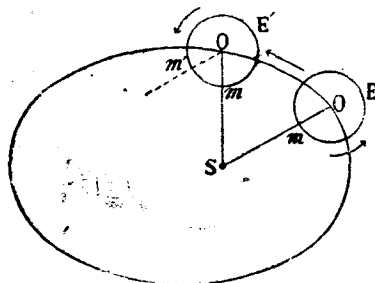
平均太陽日淺釋.....	1
到月球去的三個問題.....	8
在時間裏面旅行可能嗎? .....	20
從氣球到直昇機.....	25
氣旋中的氣流爲什麼旋轉? .....	40
鏈反應與水的合成.....	49
液體的表面與內部.....	55
談談聲波.....	60
回聲之話.....	67
向絕對零度挑戰.....	75
溫度與生命.....	81
雷雲是怎樣生成的? .....	88
電閃的性狀與機構.....	101
電子顯微鏡的今日與明日.....	112
反射顯微鏡.....	118
柵輝管的應用.....	129

## 平均太陽日淺釋

### 地球一年自轉幾週？

一年三百六十五又四分之一日，一日二十四小時，這個概念對於一般人是太熟悉了，似乎無庸再加註解。但是一般人恐怕往往以為地球每年自轉 365.25 週，而不知實際上並非如此。下文便將用最簡明的解釋，告訴你到底是怎麼一回事。

如圖 1 所示，地球在地位  $E$  的時候， $m$  點正對太陽的中心  $S$ ，在  $m$  點的觀察者看來即是適值正午。設地球永在  $E$  處，不繞太陽  $S$  公轉，那末它自轉恰恰一週後， $m$  點又正對太陽，該處便又值正午。換句話說，自轉一週就是過了一太陽



日。但是實際上地球是要繞太陽公轉的，當它在軌道上前進時，從正午到正午（即一太陽日）相隔的時間，就不止自轉一週所需的時間了。

再看圖 1，假定地球從  $E$  行到  $E'$  時，恰巧自轉一週，那末  $m$  點的地位便將在  $m'$  而不正對太陽，也就是該地的時刻還沒有到正午。倘然地球從  $E$  行到  $E'$  時， $m$  點再度正對太陽，在  $m$  點的觀察者看來恰巧經過一太陽日，那末從圖便可以很清楚地知道，地球除了自轉一週之外，已經多轉過了一個角度，

使  $m'$  移到  $m$  的地位。所以一太陽日的時間在實際上比自轉一週的時間稍微長一點。

因為地球在軌道上前進，每過一太陽日自轉比一週多一點，所以它行畢軌道一次，即過了一年後，它的自轉次數決非三百六十五又四分之一，而要多一點。現在我們來講一講地球一年究竟自轉多少週。

在地球上的觀察者，是看不見地球自轉也看不見地球公轉的。他目中所見到的只是太陽的相對運動和星辰的相對運動。所謂一太陽日，從直覺來說，便是太陽接連兩次經過一地子午線所需的時間。倘然我們假定，地球上某地永遠正對太陽，那麼直覺告訴我們，地球好像並不自轉。但在地球的公轉條件下，實際情形便不同了。我們看圖 2，即知地球從  $E_1$

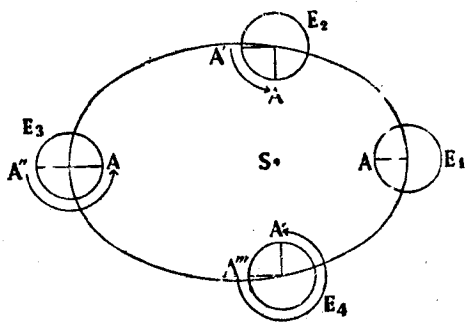


圖 2. 地球每年自轉  $366\frac{1}{4}$  週

行到  $E_2$  時， $A$  點須從  $A'$  轉過九十度，方得仍正對太陽；從  $E_1$  行到  $E_3$  時，須從  $A''$  轉過一百八十度方得正對太陽；從  $E_1$  行到  $E_4$  時，須從  $A'''$  轉過二百七十度方得正對太陽；從  $E_1$  出發回到  $E_1$  時， $A$  點即須轉過三百六十度方得正對太陽。由此可知，假定地球每公轉一週才自轉一週，我們就有地球好像不自轉的直覺。現在地球好像每年自轉三百六十五又四分之一週，所以我們知道地球在實際上每年自轉三百六十六又四分之一週。

