

科學趣味

顧均正著



舊

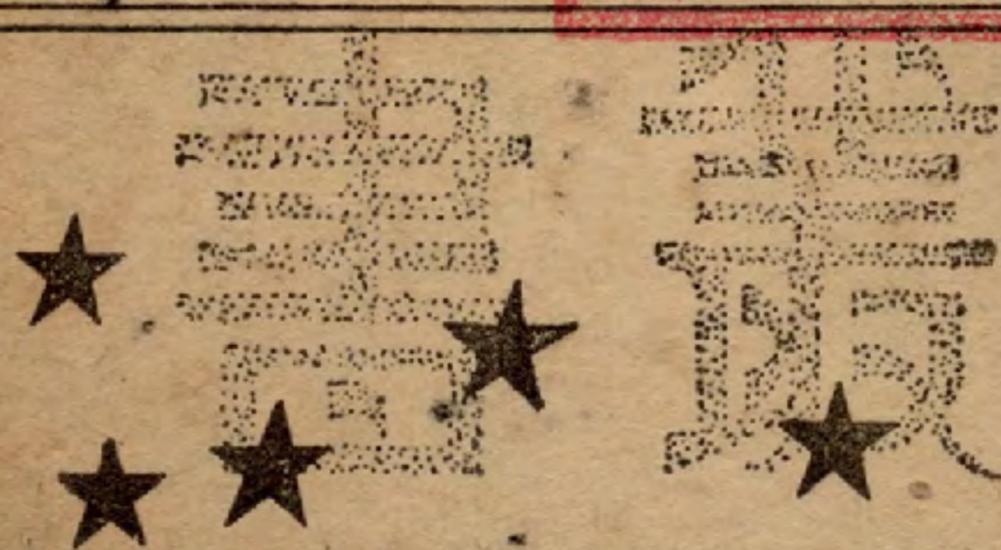
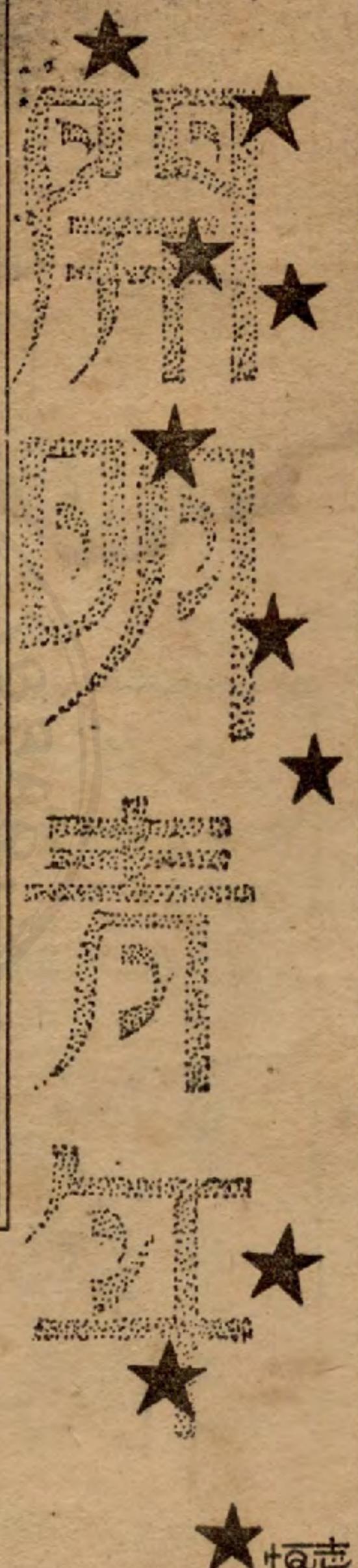
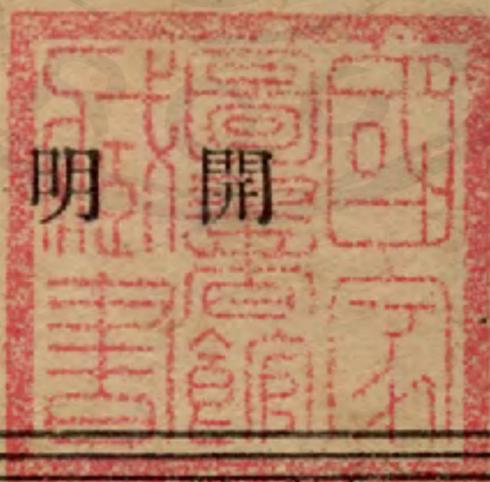


科學趣味

顧均正著



開明書店



志恆

科 學 趣 味

國民二十五年一月初版

國民三十六年一月四版

每冊定價國幣一元三角

印刷者

開明書店

發行者

開明書店
代表人 范洗人

著作者

顧均正

有著作權 * 不准翻印

序

在兩年前，陳望道先生要辦一個大衆化的小品文刊物，取名太白，預備特闢「科學小品」一欄，叫我寫一點稿子，並且一再申說，在他的朋友中間，寫科學稿子的人比較地少，所以非寫不可。結果，我就不能不答應了下來。我說「不能不」並不是不高興或不願意的意思，只是想到了把科學和小品文連在一起，這還是第一次，要怎樣寫寫才算是科學小品，自己完全沒有把握。

可是既經答應了人家，那就總得要寫，儘是挨着挨着，也挨不過去，於是我只硬着頭皮地寫下去。同時第六卷的中學生也特闢「是月也」一欄，專載有關於時令的科學小品，在那里我也寫了好幾篇。把這一個時期所寫的彙集起來，再加上幾篇舊作，就成功了現在這樣的一個集子。

因為科學小品是一種新的文體，所以我每次寫的時候，總想應用不同的形式和不同的內容，試試究竟科學小品應該怎樣寫和寫些什麼。不過我在這裡所謂應該怎樣寫，是說應該用怎樣的形式來寫，才容易寫得使人要看，才能大衆化；並沒有一定希望像有些人所謂的「必須通過生活。」因為我覺得一定要把原子、分子牽連到什麼帝國主義或資本家的身上去，實在有點無謂，而像煤鐵等之與生活關係的密切，是不必有什麼希望，只要一搖筆，就可以「通過生活」的。至於我所謂寫些什麼，是說採取那一種內容來寫，才容易寫得使人要看，才能大衆化；並沒有想把科學分成兩個階級，派定那些是貴族的科學和那些是大衆的科學，因為我覺得科學是不應該有階級性的。

不過到了後來，我從經驗上得到一個教訓，覺得寫些什麼實在是不成問題的問題，只在怎樣寫。一想起怎樣寫，我深深地覺到自己的文學的素養實在有點「不夠格。」

然而演戲總得有個鬧場，而正本戲一向是排在後邊的，我敬以這本書作為科學小品的一個鬧場，而希望早日看見正本戲的登臺。

一九三五，十二，二十四。 顧均正

紅
36

目次

「今天天氣……」……………	一
未來的喫……………	四
駱駝絨袍子的故事……………	八
玻璃紙……………	三
燐火……………	一八
爆竹聲中……………	二四
雪國的探檢……………	三四
「馬浪蕩炒栗子」……………	四二
生命的冷藏……………	四七

1



國家圖書館



003716389

「今天天氣……」

「今天天氣……哈哈……」已經成了一個流行的話柄。不過「今天天氣……」接下去不一定是「哈哈……」。這使人想起「今天天氣……」在虛偽之外，必定還含着另一種意義。

斯賓塞以爲每一種普遍的信仰，我們假使追溯上去，至少總有一個真理的萌芽。對於一種普遍的風俗，我們也不妨這樣說，牠在當初有一個原始的理由，並不是偶然發生的。

所謂「寒暄」這一種風俗，不但起源很早，而且更通行於全世界。要不是牠有着存在的理由，牠就決不能流行得這樣長久，這樣普遍，差不多成爲友朋間談話的一個牢不可破的開端。

我們試閉了眼睛想一想。假使有兩個陌生人初次見面，或是兩個熟人，因了好久不見面，關係比較疏遠了一點的時候，偶然碰在一起，那末他們的談話，當然先要找出一些兩方面所共同熟悉的事情來開始。

從沒有見過面或久不見面的兩個人，他們中間所共同熟悉的事情是什麼呢？那就是當天的天氣牠是數千年來全世界人類所一致審定的談話的楔子，對於無論那一種談話，都可以放得上去。所有的人都是一樣地受着天氣的影響，當兩個人相見的時候，他們所見到的是同一的天氣，把這個作爲題材而談話起來，使兩方面都有插嘴的餘地，這是最公允的事。人們在長途電話中談話，決不會有「寒暄」，這就因爲兩地的天氣也許有不同的緣故。在通信裏，雖然常常有關於天氣的話，可是這只好當作是一種單方面的天氣報告，跟「寒暄」的作用是完全不同的。

你碰見了一個人，你不能和他一開頭就談起錢，因爲對於這個題目，你們中間沒有共同的興趣。也許你的錢比他多，也許他的錢比你多；無論怎樣，一說到錢，你們中間就顯

出一種界限，使一方或兩方都覺得不安。你也不能突然去問候一個陌生人的妻子，因為他也許沒有妻子，也許他不喜歡人家說起她。又如你一開頭就對人家說你患了什麼病，那也不很適當。因為也許他終身沒有患過這種病，對於你的話一點也不發生興趣；也許他曾經患過，可是和你的病情不同，於是你說你的，他說他的，你們的話始終不能對勁，在這裏時事似乎是一種比較好的開端，但總不及談天氣那樣地沒有流弊，有些人不常看報，有些人雖然看報，卻只留心時事的某一方面，這樣的談話，很容易變成沉悶的演說，所以也不很妥當。最妥當的還是天氣。

用天氣來作為談話的資料，此外還有另一種意義，那就是人人有談論天氣的能力。一個氣象學家和一個普通的農夫，對於天氣的見解是差不了多少的。誰都能感覺到冷和熱，也誰都能感覺到風和雨。即使對方是個氣象學家，然而他離開了天氣圖，他所預言的天氣狀況的準確程度也就有限了。

未來的喫

做熟了的事情就不用費心思去想。藥材店夥撮藥，不用想那一隻抽斗放的是甘草，那一隻抽斗放的是黃連，音樂家彈披雅那，不用想那一個鍵是1那一個鍵是2。這就叫「熟能生巧。」熟能生巧有一個最普遍的例子，那就是喫飯。喫飯是任何人所熟習的一件事，每天在練習，而且每天要練習三次，所以做的非常熟，一屁股坐了下去，筷和碗就捏在手裏了，不用想那一隻手拿筷，那一隻手拿碗。等到拿好了碗筷，飯已撥進嘴裏，上下顎開始運動，同時筷已把一撮菜送了進來……這樣地喫了一口又一口，差不多一點也不用費心思。因為喫飯不必費心思，所以我在喫飯的時候，往往胡思亂想，而思想的內容，大部就是關於這現成的題目「喫。」因為是胡思亂想，所以想的時候沒有中心，沒有目的，想過後也就把牠忘記了。不過有時候，會偶然想到同樣的問題，幾次一想，對於這些問

題就漸漸感得興趣起來，終於在腦海中留着深深的印象。

記得有一次，早上喫粥，我的七歲的孩子要花生醬喫，因為家裏的人沒有功夫去買，就把花生米給他，他不要喫。我說，「花生醬和花生米都是花生，滋味不是一樣嗎？」他搖了搖頭，帶着哭聲說，「我不要喫啦，」似乎非要辦到花生醬不可的樣子。這使我生了氣，覺得這孩子實在太任性，太倔強，非教訓他一頓不可。我把他盛粥的小碗奪了過來，氣憤憤地說，「不要喫給我滾開，你索性連粥也不要喫了！」這樣，孩子就哇的哭了起來。我不再理他，心裏是一百廿個不高興，胡亂喫過了粥，就立起身來上辦公處去了。

中午回家，在路上還好像隱隱地聽見孩子的哭聲。但是一走進門，見孩子依舊是那麼天真地在跑跑跳跳，我那氣憤就漸漸融成一種慚愧的感覺。喫飯的時候，我竭力避去成見，把花生米和花生醬的不同，平心靜氣地加以比較，覺得這兩者的滋味確實是有一點不同的，並且在後來我還聯想到喫的方法大可以改良。

我是這樣想的。花生米和花生醬在本質（化學性質）上雖然相同，但在物理性質

上卻完全不同，前者是固體物質，後者是糊狀物質。固體物質和糊狀物質的滋味會不會不同呢？這單靠空想，恐怕是不會有準確的結論的。若就經驗來說，則乾燥的鬆脆的餅乾好喫，受潮的鬆軟的餅乾不好喫；隔宿的硬麵包不好喫，新鮮的軟麵包好喫。這樣看來，同一樣食品，因了牠物理狀況的變化，滋味是可以不同的。有時候軟的東西好喫，有時候硬的東西好喫，全沒有一定的規則，不過我們至少可以明白，所謂好喫或不好喫，其中涉及的不單是味覺的問題，同時也是觸覺的問題。

因了這個推論，我又想起一般生理學上講起的嗅覺和味覺的關係，於是我斷定食物的滋味是味覺、觸覺、嗅覺三種感覺同時引起的一種極複雜的感覺，所以要講究食物的滋味，我提議把食物分別製成三種食料，即味覺食料、觸覺食料和嗅覺食料。

味覺食料取其味美，如尋常的雞鴨魚肉等，不過我們應該把牠們的味素提鍊出來，作為食物的調味品，像油鹽醬醋味精等一樣，現在市上的雞汁牛肉汁可以說就是這樣的味覺食料。不過我們應該把這種製品的範圍擴充起來，把所有美味的食品都製成味

覺食料。

觸覺食料是取其味淡而能引起很好的觸覺的，例如米粉、麥粉等取其膩，蛋白、豆腐等取其嫩，還有許多觸覺大概須將各種味淡的物質如菜類等用物理的方法來製成固體物質或糊狀物質。

嗅覺食料是取其能引起很好的嗅覺的。這種食料市上雖然也有，但大概是偏於植物方面的，如玫瑰香精、咖啡香精等，我們現在需要的卻是動物性香精，如雞香精、牛肉香精等。

以上三種食料如果製成了以後，那末在喫的時候，我們就只要把各種食料適當地配合起來，就可以變出許多特別的肴饌來了。到那時候，我們一定可以喫到這樣的菜：味覺像蝦，觸覺像蛋白，嗅覺像咖啡。

我希望在十年後，我們就能喫到這樣的菜。

駱駝絨袍子的事

絲綿袍子穿上身，駱駝絨袍子就每天「站壁角。」

這件駱駝絨袍子，我已穿過三個年頭，今年是非拿去乾洗一次不可了。差人到洗染店裏去一打聽，說是要一塊錢，最低價格是小洋十角。妻說，「洗一件衣服要這許多錢，那太貴了。我們自己來洗。拿一塊脫脂棉蘸些汽油來揩揩，怕不會嗎？」於是駱駝絨袍子依舊「站壁角。」

今天晚上，妻忽然想起要洗那件袍子了。她一手拿了一瓶汽油，一手拿了那件袍子，從後房跑了進來，高興地嚷着，「看我們自己洗，省下十角小洋來看五次二角頭的電影。」

「危險！」我連忙喝阻了她，「汽油是會爆發的，這裏生着火爐。況且時候不早，快十點鐘了，還是明天洗罷。」

她的一團高興完全給我抑制住了。她遲疑了一下，就說，「汽油是在桌子上，火是在火爐裏，難道火會跳出火爐來嗎？這纔是神經過敏！這纔是歇斯的里！」

「神經過敏」歇斯的里」這原是我說她的口頭禪，現在她倒說起我來了。爲了表示我沒有神經過敏，我不得不申述我的理由，「火雖不會跑出火爐來，但是汽油的蒸氣卻會跑到火爐邊去。汽油是極容易揮發的，你隨手揩牠就隨手乾，牠乾得快就表示牠揮發化氣得快。這種氣體……」

她不待我說完，就大聲打斷我的話，「好，好，好，這裏是臥室，不是教室，你要講科學，你到學校裏講去。」

我不管，我還是辯白我的理由，「這種氣體若是瀰滿了全室，那就非常危險，只要火爐的熱度足以使汽油蒸氣燃着的時候，你就會見到滿屋子是火了。」

「這一小瓶的汽油，會瀰滿全室嗎？」她疑信參半地反詰着。

「當然會，你不要看輕這樣一個小瓶，氣體是會得瀰散的，不但是這一小瓶，連一小

滴的汽油也會均勻地佈滿全室，只是濃度比較淡一點罷了。你在這裏揩，我在離你一丈多遠的地方也會聞到汽油的氣味，這就表示你這裏的汽油已經跑到我的鼻子邊來了。你應該知道氣體是沒有體積的，把不論多少的氣體放在一個瓶子裏，牠就和瓶子一樣大，把牠放在屋子裏，牠就和屋子一樣大。所以這一小瓶汽油蒸發起來會瀰滿全室發生危險，那是沒有問題的。」

「照你這樣說來，那末天天在那裏使用汽油的汽車行，只好燒完了。」她索性坐下來和我辯論。

我說，「汽車行不燒完，正因為汽車行對於火警的防護比一般店家特別來得周密的原因。你看那一家汽車行不備滅火機，那一家汽車行不釘禁止吸煙的牌子。況且汽車行失火的事是時常聽見的，單就我們自己親眼見到的來說，兩三年中就有過三次，兩次是在百老匯路，最近一次是在狄思威路。這還不足證明汽油的容易闖禍嗎？」

「你是聖人，不聽你的話，你就滿肚子不高興，嚕哩嚕囉地說上一大套。」她找不出

辯難的話，只能把話題轉了一個方向。

「我雖不是聖人，但是我的話卻是根據了自然律而說的。違背了聖人的話，除了名譽的懲罰外，聖人奈何不了我們，違背了自然律卻必受自然的懲罰。自然律規定人要呼吸，我們就得呼吸，不呼吸我們就死，自然律規定人要飲食，我們就得飲食，不飲食我們就死。現在你要把汽油放在火爐旁邊，就是違背了自然律。對於別的事情，你可以倔強一下，對於自然律你是不能倔強的。」

「好，好，我不措了，省得你神經過敏！」終於她自己轉過口氣來收拾了這場小小的爭論。

玻璃紙

記得在七八歲的時候，跟着人家到煙雨樓去，覺得並沒有什麼好玩，什麼荷花池哩，御碑亭哩，以及石刻的什麼嘉興八景哩，這些都引不起我的注意。後來看見雷公殿（？）的窗子上嵌着的那種五色玻璃，卻使我高興了起來。隔着紅玻璃望，天也紅了，樹也紅了，水也紅了；隔着藍玻璃望，人也藍了，牆也藍了，地也藍了。隔着哪一種玻璃望出去，這世界就全變了哪一種顏色。這怎麼可能呢？小腦袋裏裝滿了「？」，也裝滿了「！」。從此以後我就想要得到一塊紅玻璃，一塊藍玻璃，或一塊綠玻璃，不，我何必要一塊呢？我只要銅元那樣大的一隻角，只要能夠遮住我的眼睛的一隻碎玻璃角就夠了，但是我從什麼地方去得到這種玻璃角呢？這個奇特的願望躲在我的心坎裏總有五六年之久。

後來進了中學，教師告訴我們：光是一種以太波，最長的光波射到我們的眼睛裏，我

們感覺到的是紅色，最短的光波射到我們的眼睛裏，我們感覺到的是紫色。在這最長和最短中間的光波，分別成橙黃綠藍靛等色。日光是由紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫七色光波混合而成的。物體之所以有顏色，是因為牠將日光中的一部分光波吸收了，一部分光波反射了出來。這反射出來的光波射到了我們的眼睛裏，我們纔辨認出那物體的顏色。譬如紅色的物體能吸收橙黃綠藍靛紫等的光波而反射紅色光波，所以呈紅色；紫色物體能吸收紅橙黃綠藍靛等的光波而反射紫色光波，所以呈紫色。至於透明體所透過的光波就是牠所不能吸收的光波，因此隔紅玻璃看東西，就只見紅色，隔藍玻璃看東西，就只見藍色，若把藍色玻璃和紅色玻璃疊在一起，那末除了強光以外，望出來差不多全是黑暗的東西了。因為紅玻璃所能透過的紅色光波給藍玻璃吸收了去，藍玻璃所能透過的藍色光波給紅玻璃吸收了去，結果就沒有一種光波能透得過來。可是教師雖然這樣說，卻並沒有這樣做，因為實驗室裏有的是七色輪、三稜鏡，卻沒有五色玻璃。於是這一番話又從新引起了我那奇特的願望，想得到幾塊五色玻璃。