圖 2, 即知地球從  $E_1$  行到  $E_2$  時， $A$  點須從  $A'$  轉過九十度，方得仍正對太陽；從  $E_1$  行到  $E_3$  時，須從

一太陽日不但不等於地球自轉一週的時間，而且各太陽日的長短也不相等。所以我們取一年中三百六十五又四分之一太陽日的平均長度，定為一日，叫做平均太陽日。一平均太陽日的二十四分之一是一平均太陽時；一平均太陽日的八萬六千四百分之一是一平均太陽秒。物理學上所用時間單位就是平均太陽秒。

以三百六十五又四分之一平均太陽日為一太陽年，這是一個很近很近的近似值。所以地球自轉一週所需的時間，我們拿平均太陽時來表示，約為二十三小時五十六分又四秒多一點點。

### 近日點與遠日點

各太陽日的長短所以不等，原因有兩個。第一個是地球在軌道上運行的速度不等；第二個是地球自轉軸與軌道面斜交。試再看圖 1，即知  $EE'$  的弧愈長，那隻  $m'OS$  角便愈大，即一太陽日比地球自轉一週的時間愈多。地球在軌道上走得愈快， $EE'$  弧便愈長。所以地球在軌道上的速度高時，一太陽日便來得長些。

地球在軌道上運行何以會有快慢呢？這就是因為軌道成功橢圓形之故。橢圓形有兩個焦點，太陽在一焦點，所以地球沿着軌道運行時，與太陽相隔的距離有長有短，每日不同。地球與太陽相離最近時（此時我們說地球在近日點），互相吸引的力量最大，地球在軌道上運行的速度也最大，故在近日點附近一太陽日的長度有達到最大值的趨勢。地球與太陽相離最遠時（此時我們說地球在遠日點），互相吸引的力量最小，地球在軌道上運行的速度也最小，故在遠日點附近一太陽日的長



度有達到最小值的趨勢。

如附圖 3 所示， $E$  是近日點， $F$  是遠日點， $S$  是太陽的地位。

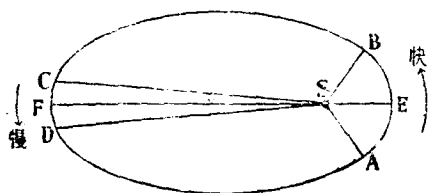


圖 3. 地球公轉速度不等(圖中軌道畫得特別扁)

地球從  $A$  過  $E$  到  $B$ ，比了從  $C$  過  $F$  到  $D$ ，二者所需的時間倘若相等，則  $AB$  即比  $CD$  來得長。根據所謂刻卜勒定律 (Kepler's Law)，扇形  $SAB$  的面積應等於扇形  $SCD$  的面積。

在很短的時間內，地球行過很短的距離，這二塊面積便都可以看成三角形，它們的底是  $AB$  與  $CD$  (都看成直線)，它們的高是  $SE$  與  $SF$ 。根據實測數字， $SE = 91.34$  百萬哩， $SF = 94.46$  百萬哩，從初等幾何學知

$$\frac{1}{2}AB \cdot SE = \frac{1}{2}CD \cdot SF, \text{ 即 } AB : CD = SF : SE.$$

將上舉數值代入，算得  $AB$  與  $CD$  之比為 1.034。故知地球在軌道上運行的最大速度，比最小速度高出 3.4%。

## 春分秋分與夏至冬至

現在再講第二個原因；從地球上觀察天象，我們可以假想各星辰都在一個直徑很大很大的球面上，叫做天球，而地球則在此天球的中心。如圖 4 所示，將地球赤道面延伸，與天球相交，即得天球赤道。因地球自轉軸與軌道面斜交，所以太陽在空中的相對運動所遵循的表觀軌道，在天球上即是一個與天球赤道斜交的大圓，名為黃道，黃道面與赤道面的交角約二十三度半。

地球在天球中心自西向東作自轉時，地球上的觀察者即

見天球自東向西旋轉。地球繞太陽作公轉時，地球上的觀察者即見太陽的地位在天球上沿着黃道自西向東遷移。當地球的某地子午線與太陽所在的天球子午圈在同一平面內時，即為該地的正午。從某地子午線與太陽所在的天球子午圈一次在同一平面內以後，到第二次再在同一平面內，便是過了一太陽日。在這個期間，太陽的表觀地位已在黃道上向東移過若干距離，也就是太陽所在的天球子午圈已在天球赤道上向東

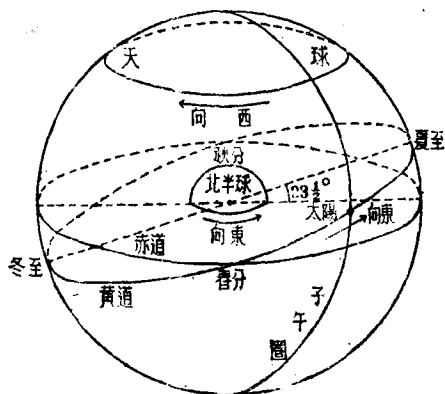


圖 4. 天球上的黃道與赤道(圖中地球特別放大)

移過一段弧。所以除了天球向西旋轉一週外，還得再向西多轉過這段弧，纔能使某地的子午線與太陽所在的天球子午線再在同一平面內。這與前面所說的是殊途同歸的。太陽的表觀地位在黃道上移過的距離愈長，就等於地球在軌道上前進的距離愈長，所以一太陽日也便愈長。假定把天球赤道分成三百六十五又四分之一段(我國古代天文學者即曾作此規定)，若太陽所在的天球子午圈於地球上某地的兩次正午間，恰在天球赤道上向東移過這樣的一段，則一太陽日就恰等於一平

均太陽日。實際上因公轉有快慢的關係，太陽所在的天球子午圈逐日在天球赤道上向東移動，比這樣的一段時短時長，於是太陽日也比平均太陽日或短或長。

黃道與赤道在天球上相交，就有兩個交點。太陽地位恰在此二點上時，日光正照赤道，南北半球晝夜均分，故稱此時為春分與秋分，這二點就叫做春分點與秋分點。太陽在黃道上的地位移至天球赤道以北最高點時，叫做夏至，此時地球在軌道上行近遠日點。太陽在黃道上的地位移至天球赤道以南最低點時，叫做冬至，此時地球在軌道上行近近日點。地球行到近日點在一月一日，到春分點是三月二十一日或二十二日，到夏至點是約在六月二十二日，到遠日點在七月二日，到秋分點約在九月二十三日，到冬至點約在十二月二十二日。

當太陽的表觀地位在春分或秋分點附近時，太陽所在的天球子午圈若在兩次正午中間

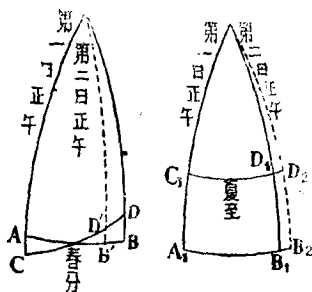


圖5. 在春分秋分點一太陽日比平均太陽日短；在夏至冬至點較長

移過  $\frac{360}{365.25}$  度，如圖 5 左方的  $AB$ ，則太陽在黃道上的表觀地位應從  $C$  移到  $D$ ，但因  $CD$  與  $AB$  斜交而較  $AB$  為長，太陽的表觀地位從  $C$  移到  $D$  時，即太陽所在的天球子午圈僅移到  $B'$  時，實際上已值二次正午。故在春分或秋分點附近，一太陽日比