有一天偶然買到一種糖果，外面包着各色的玻璃紙，我把這種玻璃紙拿起來向亮的地方一照，啊，眼前的世界全變了色，牠正是我所想望的世界。我把紅色紙遮在電筒的透鏡前面，當電流一通，牠就放出紅色的光；我把藍色紙遮在電筒的透鏡前面，當電流一通，牠就放出藍色的光，我又把紅色紙和藍色紙一同遮在電筒的透鏡前面，結果就一點光也透不出來，這正和教師所說的話完全符合。我是非常地高興，那倒並不是因為這實驗本身引起了我的興趣，卻是因為我竟得到了這種可以代替五色玻璃的玻璃紙，而把我的奇特的願望滿足了。

到了現在，玻璃紙的銷費一天廣似一天，不但包糖果用到牠，就是香烟、藥品、化妝品等也有用玻璃紙來包裝了。每逢家裏的孩子拿到這種玻璃紙而互相爭奪着的時候，我就要想起這一件事。

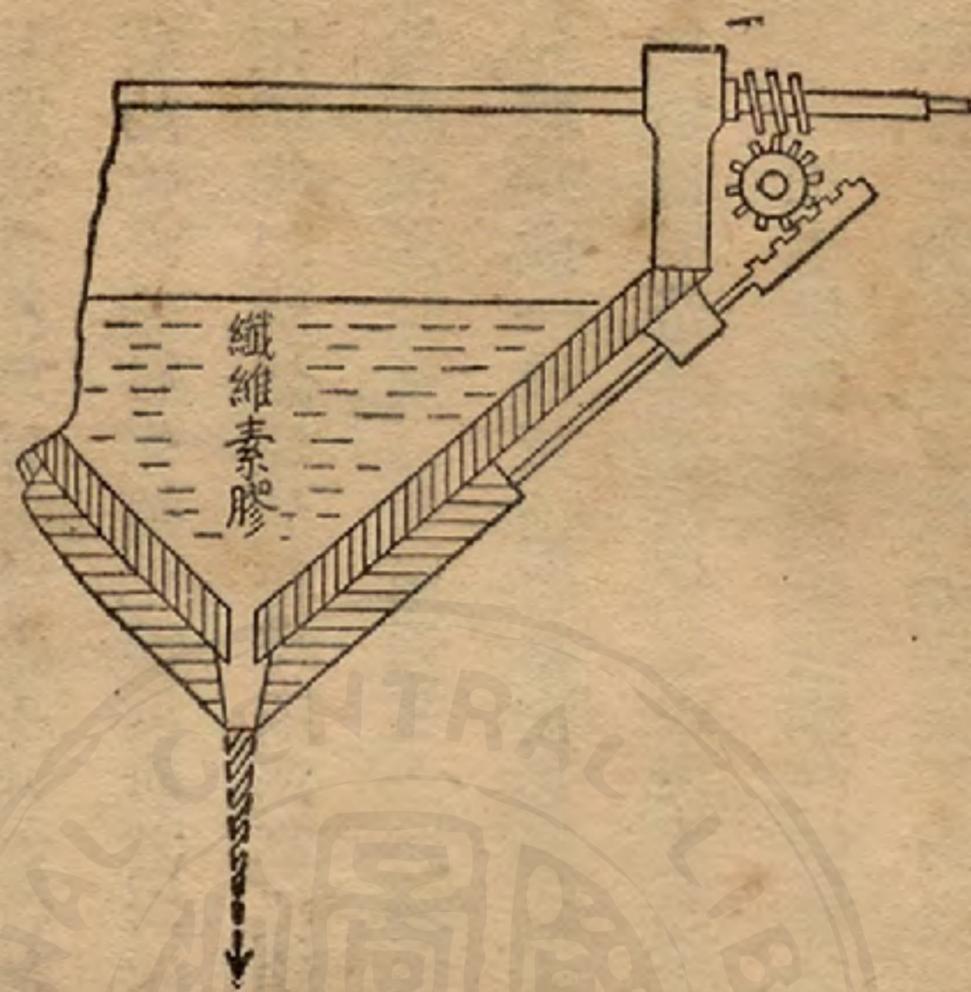
玻璃紙又叫做賽璐芬 (Cellophane)，是一九〇八年法國染色家布蘭騰保格氏 (Brandenberger) 發明的。牠的製造方法，就化學方法說，和用纖維素膠法製造的人造

絲完全相同；就機械方面說，製人造絲用的是紡絲機，製玻璃紙用的是製膜機，此外差不多就沒有什麼分別了。

玻璃紙的原料是木漿或棉花。所謂木漿就是用木材糜爛而成的糟粕。先把木漿或棉花浸在濃度為百分之十八的苛性鈉溶液裏，經過幾小時後，使纖維脹大而變成一種新的化合物叫做鹼化纖維素。其次經水壓機壓榨，把苛性鈉溶液除去，再經攪和機攪拌，把纖維絮解，然後放在密閉器裏保持攝氏二三到二五度的溫度，經過十餘小時，使牠的鹼化作用完全。這個操作完成以後，再加入百分之三到百分之四的二硫化碳，經攪拌混和，就生成一種黃色的黏液，叫做磺酸纖維。磺酸纖維能夠在水中溶解，若在其中再加入些稀薄的苛性鈉溶液，就成所謂纖維素膠。這纖維素膠纔是製造玻璃紙的直接原料。

把纖維素膠製成玻璃紙的機械，就叫製膜機。牠的主要部分是一個尖底的長槽，槽底有一條狹縫，這縫可以隨意調節，要大就大，要小就小。纖維素膠放在槽裏，經滂浦加壓後，就從槽底流出，成爲薄膜，正像我們擠牙膏時的情形一樣。這薄膜經許多滾軸的轉運，

依次通過放着各種溶液的浴缸中，被凝固，漂白，最後就乾燥而成爲透明的玻璃紙了。一



製 膜 機

段木頭或一朵棉花會變成一張透明的紙，這是在三十年前所意想不到的事。

製膜機製造的速度要看所加壓力的大小而定，普通每分鐘可製成玻璃紙五米。玻璃紙的厚薄一般約爲百分之二到百分之三毫米，闊約一米左右，長度沒有限制，但是普通都切成一米長的一張。

玻璃紙有極強的吸水性，這是牠用途上

的一個重大障礙。據說美國科學家對於這問題已有相當的研究，不久我們當可看到市場上有耐水性的玻璃紙出現。好的玻璃紙是無色透明的，具有極強的光澤，對於普通光線的透過量幾及百分之百，而對於太陽光中的紫外線也能通過百分之七〇，牠的透明

度雖經一年之久，也沒有顯著的變化，對於紫外線的透射率，也毫無減少，所以可作療養室中窗玻璃的代用品。玻璃紙對於氣體的滲透率，隨氣體的性質而異，因為牠的吸水性很強，所以凡是易溶於水的氣體，都容易透過，凡難溶於水的氣體都不容易透過。不過牠的組織很密緻，其中毫無空隙，所以對於固體物質如塵埃、微菌等，卻有絕對的防阻力，上等糖果、香烟、藥品等之所以用玻璃紙來包裝，除了美觀外，實在另有目的。不過事實上許多只講究裝璜而不注重實質的投機商人是否明白這一點，那就不得而知了。

磷火

當夏天日落以後，住在鄉間的人，有時候會在潮溼的地方看見一種藍色的火光，這種火通稱磷火。磷火的出現和天氣大有關係，大概在沒有月亮、天氣潮溼悶熱或下着迷濛細雨的晚上爲最多。

磷火離地面約二三尺，小的像雞蛋那麼大，大的像腳盆那麼大。這種火球大都能夠在空中飄浮，方向無定，當有人行近去時，牠就似乎向後退卻，終於消滅，有時會再現於另一方向。牠的大小也能變化，往往在初出現時，只是米粒那麼大的一點，在後逐漸增大，化爲很大的一團。

科 學 趣 味

磷火這現象世界各地都有，拉丁文叫做 *Ignis fatuus*，意思是「愚火」，言其雖名爲火，實於人無害，只是愚夫愚婦見了卻總很害怕。牠的英文叫做 *will-o'-the-wisp*，又叫

Jack-a-lantern, 據牛津大字典所載,「在從前,燐火是一種習見的現象,現時卻很少見。」我覺得這個說明好像只能適於英國或歐洲,若在中國,則燐火的出現,至今還是數見不鮮的。

燐火是什麼東西,這恐怕是一個不很簡單的問題。牠的回答很多,但是沒有一個可以使人完全折服。現在我們且把這許多答案羅列起來。

第一類是完全屬於迷信的,如:

是人的手指頭腐爛後變成的。(據一個常州鄉人所說。)

是陰兵過。(此信仰流行很廣。)

是鬼燒窰。(此信仰似專指固定的燐火,流行也很廣。)

是聚寶盆。(此信仰我曾經在故鄉嘉興聽到過。)

是鬼的惡作劇,想把人導入迷途。(這是中外共通的信仰,燐火這個字在西洋有引伸為誘惑及空希望的,就是這個緣故。)

第二類是沒有科學根據而全憑臆測的，如：

是久曝的血。（淮南子汜論訓：「久血爲燐，」又注「血精在地暴露百日則爲燐，

遙望炯炯若燃火。」）

第三類是雖有科學根據，而解釋並不完全，且不會用實驗來證明的，如：

是磷。（最古的科學解說。）

是由木質腐敗所致。（天工開物乃粒篇：「此火乃朽木腹中放出。凡木母火子，子

藏母腹，母身未破，子性千秋不滅。每逢多雨之年，孤野墳墓，多被狐狸穿塌其中，

棺板爲水浸，朽爛之極，所謂母質壞也。火子無附，脫母飛揚。然陰火不見陽光，直

待日沒黃昏，此火衝隙而出，其力不能上騰，飄遊不定，數尺而止。」）

是由沼氣燃燒。（近代的科學解說。）

是由沼氣和磷化三氫氣體的混合物自然發火所致。（最新的科學解說。）

上面所說的三類回答，第一類和第二類都沒有科學的根據，用不着再加討論，所以

我們現在單把第三類答案來考慮一下。

第一個答案是磷。這在一般人以為是一個很合理的解釋，而實際上卻是錯誤的。固然，誰都知道動物的牙齒及骨骼中含有多量的磷，而且磷是會在黑暗中發光的，卻不知道動物骨骼中的磷是成爲磷酸鈣而存在的，磷酸鈣是一種化合物，而那種能發光的黃磷卻是一種元素。元素和化合物在化學性質上的不同，凡是稍具科學常識的人沒有不明白的。所以我們若是相信磷酸鈣中的磷會發光，卻不能不說是一個嚴重的錯誤。也有人說，磷酸鈣中的磷雖不能發光，但是大自然時常在表演着各種奇妙的把戲，難道牠不會把磷酸鈣中的磷解放出來嗎？這個解釋雖然聰明，但是我們有堅強的理由可以證明其爲不可能，那就是世界上從來沒有單體的磷產出。

第二個答案和第三個答案實在可以看作是一個答案，因爲木質腐敗時就發生沼氣，所以把磷火解釋爲由木質腐敗所致和由沼氣燃燒所致，並沒有絲毫的分別。沼氣的學名叫做甲烷（Methane），是一種無色無臭的可燃氣體。因爲牠常自然發生於池沼中，

所以有沼氣之名。就出現磷火的季節看來，則磷火與沼氣確有密切的關係。（因為夏日氣候炎熱，植物質的腐敗加速，因此發生了多量的沼氣。）不過沼氣雖能燃燒，但是牠是否會無緣無故地發火自燃起來，卻是一個問題。這個解釋之不能使人滿意，就在於此。

第三個答案是比較可信的一個。牠補足了第二個答案的缺點，說造成磷火的不只是沼氣一種，另外還有一種氣體叫做磷化三氫。磷化三氫是由含磷的動植物質腐敗而生的。牠是一種無色劇毒的氣體，有特異的腐魚臭味。在空氣中極易發火燃燒而成爲磷酸。若把磷火比作焰火，那末，沼氣好比是火藥，磷化三氫好比是藥線。這個說明在解釋磷火來源這一點上已毫無問題，不過牠還沒有解釋明白磷火爲什麼能夠懸空繼續燃燒。我們在剛熄滅的燭火上方放一根點着的火柴，那燭油的蒸氣就會着火燃燒，但是牠的燃燒並不是懸空的，牠的火焰立即蔓延到燭心，使之復燃。要是磷火的原因祇是一種可燃氣體的發火燃燒，那末牠就該一直延燒到發出氣體的地面上來，這是第一個疑問。又普通氣體的燃燒，大都頃刻即滅，因爲自然界所發生的沼氣，決不能夠像煤氣管這樣源

源地供給，現在燐火居然能夠保持着相當的時間，這是第二個疑問。燐火在空中飄浮無定，和原來出現的地方有時竟相去數十碼，其可燃氣體的供給要不是裝置着導管決不會有這樣的湊巧，這是第三個疑問。這些疑問都是現代科學家所不會回答出來的。

讀者諸君中有愛好科學的，我覺得在這個燐火出現的季節，這是一個值得研究的題目。

爆竹聲中

書室裏，只有我和元傑，正在披閱中學生的新年號目錄，想找一篇我們所愛讀的文章。突然外面傳來了「蓬——兵！蓬——兵！蓬——兵！」接着又是一連串「劈拍」「劈拍」小爆仗的聲音。元傑從椅子裏跳了起來，恨恨地說，「討厭！討厭！這幾天東噶蓬，西噶兵，把我的耳朵都振聾了。最討厭的是連半夜三更也要兵兵兵地亂放起來，吵鬧得人不能闔眼。」

我說，「單聽爆竹的聲音，固然討厭，若是自己來放一個，卻也很有趣味。你把爆竹的藥線點着了，看牠蓬的一聲飛到半空中，然後再兵的一聲，把爆殘的紙屑紛紛飄下，這情景也是值得經驗的。爆竹是放的不是聽的，所以俗語把『買鞭炮給別人放』來形容一個呆子。你說是不是？」

元傑不服氣地說，「你別庇護他們，我且問你，他們是不是真照你這樣的心情來放爆竹的？」

我說，「這卻難說了。迷信的心理固然有，但好玩的心理也未嘗沒有。」

元傑正要反駁，忽見大哥從外面回來，便遠遠地向他點了點頭，說，「仲淵哥，你從什麼地方來？」

大哥說，「我每次出去，總不外訪同學，逛書店，看電影。今天沒有例外，而且這三件事已經全做過了。」接着問元傑是什麼時候來的。

元傑說，「纔來呢，本來想和仲清看雜誌，卻給外邊的爆竹聲吵得定不下心。」

我說，「大哥，你來得正好，我們正在說起爆竹，今天你就用這個題目來和我們談談，好不好？」

「有什麼不好，」大哥說，「你們喜歡聽，我一定願意講。」他一邊說，一邊把脫下來的大衣掛在門後的釘子上。

然後在我對面的一隻沙發裏坐了下來，沈思了片刻，他就說，「我先來問你們，你們可知道爆竹爲什麼會爆炸？」

「我知道，」元傑搶先說，「因爲火藥着了火，就變成許多的氣體，紙筒裏容納不下這許多的氣體，所以就被炸破了。」

大哥說，「那末我再問你，火藥着了火，變成了些什麼氣體呢？」

元傑以爲對於爆竹爲什麼爆炸的問題已經回答得很完全，卻不想大哥還要這樣地追問下去，於是他只好乾脆地說聲不知道。

大哥說，「要回答這個問題，我們最好先來談談火藥的成分吧。火藥是由硝酸鉀、木炭和硫黃三種物質混合而成的。硝酸鉀俗稱火硝，在中國藥材店裏也可以買到，不過不十分純淨，牠是一種無色的結晶體，不易吸收溼氣。牠是由鉀、氮、氧三種元素化合而成的，受了高熱，能夠把牠所含的氧放散出來，所以你假使把牠研成粉末撒在炭火上，就可以使火焰旺盛起來。木炭是什麼，硫黃是什麼，我想你們一定都已知道，可不用我再詳說了。」

吧？」

「知道，」我們齊聲說。

「火藥爲什麼要用木炭和硫黃呢？」大哥又接續着說，「這是因爲硝酸鉀雖然含有許多的氧，卻給鉀拉得很緊，並不容易放散出來；要使牠放出氧來，只有兩種方法，一是用木炭來奪取鉀所拉住的氧，一是用硫黃來向鉀掉取牠所拉住的氧。火藥所以要用硝酸鉀、木炭、硫黃三種東西配合起來，就是這個緣故。從上面的說明，我們可以知道火藥的爆發大概是起了這樣的一種變化——」他說着，立起身來招呼我們到書桌邊去，拿了一張紙，寫着這樣的一個化學方程式給我們看：



「這個方程式的意思是指，二個硝酸鉀分子，三個碳分子和一個硫分子，受了熱就

變成了三個二氧化碳分子，一個氮分子，和一個硫化鉀分子。在這變化後所生成的物質中，二氧化碳是無色透明的氣體，氮也是無色透明的氣體，所以都是看不見的，只有硫化鉀是固體，因為非常微小，就變成了燃燒時所生的烟霧。我們明白了這一點，就可以來談談爆竹為什麼會爆炸的問題了。對於這個問題，剛纔元傑說是因為火藥變成許多的氣體，紙筒裏容納不下這許多的氣體，所以就被炸破，這個回答是並沒有錯，只是他所知道的僅是一些極粗淺的常識，並不是一種有系統的科學知識。我們若是要對於爆竹作科學的研究，至少還要回答出：要用多少分的硝酸鉀，多少分的木炭，多少分的硫黃混合起來，爆炸的力量最大？火藥爆炸時究竟發生了比原體積多少倍的氣體？」

「你說，火藥燃燒後變成了二氧化碳和淡氣等，二氧化碳和淡氣都是無色透明的氣體連看也看不見，怎樣好量出牠是原體積的倍數來呢？」我心裏很是懷疑。

「那是可以拿起筆來計算的。」大哥說。

「用筆來算！」元傑也覺得有點詫異了，「做算題，總要有幾個已知數，纔可以算出

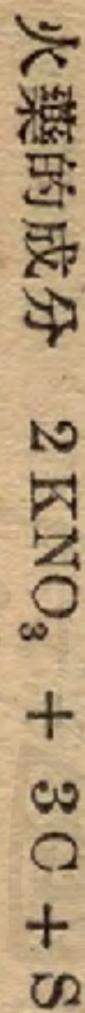
未知數來。現在這個問題中的已知數是什麼呢？」

「已知數麼？」大哥順口重複了一句，「已知數都在這一張紙上。」於是他指着他方纔所寫的化學方程式，欲說又止地想了一會，說，「我想你們在學校中所讀的化學教科書裏，一定講起過分子、原子、分子量、原子量這許多的名詞吧？」

元傑說，「講起過，分子是把物質用物理方法分割到尙能保存原有性質的最小微粒；原子是假想把分子用化學方法分割到失去原有性質的更小的微粒；分子量是各種分子相互間的重量比，原子量是各種原子相互間的重量比。」

大哥說，「你們既然知道了這種名詞的意義，我就不用再說了。現在你們就看我來演算第一個題目罷。這個題目是在問硝酸鉀、木炭、硫黃各要多少分量，爆炸力最大，實際上就是在問這三種物質各要多少分量，纔可以產生最多的氣體，而一點也不致浪費。所以我們計算這個題目，只要求出這個化學方程式中硝酸鉀、碳和硫三種物質在變化前的重量百分比就得了。我們可以在任何化學書的原子量表里查得各元素的原子量，鉀

是三九·〇九六，氮是一四·〇〇八，氧是一六，碳是一二，硫是三二·〇六。爲計算的便利起見，我們不妨把小數點下的數目略而不計，我們有了原子量，就可以求出分子量，有了分子量，就可以求出這三種物質重量的百分比了。」說着他就在另一張紙上寫成了下面這樣的一個算式：



$$\text{分子量 } 2(39+14+16\times 3) \quad 3(12) \quad 32$$

$$\text{重量總計 } 202+36+32=270$$

$$\text{火藥成分的重量比 } 202:36:32$$

$$\text{硝酸鉀的百分比} = \frac{202 \times 100}{270} = 74.82$$

$$\therefore \text{木炭的百分比} = \frac{36 \times 100}{270} = 13.33$$

$$\text{硫黃的百分比} = \frac{32 \times 100}{270} = 11.85$$

接着大哥又說，「從這個算式，我們可以知道，要使配合成的火藥發生最大的爆炸力，最好是用七十五分的硝酸鉀，十三分的木炭，十二分的硫黃。不過火藥爆炸時實在所起的變化，並不像我剛纔所寫的方程式那樣簡單，通常還有二氧化硫、一氧化碳等氣體發生，所以普通配合火藥時所用的分量，和我們計算出來的略有不同，大概是硝酸鉀七