平均太陽日短。當太陽的表觀地位在夏至或冬至點附近時，太陽所在的天球子午圈若在兩次正午中間移過  $\frac{360}{365.25}$  度，如圖 5 右所示的  $A_1B_1$ ，則太陽在黃道上應從  $C_1$  移到  $D_1$ ，但因  $C_1D_1$  與  $A_1B_1$  平行而較  $A_1B_1$  為短，實際上太陽的表觀地位從

$C_1$  移到  $D_2$  時，即太陽所在的天球子午圈須移到  $B_2$  時，方值二次正午。故在夏至或冬至點附近，一太陽日比平均太陽日長。

綜合以上所述，地球在軌道上運行速度的變更，要使太陽日在近日點較長，在遠日點較短；地球自轉軸的傾斜，要使太陽日在春分秋分點較短，在夏至冬至點較長。這兩種原因的聯合，就使全年的太陽日依着差不多一定的規則而或長或短。

### 特別的四天

鐘表所指的時刻是平均太陽時，而日晷所指的則為真正太陽時，所以二者是不相同的。不過一年之中有四天，鐘表和日晷指示同樣時刻，這四天大約是四月十五日，六月十四日，九月一日，以及十二月二十五日。平均太陽日與太陽日相差最大是約在十一月三日，日晷時快十六又三分之一分。此外介於每二次指示同樣時刻的日期之間，尙有三日相差最大：二月十二日，日晷時慢十四又五分之二分；五月十四日，日晷時快三又四分之三分；七月二十六日，日晷時慢六又三分之一分。

以上各節，僅在於說明太陽日之何以不等，當然談不到精微。若欲對於曆法作更進一步的研究，尙宜求諸天文學專書。

## 到月球去的三個問題

人在地球上，常幻想着到太空中另找一塊地方。可是這塊地方，又在哪兒呢？捨遠就近，大家的目標，不約而同地集中於離地球最近的月球。時無論古今，地無論中外，人無論文學家科學家，莫不懷此夢想，存此奢望。文學家希冀親臨其詩中美妙的幻境，科學家希冀實現其征服太空的雄圖，然而地月雖近，其間猶有七十幾萬里的迢迢長途，擋住在前，勢力剛幾達月球的地球引力，拉住在後，到月球上去，談何容易。

### 過去的幻想

我們明明知道，地球上自有人類以來，從未有人到過月球，但是一讀那些所謂名家筆底下的文章，見其敘述如何離地，如何遊月，語雖近於荒誕，亦不由得不心神嚮往，而起無限的思慕，最好自己也變成了書中人。我們現在且來看看，他們的書中人，是怎樣跑到月球裏面去的。

據‘淮南子’覽冥篇所載，夏朝時候有窮國君后羿，在西王母那裏求到了一種長生仙藥，沒有來得及吃，給他的妻姮娥偷了去，悄悄的獨自服下，就此成了仙，飛到了月球上面。這是成了‘仙’之後飛昇的，當然不受大氣阻力與地球引力的束縛，更不怕路遠。

據‘龍城錄’所載，唐明皇在開元六年（公元718年）中秋夜間，命申天師與洪都客作法，臥遊月宮。這是靠了‘仙法’的幫助，魂靈兒去肉身並未去，與做夢無異，其實不好作數。