十五分，木炭十五分，硫黃十分，這是根據幾百年來的實際經驗而來的。現在歐美各國大都採用着這樣的成分。現在你們且把這個算草再拿去仔細看一遍，然後讓我再來演算第二個問題：火藥爆炸後所生氣體的體積為原體積的幾倍？」

我們把大哥的算草再看了一遍，覺得極容易明白，並沒有什麼不懂的地方，所以就請他再算第二個問題。

大哥說，「要算這個問題，我們先得求出火藥原來的重量和所生氣體的重量比。火藥爆炸後生成三個二氧化碳分子、一個氮分子和一個硫化鉀分子；其中硫化鉀是固體，所占的容積不多，我們不妨略去不計。我們從氧、碳、氮各元素的原子量可以知道——」

說着他又拿起筆來寫着：

三個二氧化碳分子 (3CO_2) 的重量 = $3(12+16\times 2) = 132$

一個氮分子 (N_2) 的重量 = $14\times 2 = 28$

∴ 火藥原來的重量：生成的二氧化碳的重量 = $270 : 132 = 1 : 0.488$

火藥原來的重量：生成的氮的重量 = $270 : 28 = 1 : 0.107$

「現在我們假使有一個鞭炮內裝火藥十克，體積是十立方厘米。那末他燃燒的時候一定生 $0.488 \times 10 = 4.88$ 克的二氧化碳和 $0.107 \times 10 = 1.07$ 克的淡氣。這四·八克的二氧化碳氣和一·〇七克淡氣共占多少體積呢？這只要查一查氣體的密度表就可以算出來了。」說着他就從一本化學書的附錄裏查出了二氧化碳氣每立方厘米重 $0 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 189$ 克，淡氣每立方厘米重 $0 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 125$ 克，叫我們自己來算出這個問題的答數。

經了大哥這樣的指示，我們當然也會算了。二氧化碳氣每立方厘米重 $0 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 189$ 克，則四·八八克當然有 $4.88 \div 0.00189 = 2582$ 立方厘米；淡氣每立方厘米重 $0 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 125$ 克，則一·〇七克當然有 $1.07 \div 0.00125 = 856$ 立方厘米。兩種氣體合起來共計三四三八立方厘米，約為原體積（十立方厘米）的三四三倍。

我們把算式寫出來給大哥看了之後，他就說「不錯，你們居然也會算了。不過你們

還應該明白，氣體的密度普通都是照攝氏零度計算的。然而火藥爆炸的時候，同時還發生高熱，這種高熱，會使氣體的體積更加膨脹，所以實際上的倍數還不止此。還有，十克的火藥占十立方厘米的體積，只是我們的一種假定，如果我們把火藥壓得再緊一點，那末他的倍數就更大了。可見火藥壓得越結實，爆炸的力量就越大，所以製造火藥的祕訣，就在把火藥粉末研磨得非常細小，因為粉末越細，粉末間的空隙越少，越容易壓緊。最後我還要告訴你們，研磨火藥，必須把各成分分別研磨，若是混合了研，那是很危險的事。至於混合了以後雖然也要研勻，卻須在火藥裏加入少量的水分。使成膠泥狀的東西，等到研勻後，再經壓榨、乾燥，方可應用。」

我們聽了大哥的話，很覺得我們要知道一件事情，不但要知道「怎樣」和「爲什麼」，而且還要知道「多少」，我們知道了「多少」，纔可以說是真懂了一件事情。

雪國的探檢

昨晚從元傑處回來，身上就飄着幾點雪花，不想到了臨睡時，雪越下越大；今天起身後向窗外一望，見外邊已是滿地的積雪了。

早飯過後，大哥招呼我去玩雪。我說，「雪有什麼好玩！怪冷的天氣，坐着談談天不是更好嗎？」

大哥說，「我說的玩雪，並不是滾雪球，堆雪菩薩，我是要同你去作一次雪國的探檢，認識認識雪的美麗。你看見過雪花的形狀嗎？」

「雪花是成六角形的，我們的教科書上曾經說起過，可是看卻沒有仔細去看過。這是因爲想到要看的時候，眼前沒有雪；而眼前有雪的時候，卻又忘記去看。」

「那末現在不是一個很好的機會嗎？」大哥激勵着我說，一面從袋子裏拿出一個

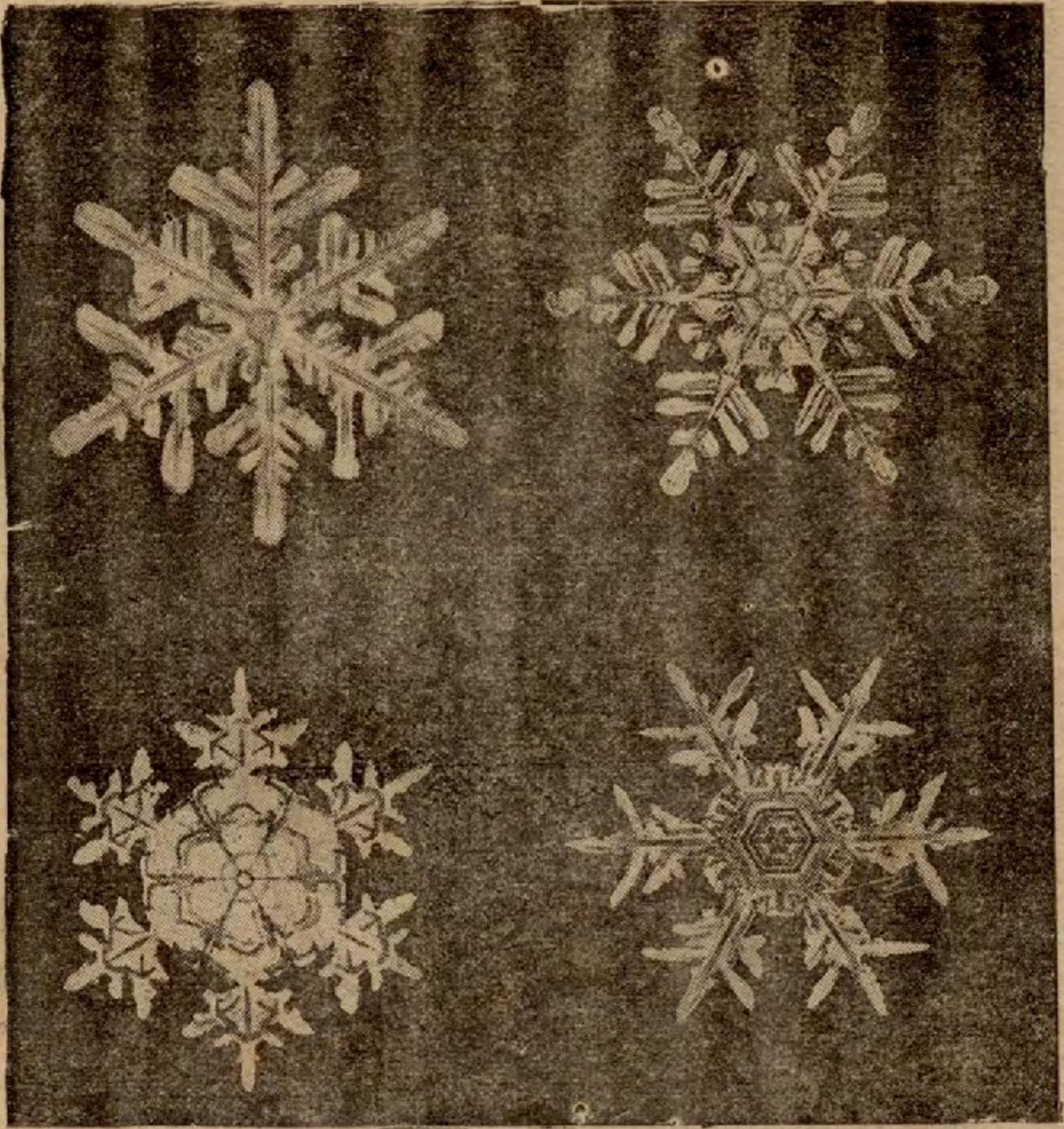
放大鏡來，「有了這東西，我們就可以看得更加清楚了。」

我見了這放大鏡，不覺有點心癢，馬上立起身來說，「那末就去！」

大哥說，「且慢，你先去預備一塊黑布來。因為雪花是白的，必須放在黑色的東西上纔能看得清楚。」

黑布是拿到了，於是我們就一同跑到屋後的園子裏去，雪雖然還在繼續地飄着，卻已不很大了。大哥先把黑布鋪在雪上，又在上面撒了許多的雪，把牠完全淹沒。他告訴我黑色的東西最容易吸熱，假使不先把黑布冷卻一下，那末飄上去的雪花，立刻就會溶化，這樣，觀察起來就不能仔細了。他又叫我到屋子裏去拿了一隻凳子，然後把黑布拿出來鋪在凳子上，讓雪花一片片地飄上去。

當我真的看見了雪花的放大形狀時，我心裏真是說不出的快活，一連看了好幾片，形狀雖各各不同，卻都成六角形，差不多和萬花鏡裏所見的景象一樣，這使我不由不驚異着自然的神祕。



雪 的 結 晶

我說，「這真是奇怪，爲什麼每一片雪花都成六角形，而每一片卻各有不同的花樣呢？」大哥說，「這個問題不很簡單，讓我們回到屋子裏去再說罷。我們現在先要來畫幾張雪花的花的圖，一來可以作這次科學觀察的成績，二來可以留着作

日後的參考。」說着，他就摸出一支自來水筆和一本筆記簿來，蹲在凳子旁邊畫他的雪花圖。

我的問題得不到解決，心裏非常難過，我呆呆地想，「雪是年年看得到的東西，可是我對於牠卻知道得太少了。我只知道雪是由水蒸汽遇驟冷而凝成的，雪是成六角形的，還有，高的山上有雪……此外呢，此外我什麼都不知道了。」

這樣地胡思亂想了一陣，心裏越是焦急，便催着大哥回屋子裏去。大哥先是含糊地答應着，卻並不動身，但禁不住我幾次的催促，終於站起身來說，「去去去，我一共只畫了十個圖，你就催的這樣急了！」

我說，「我要聽你講雪啊，我實在等的不耐煩了。」

我們到了書房裏，坐定了身，大哥就說，「雪花的形狀你已經看得很仔細了。牠的形狀雖然都成六角形，花樣卻差不多每片不同。從前有一個美國人叫做班得萊 (Wilson A. Bently) 的，曾經化了差不多五十年的時光，在他佛爾夢德 (Vermont) 的一個農舍

裏研究雪，他用顯微照相機攝了近五千幅雪花的圖。他這種精神，真可佩服。據他的研究，雪花是由高空中的水蒸汽碰到了華氏零下三十五度以下的溫度，直接凝成的，中間並不經過液態的時期。雪花的中央都有一個核。這核是一粒微小的塵埃，水蒸汽的微粒先附着在核上凝成冰針，然後附近的水蒸汽繼續凝結上去，這樣就造成了雪花。」

我說，「照這樣說起來，要是大氣中沒有塵埃，水蒸汽就不能凝結成雪嗎？」

大哥說，「是的，水蒸汽一定要附着在什麼東西上纔能凝集，要是大氣中沒有微塵，就不能結成雪花；不但雪花無法結成，連水滴也無法結成了。你聽見過人造雨嗎？所謂人造雨就利用了這個原理，或是向天空放射特種的砲彈，使天空中佈滿着多量的烟霧，或是用特種的機械向天空噴射含有鹽質的小水滴，這種烟霧或小水滴，就能收吸空气中的水蒸汽，使之凝集而下降。」

「那末去年各處大旱，爲什麼我們不用這種方法來造雨呢？」我問。

「那是因爲人工的降雨法，現在還沒有達到完滿的境地，第一所需的費用太大，第

二降雨的區域很小，所以還不切於實用。對於這個問題，科學家還在繼續研究，將來總有達到適切於實用的一日。」接着大哥又說：「現在我們最好不要亂談開去，再回過來說雪罷。方纔我已經說過，雪是由許多冰針組成的，冰針和冰針連接的地方，都保持着六十七度或一百二十度的角，所以都有六角。不過牠們的式樣很多，有大、有小、有簡單、有複雜，普通的雪花，都成星形，但也有成圓柱形或稜形的。」

「那末雪花爲什麼會生成這許多式樣呢？」

「這卻不是我的能力所能告訴你了。」大哥說，「就是現代的科學家，對於這個問題也不曾有精密的回答，雖然他們時常在實驗室裏或寒冷的野外觀察雪的生長。他們只知道雪的式樣和溫度、溼度等物理狀況有關。就大體說，在溼度很高、溫度近冰點的大氣中，生成的雪花比較美麗而複雜；在溫度、溼度較低的大氣中，生成的雪花比較小而簡單。不過你若是要問在多少的溫度和多少的溼度的大氣中會生成怎樣的雪花，那卻沒有人會告訴你了。」

「對於雪，現在我們還知道得很少。結晶學雖然在現代已成爲科學中的一個重要的分支，但是對於結晶的過程，尤其是水的結晶的過程，卻還在研究的開端。三百年前，大科學家開卜勒對於『雪爲什麼成六角形』這個問題，曾經解釋爲『水具有一種特別的結構力』。這回答固然非常取巧，但是我們現代的科學家卻還不會發現更聰明的回答。靠了X射線的幫助，現代的科學家雖然能夠看見結晶體中原子的排列，但是這祇能告訴我們結晶體是怎樣組織着的，卻不告訴我們爲什麼是這樣組織着的。」

我們都陷入了冥想中，我的腦膜上好像顯出四個大字，是「自然的謎。」在暫時的靜默後，大哥忽然很興奮地站了起來，臉上露出笑容，說：「仲清，你聽見過紅的雪嗎？」

「紅的雪，」我重複着說，「是的，我在報紙上看見過。爲什麼雪會變成紅的呢？」

「這是由於雪裏存在着一種植物性的藻類的緣故。」大哥說，「這種藻類非常微小，顏色是紅的，名字叫做 *Protococcus nivalis*。在歐洲南部和格林蘭等處的山地中是常常有得見到的。雪不但有紅的，而且還有別種顏色。據說另外有一種藻類能使雪變成

綠色，而松柏類植物的花粉，還能使雪變成黃色呢！」

我說，「顏色的雪，我雖然沒有見過，不過依我想，雪總是白的美麗。大哥，你以為怎樣？」

「那是當然咯，」大哥說，「白雪的白是白的典型。我們一說到白，總要聯想到雪，『雪白』已成了一個最習見的形容詞了。但是，你可知道雪為什麼是白的呢？」

「這正是我要問你的一句話。」我說，「水是透明的，但是水所結成的雪卻是白的，這道理我真想不懂。」

「這現象在物理學上叫做漫射，」大哥說，「是由於光線照在表面粗糙的物體上而發生的。譬如硯石是灰黑的，但是刮下來的粉末卻是白的。玻璃是透明的，但是用砂來把玻璃擦毛了卻也是白的。雪的所以白和上面所舉的例子相同。因為牠是由許多微小的冰針所組成，所以表面粗糙，對於光也能起漫射而變成白色了。」

正談得起勁，忽聞母親在喚喫午飯，這就把我們的談話打斷了。到了下午，大哥又出門去看一個同學，否則我一定還可以多知道一些關於雪的常識哩。

「馬浪蕩炒栗子」

新近接到新中國書店寄贈的一冊「我的畫報」（三卷十期），翻開來一看，見其中有一篇圖畫故事，叫做「馬浪蕩炒栗子」，大意是說：馬浪蕩炒栗子不肯放砂，以爲不放砂可以熟得快些，但是結果栗子都爆了起來，把他的面孔打痛了。

一個朋友在旁邊看見了，就撲嗤的一笑。他顯然有點看不起這位馬浪蕩先生。當時我不服氣地問他，「你笑什麼？」他的回答又是一笑。這一笑當然不是對馬浪蕩而是在對我，神氣之間好像在說，「你難道以爲我連這一點都不懂嗎？」要是他真的這樣說了出來，我一定要試試他究竟懂得了多少，可惜他只是一笑，我也只好以一笑了之。

我覺得懂有兩種懂法，一種是浮面的懂，一種是澈底的懂。浮面的懂，懂了一件，就只懂這一件；澈底的懂，懂了一件，可以懂得十件。炒栗子要用砂，理由雖然很簡單，但是要澈

底懂得牠，似乎也不很簡單。我們普通只知道栗子會爆裂由於熱度不勻，但是熱度不勻爲什麼會使栗子爆裂呢？這麼說來，炒栗子雖然好像是一樁很簡單的事情，但是若要澈底地懂得牠，卻也不十分簡單了。

我們要澈底明瞭炒栗子的科學根據，最好把熱是什麼東西先來說明一下。我們知道物質是由無數微小的分子所組成的。在尋常的溫度之下，任何物質的分子都在不息地跳動，東撞西突，往來不已。溫度越高，分子的運動越快，溫度越低，分子的運動越慢。我們通常所說的「熱」便是我們的皮膚中的分子被他物質的分子所撞擊而加快時所生的一種感覺；而「冷」卻是我們的皮膚中的分子撞擊他物質中的分子而減慢時所生的一種感覺。說得再具體一點，假使我們的皮膚和水相接觸，皮膚中的分子若比水的分子運動得慢，那末皮膚的分子必受水的分子所影響而加快，於是我們就感覺到熱；皮膚中的分子若比水中的分子運動得快，那末皮膚的分子必受水的分子所影響而減慢，於是我們就感覺到冷。

從上面這個說明，我們可以知道熱是由於分子的運動而起的一種現象。冷熱不同的兩物體，放在一起，使得互相接觸，熱就會從溫度較高的物體傳到溫度較低的物體中去，這現象在物理學上叫做「熱的傳導」。凡用火將物體加熱，都是利用熱的傳導作用的。炒栗子時候火焰把熱傳給鍋子，鍋子把熱傳給栗子，於是栗子就會熟起來。

馬浪蕩以為炒栗子不放砂，可以熟得快些，確是根據他的日常經驗而得來的常識，一點也沒有可笑。因為用了同樣的火力來加熱，鍋子裏放的東西越多，熱起來當然越慢，正如煮半鍋子水要十分鐘，煮一鍋子水就差不多要二十分鐘一樣。至於炒栗子要放砂，卻是一種特別情形。因為栗子的形狀是圓的，所以當炒的時候，他的殼和鍋子的接觸的部分很少，往往有幾處地方受到很多的熱，而其他地方卻老是受不到熱。結果鍋中的栗子會一半生一半熟。並且因了受熱地方的分子，運動得很快，於是他往來突擊的範圍，漸漸擴展，也就是分子和分子間的距離漸漸增大，結果栗子殼的一部分的分子組織破壞，變成了脆弱的炭質。又因栗子中的水分因高熱而突然化汽，發生巨大的力量，於是就壓

迫栗子殼的脆弱部分，而發生了爆裂的現象。這正像在廣場上有着一大羣的人，起先是大家緊緊地擠在一起，後來忽然有一部分地方，發生了打架的事情，你伸一拳，我踢一脚，一個人要站幾個人的地方。於是這一部分人所占的地面，就逐漸擴展開去，最後經警察的彈壓而把他們趕在兩旁。

要使栗子不爆，補救的辦法就是炒，在炒的時候，栗子殼和鍋子的接觸面時時改變，因此各部分可以徐徐受到均勻的熱，使栗子中的水分從容地化汽，從容地逸出。不過一隻鍋子裏若是只炒一兩顆栗子，這炒的方法本來沒有多大的問題，事實上因為炒栗子不只是炒一兩顆，栗子越多，炒起來就越不容易均勻，這是因為鍋底的面積是有一定的，現在栗子增多，栗子的表面積的總和就非常增大，所以每個栗子上的一點，和鍋底接觸的機會，就非常減少。這好像航空券的獎額是有一定的，若是號碼增多，中獎的機會就減少一樣。因此燒栗子只靠炒的方法還不夠事。

然而用怎樣的方法纔能使栗子受到均勻的熱呢？這卻是個頗費心思的問題。也許

有人看到這裏，心裏早就在說「用砂用砂！」其實這個回答不能算數，因為這並不是他自己想出來的。我真佩服那位發明用砂來炒栗子的無名英雄，他的方法是多麼巧妙啊！因為炒栗子的時候放了砂，鍋底就不必再將栗子直接加熱，而可以利用了砂的媒介來把牠間接加熱了。砂的顆粒很小，他得了熱，經過了炒，就包圍在栗子的四週，使之得到均勻的熱。沒有比這方法更經濟，更簡單了。不知那些喫良鄉栗子的人可曾想起這位發明用砂來炒栗子的無名英雄！我總覺得假使這位無名英雄當時沒有發明這方法，恐怕我們至今還以喫蒸栗子或半生半熟的炒栗子為滿足呢，在這樣的心情之下，我就更同情了馬浪蕩！