據‘開元傳信記’所載，唐明皇會同高力士說，夢遊月宮。他這次夢遊，同上面所說的臥遊，大概是兩次，因為他在月宮中兩次的見聞不同。

據‘逸史’所載，羅公遠爲了唐明皇要到月宮中去，就將他的手杖向空一拋，頓時變成銀橋，由地球通連月球，他們即從此橋走到月宮。唐明皇幸虧有羅公遠的‘仙法’幫忙，方纔能夠到得了月宮，要是換了凡胎俗骨，雖有此橋，步行每小時十二三里，一口氣儘走不停，也得七年纔到，來回便是十四年。倘然騎馬，日行千里，晝夜奔馳，要兩年多可到。乘火車每小時二百里，也還要半年咧！

法國著名的理想小說家浮兒納 (Jules Verne)，在他所作‘從地球到月球’一書中，說有三個青年冒險家，想到月球上去探險。這三個人本是一處大砲研究社的社員，就同該社商量定當，造一輛彈丸車，放在一具砲身長三百米的超遠程大砲之中，用極猛烈的炸藥，把此車打到月球上去。不幸起先計算稍有錯誤，以致他們所乘的彈丸車，射到離月球不到一百五十里之處，不能再進。他們雖可借此良機，飽看月球上的景致，然而浮游空中，無所依歸，也許同什麼過路的流星一碰，而有粉身碎骨的危險。幸虧車中預置一巧妙的機關，方纔化險爲夷，安然回抵故土。

又據法國小說家莫璠 (Abbe Moreux) 所著‘月球上的一日’說，一枚砲彈打出去，只要炸藥的炸力夠厲害，足使彈離砲口的速度達每秒七哩半，此彈即不復返回地球。他更建議，這種砲彈，可用以送信件給月球上的居住者。早晨六點鐘發信，當天下午三點鐘，信便到了月球人的手中了。

又據希臘的傳說，在二千年以前，狄德勒司 (Daedalus) 的

兒子伊卡日斯 (Icarus)，曾用一鶩的右翼與一鷹的左翼，造成一具飛行機械，縛在肩背上，飛到月球。

公元 1683 年，英國高德溫 (Francis Godwin) 博士，曾著一書，謂有一航空家，用十隻天鵝帶着他昇空，竟然得到達月球。

### 現在的希望

從科學的觀點來看，這些話無非是‘山海經’之類而已。憑藉仙術，固然全屬幻想空言，生了翅膀，也還是飛不到月球，更不必說遨遊太虛境界了，因為星際空間是沒有空氣的。沒有空氣，別說翅膀無靈，便是大型的長程飛機，何嘗不起行不得也哥哥之歎。

浮爾納和莫璐兩人的彈丸車，初初一看，似乎很符合科學的原理，然而經彈道學家研究之後，即知其也是不行的。任何大砲，縱然砲身長至三百米，砲彈離口的速度，決到不了衝出地球引力範圍之外所需要的數值。據數學家的推算，砲身須長至一公里，其中的空氣須抽掉，而且須埋在赤道附近的高山頂上，砲口向天，離海平面七千米。試想，這樣的大砲，如何造法。況且彈丸車在砲中發射之際，車中人因慣性關係，必向車尾猛撞，等到一出砲口，受到非常大的阻力，速度驟減，車中人又將向車首猛衝。這來回兩次的震動，是無法消除的。加以車頭空氣，突受壓縮，起絕熱作用，溫度昇得非常之高，其傳於車頭的熱量，足使其熔解而有餘。最後，彈丸車一入別的星球引力範圍，速度有增而無減，必將與該星球猛撞，豈非有撞碎的危險。即此四端，已可斷定彈丸車飛行太空的夢想，決不能實現。