生命的冷藏

夏是一個死亡的季節，許多可怕的傳染病都在這個時候出現了，什麼虎列拉哩，傷寒哩，流行性感胃哩，下痢哩，一齊聯合起來，向人類進攻。管你今晚上精神飽滿，說不定明天就呻吟牀褥，甚或做了死神的俘虜。人生本無常，在夏天卻特別使人銳利地感到。

現在夏天雖然已經過去，可是回憶到這番暑假中同事吉子君的死，和同事W君聽到血液中驗得有傷寒菌而現出的那種恐怖的表情，使我至今還有一點凜然的感覺。

人要死，這是一條自然界的鐵則，可是一般人雖然知道不免一死，卻總希望活得長一點，死得遲一點。

人類的平均壽命，照傳統的說法是七十年，雖然有許多人超過了這個限度，還有少數的人竟能活到一百歲以上。可是大部份的人卻都不能達到這個七十歲的生日，所謂

「人生七十古來稀」便是這個意思。到了現在，人類雖已把種種科學的發明，應用於生活藝術，但是他的平均壽命卻還是停留在這個七十歲的關口上，而再也走不上去。

死亡的現象，就物質方面說，無非是由於人體組織的破壞而起，或由於日常的耗損，或由於疾病，或由於意外的遭遇。就以心臟為例，牠可以由於年老而逐漸衰敗，也可以由於急病而立時損壞。此外，假使有一個彈丸穿過了心臟，牠的機能就永遠停止了，這就是屬於意外的遭遇。

就種種方面看來，人類（其實就是任何生物）的生活機能天生不是永久的。因了上述的種種原因，生物體的機能遲早會不能繼續發揮牠的作用，結果便是死亡。接着身體失去其原有的形狀，在複雜的化學、物理及細菌的變化之中，逐漸消蝕了下去，這就是所謂腐敗。所以生命這東西，單就物質的意義來說，是不能夠永存的。也許到了將來，人類的生命可以推進到一百年或二百年。然而這種生命的延長，必需靠我們對於人類生理組織的更豐富的知識和更小心的養護，而不能專靠人體中原來的生理變化的。

要活得長一點，雖然很少可能，可是要死得遲一點，卻很有成功的希望。假使有一個人能夠把他七十歲的壽命分配於幾個世紀，在這個世紀活十年，在下一個世紀活六年，在第三個世紀活二年，像這樣的活下去，他的生命就可以延長到許多時候。這樣的生活方法雖然不是生活的常軌，卻也自有其特殊的意義。一個人能夠繼續地活命，他就能夠親眼見到好幾世紀的文化。這樣的一個人，就歷史上的觀點看來必然是一個非常有價值的人物。假使這樣一個想像中的人物生在現代，他就能夠清楚地記得春秋時代的文化，他曾經憑弔過焚燬了的咸陽宮，他曾經拜會過司馬遷；對於歷史上的許多疑問，他都能夠回答出來。現代的留聲機和照相機固然能夠把有價值的記錄保存下去，但是假使再有一個親眼目睹的人來解說這些記錄，就可把史實弄得更加完備了。這種斷續生活的主張，並不像長生不老那樣的出於妄想。長生不老的想像並不是建築在科學的基礎上的，而斷續生活法卻至少是有着許多實際觀察的根據，而其可能性也比較地大。「假死」是一種熟知的現象，有些人，像佛教中的瑜伽派信徒，就能勇敢地嘗試這種奇蹟，即

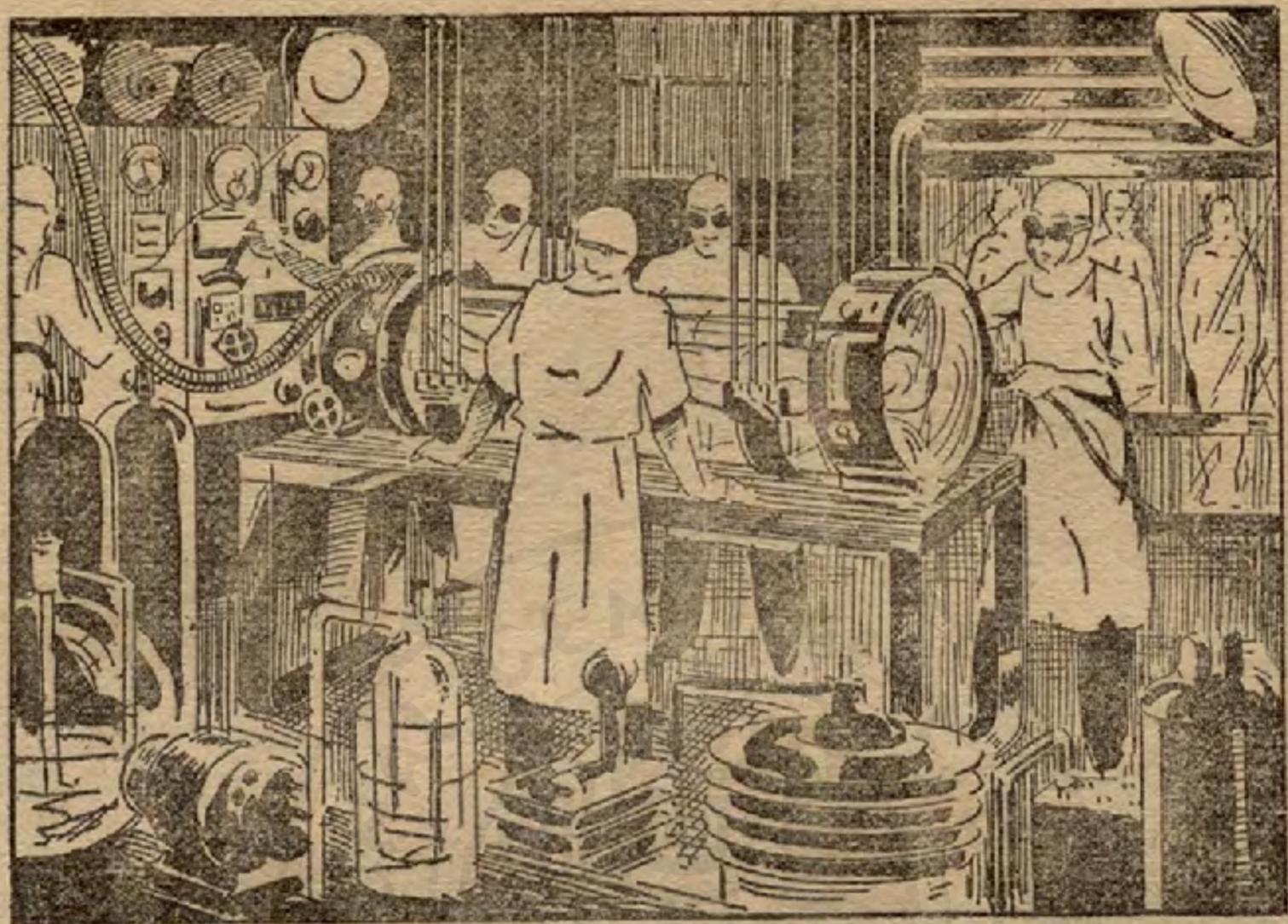
所謂「禪定」。然而像這樣的假死，比較上也是很短暫的。就是在幾點鐘、幾天、最多到幾星期間，把身體的機能暫時停止，而其假死的能力與其說是生理的，毋寧說是心理的，所以斷續的生活，決不能以這種經驗為基礎。

我們的身體，由各種物質所組成，牠像一切的物质一樣，包含着無數的微粒子，叫做分子，所有的分子都在急速的運動狀態中。人體組織上所起的各種連續的變化，其直接的力量和基本的原因，就是由於分子的運動：這種運動的性質是很複雜的，我們不能很精確地知道牠。不過有一點我們卻非常明白，就是微粒子的運動會直接被熱所影響。加熱於物體，就能增加其中微粒子的運動。假使我們把一個人投在火爐裏，熱就會跑進他的身體裏去。他的微粒子受到了大量的熱能，就過分地活躍起來，直至無法拘束，像發瘋一般的東衝西撞，卒至造成了新的化合物，把身體的組織完全破壞了。換一句普通的話說，就是他被火燒死了。

反過來說，當人體冷下來的時候，組織中的微粒子的運動更逐漸遲緩起來，假使冷

到了「絕對零度」(—273°C.)的時候，那些微粒子就完全不動了。要達到絕對零度更低的溫度是不可能的，因為在這個溫度，人體中已完全沒有熱了。現在假使有一個健康的人能夠冷卻到絕對零度或近於絕對零度，那末他身體中的微粒子的運動就會全部停止，不再有生活的機能。就一般的意義來說，他不再有生命了。在另一方面，這身體決不能毀壞或腐敗，因為就是這樣的逆進的變化也需要分子不息的活動纔行。所以在這樣的環境裏，那個人的身體就被保存了起來，他永遠不會死也永遠不會活。不過若是小心地把這軀體融化起來，使之得到了熱，那末其中的微粒子就會回復運動，而在適當的環境之下恢復了他的生命。

不過在上述的計劃中，也有一個重大的障礙。在任何已知的狀況下，我們總不能把人體冷卻得非常快速，使其中的微粒子一剎那就停止運動。假使冷卻的操作進行得略略遲緩，即使只佔幾秒鐘的時間，因了凍結程度的不同，會把身體中各種器官和組織間的平衡完全破壞，結果非但不能延長壽命，反而催促了死亡的來臨。這個計劃的可能性，



生 命 冷 藏 的 想 像

完全要看身體組織中微粒子運動的能否立刻停止。但是要辦到這件事，就得使人體的溫度立刻冷到絕對零度，而這樣的操作，在目前恐怕還沒有辦法。

到了近來，用冷凍方法來延長生命的實驗，在許多實驗室裏都在着手研究。我們早就知道，魚類凍在冰裏，變得非常堅硬，可以用手來一折為二；然而經過了緩慢的融化，牠們就恢復了生命，一點也沒有損害。在兩極地方，這種冷凍的方法，一定是非常普遍的。在那種地方的水生動物，一定是常常在表現着定期的生命冷藏的。