然而科學預言家如韋爾斯 (H. G. Wells)，伊凡士 (I. O. Evans)，費爾柏 (Ferber) 等，都曾大膽地預示，將來人類必能征

服太空，到各星球上去開闢新的土地，尋覓新的趣味。伊凡士著有‘明日之世界’一書，已由筆者在十年前譯出，歸商務印書館發行，其中第五章所講的，即是‘空間的旅行’。不過此事預言固屬容易，欲求實現，卻非幾句臆測的空話所能擔當，而須經過不知多少深奧周詳的理論研究，與夫規模宏大設計奇妙的實驗，方可以說得到成功或失敗。此等理論和實驗，也不是少數人所能促成，而須動員各方面的專家，通同合作，因為其間所引起的特殊問題，都是奇絕妙絕，而且同自然科學的各門，差不多都有關係。現在有若干專家，在那兒作星際旅行問題的研究，而有航天力學（astronautics）一科之誕生。這一門航天力學，逐漸發揚光大，也許會同航空力學（aeronautics）產生超重起速的飛機一般，終於開放了‘超空飛船航行太空’之花。

浮兒納的彈丸車，雖然終成爲科學史話的點綴品，可是從此大家便集中研究火箭推進機，以求實現太空航行的夢想。所謂火箭，簡單說起來，便是一個圓管，管尾有噴口，管內置燃料，使其爆炸，放出大量熱氣，由噴口向後急噴，則由反作用原理，圓管本體便向前推進。我國的流星花爆與爆竹，可以說是火箭的濫觴。火箭之所以適合太空航行，因為有三大優點：（一）無須憑藉外物，能在真空中前進，不比飛機之必須有空氣，輪船之必須有水，汽車之必須有土地。（二）出發時速度雖小，可以漸漸增大，簡言之，不必用極大的加速度，只須延長作用的時間，譬如說幾小時，亦可到達衝出地球引力範圍所必要的‘臨界速度’（critical velocity），而達征服太空之目的。不比砲彈，必須在很短的時間之內，達到極大的速度，因而不得不受到極大之力的作用，以致發生那無法免除的震動。用了火箭推進機，要脫離地球，所受反作用之力，固然也不會小，然而比了



彈丸車，究竟差得遠了。(三)在真空中可以利用側裝火箭管，改變運動方向；可以利用倒裝火箭管，使前進速度減小；如是即可避免碰撞的危險。只要有適當的能源，供我們取用，以得必要而可持久的加速度，足與地球引力空氣阻力爭一日之短長；只要有適當的材料，其堅固與耐熱的程度，經得起強烈的爆炸，反震，以及高熱，那麼不久的將來，太空即是屬於我們的了。

關於火箭推進及星際旅行問題，著名的戈達德教授(Prof. Robert Goddard)，和專家奧培耳(Von Opel)，還有柏樂伯(Robert Pelterie)與柏愛士(Esnault-Pelterie)二人，都在理論與實際兩方面，曾有相當的研究。柏愛士曾研究過種種可用的爆炸劑，立下了種種可能的假說，並就各式理論上的火箭，作精密的計算。奧培耳曾將火箭管裝在汽車後面，造成一輛火箭推進車，速率達每小時160哩，創空前記錄。戈達德於公元1919年，首次作火箭在真空中推進的實驗，驚動了全世界。他曾設計過，要將火箭送入上層大氣之中，作氣象學方面的研究。他又曾提議過，要將火箭一枚，送到月球上去。他試驗了幾次，沒有成功，但不並不灰心。後來他得到了兩個科學團體的贊許與支持，仍舊進行他的實際工作，直到逝世為止。英國科學家寶華爵士(Sir. James Dewar)，曾說戈達德的實驗，遲早必有成功的一天。戈達德逝世之後，他的火箭實驗工作，仍舊有人繼續進行不輟。

據戈達德的計劃，是製造鋼質火箭一枚，使其在飛行中途，能發生間歇猛烈爆炸若干次，每次的效果完畢之後，再炸一次，直至到達相當高度時，另有小火箭一枚，再由第一火箭管中射出去。這第二支火箭，便可穿出地球大氣，直入太空，於離地三十六小時後，到達月球。此火箭一與月球相撞，即能激發一