液體空氣，大家知道是實驗室中的一種最有力的冷凍劑，花浸在液體空氣（攝氏零下一百九十度）裏，立刻會變得像脆弱的玻璃一般。這一個溫度雖然已經很低，比之液體氮卻還高了不少。液體氮的溫度是攝氏零下二百六十八度，這比絕對零度還高五度。在液體氮裏也曾有人用各種體質柔弱的水生小動物放進去，留在那裏幾分鐘到幾天之久。在這種例子中，生命組織達到立刻冷凍的目的，而動物器官中的微粒子的運動就跟着停止了下來。於是假死的狀態就此造成了。經過了相當時間以後，再把那種動物從液體氮裏移了出來，使之漸漸融化，到了常溫以後，牠們差不多都回復了生命。又據最近（一九三五年六月七日）申報載五日國民社洛杉磯電說：

「韋賴特醫師曾將日本猴一頭冰硬五日，然後漸使溫暖，並施行輸血手術，今日該猴已經復活，飲食如常。韋氏希望以後此法亦能向人類施行，以療某種疾病。據韋氏稱該猴復活之前確已死去云。」

我們聽見了這個消息，更使我們相信用冷凍方法來延長生命，是一件可能的事。

假使照同樣的情形，把一個人立刻冷卻到了絕對零度，他一定會永遠保持着不死不活的狀態。所以如果有人連續地行着這樣的手術，就可以把他七十歲的生命分期活到幾世紀之久。假定有一個人，在十九歲或二十歲的時候，就用冷藏的方法來延長生活的年限，以後每隔三百年蘇醒一次，限期一年，那末他就能夠把七十年的生命平均分配於一萬五千年中。不過這裏是假定在連續的冷凍和蘇醒的時候，他的身體機能並不因此而受到影響。同樣，假使有一個人，每三百年只活三個星期或一月，那末他七十歲的生命就可以延長到二十萬年。要是他更減少生活的時間，譬如只有幾天，那末他的生命就可以伸展到一個幾乎不能使人相信的長時期了。死亡的來臨，大概是在他剛蘇醒的時候。這樣的死亡和普通人的因年老疾病或意外的遭遇而死亡是一樣的。

把生命分成幾個暫短的時期來度過，這意見在現今還很新鮮；雖然在大多數的人，對於這樣的生活方法，總覺得不近人情，而帶着一點英雄主義的色彩，可是對於極少數的人，卻也許會感得非常的興趣的。

水車

最近到寶山去玩，在一條小河邊，我們看見有一個美國人在仔細地端詳着一架水車的轉運。他跑到這裡望望，又跑到那裡望望，似乎想理解這東西的構造並估計牠的工作效率；但是當我們走近去時，他卻笑嘻嘻地走開了。

「他笑些什麼？是善意？是惡意？」我們大家都發生了這樣一個問題。

各人都有一個自以為合理的猜想。把這些猜想合起來，卻好串連成這樣一個意思。「這東西我一輩子也不會見過！牠的方法太笨，要是用一隻小小的柴油引擎，配上一架滂浦，出水量不知要大多少倍呢。幼稚的愚笨的中國人，你們用了二個人的力氣踏這東西，弄得滿身臭汗，怕一天還灌不滿十畝田呢。嘻嘻！」

這些話原是一種瞎猜想，究竟他是否這樣想，我們當然無從知道，不過假使他真的

在這樣想，那末他就犯了一個嚴重的錯誤。這錯誤和主張「科學救國」的人一樣，他們把科學看成了濟公的破蒲扇，阿拉廷的神燈，以為只要有了「科學」這寶貝，就可萬事無憂，卻不知道人被經濟的鏈子鎖住的時候，科學是可望而不可即的。住在上海的人還會不明白電燈比煤油燈亮麼？可是在上海的貧民窟裏，卻有不少的人家還點着煤油燈，這是幼稚嗎？這是愚笨嗎？誰不知道汽車比黃包車快，可是在馬路上坐黃包車的人卻數



百乃至數千倍於坐汽車的人，這是幼稚嗎？這是愚笨嗎？可見中國農民不用澆浦而用水車，完全是一個社會的問題而不是科學教育的問題。我們引水灌田的方法，原有好幾種，在水車之前還有戽斗和桔槔。戽斗是最原始的方法，就是用一隻

桔槔



筩斗，兩邊各自縛着兩條繩子，應用時兩人面對面地站在河岸邊，然後捏住戽斗上的繩子，把河裏的水汲起來倒在田裏。這個方法一點也沒有機械的價值，只在河水離岸不多，而放不下水車，或用水很少的時候纔偶然用到牠，所以用途不廣。桔槔也是一種應用很早的汲水機械，莊

子_上就有這樣的記載：「子貢南游於楚，反於晉。過漢陰，見一丈人，方將爲圃畦，鑿隧而入井，抱甕而出灌，搯搯然用力甚多而見功寡。子貢曰：『有械於此，一日浸百畦，用力甚寡而見功多，夫子不欲乎？』爲圃者卽而視之，曰：『奈何？』曰：『鑿木爲機，後重前輕，挈水若抽，數如沃湯，其名爲槔。』」

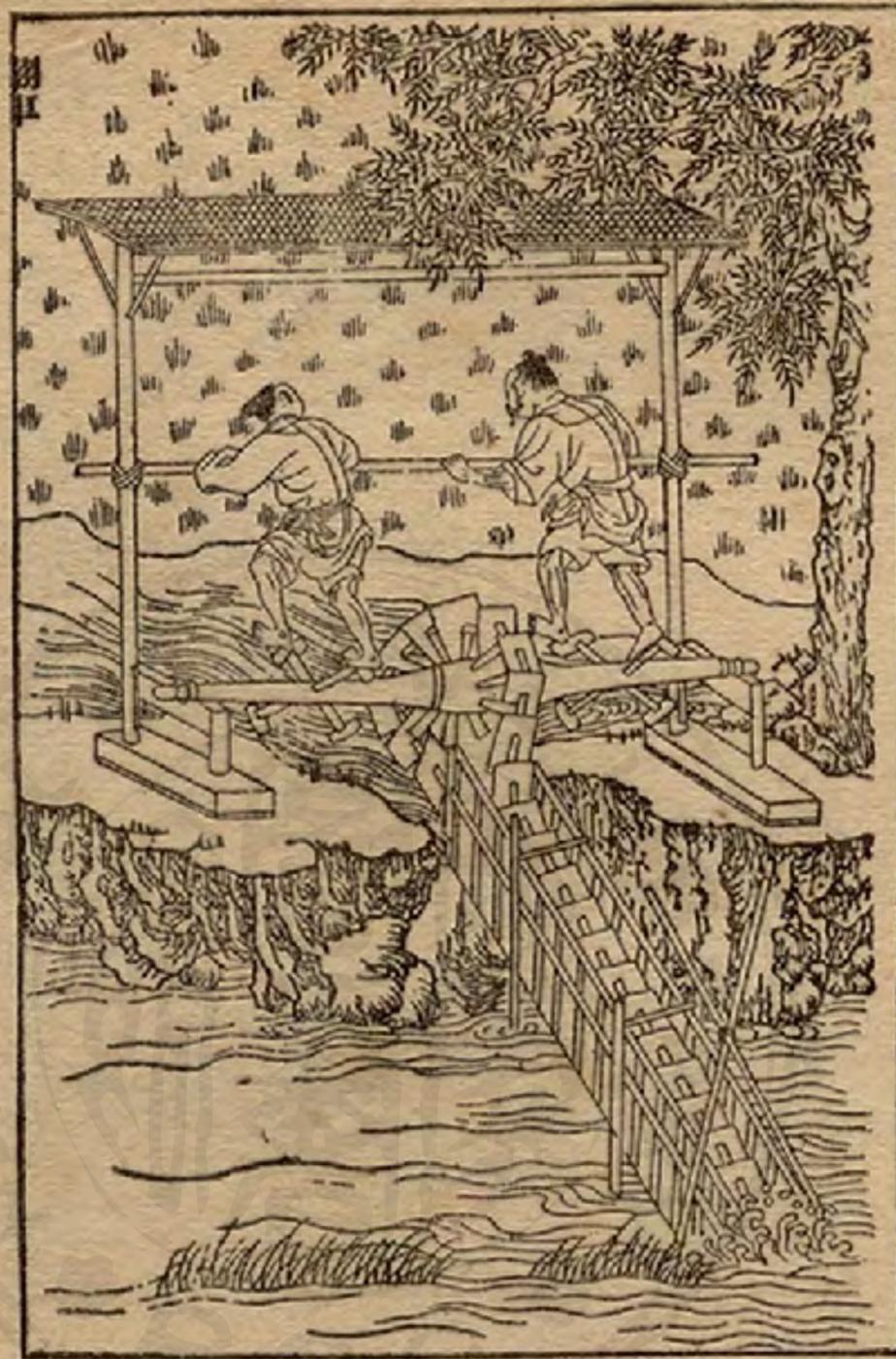
又說，「獨不見夫桔槔者乎！引之則俯，舍之則仰。彼人之所引非引人者也，故俯仰不得罪於人。」

可見桔槔在周代已經流行，算到現在，至少也該有二千幾百年的歷史了。所謂桔槔只是一種簡單的槓桿的利用，就是把一條木頭用繩子吊起，在短臂的一端掛一隻水桶，在長臂的一端掛一塊大石子。平時重物下垂，水桶懸空。當應用時，把水桶拉下，使之沒入水中，然後釋手，那水桶就因重物的下落，而載水上升，可以省去不少的人力。不過這種器械雖能省力，卻不能連續出水，這是一個重大的缺點。

比桔槔更進一步的戽水器便是水車。水車的式樣很多，其中大致可分爲兩類，一類叫做翻車，一類叫做筒車。

翻車在江浙一帶叫做龍骨車。據說是漢靈帝叫畢嵐造出來的，但據晉傅元集贈扶風馬鈞序說：「（馬鈞）居京都，城內有地可以爲園，患無水以灌之，乃作翻車，令兒童轉之，而灌水自覆。更出更入，其巧百倍於常。」則翻車的發明者又是馬鈞了。無論這發明者是

畢嵐還是馬鈞，牠總該有近二千年的歷史，想起了我們有這樣古老的文化，使我們自傲，想起了我們「數千年如一日」的保守精神，使我們慚愧。翻車是一個長約二丈的木槽，闊

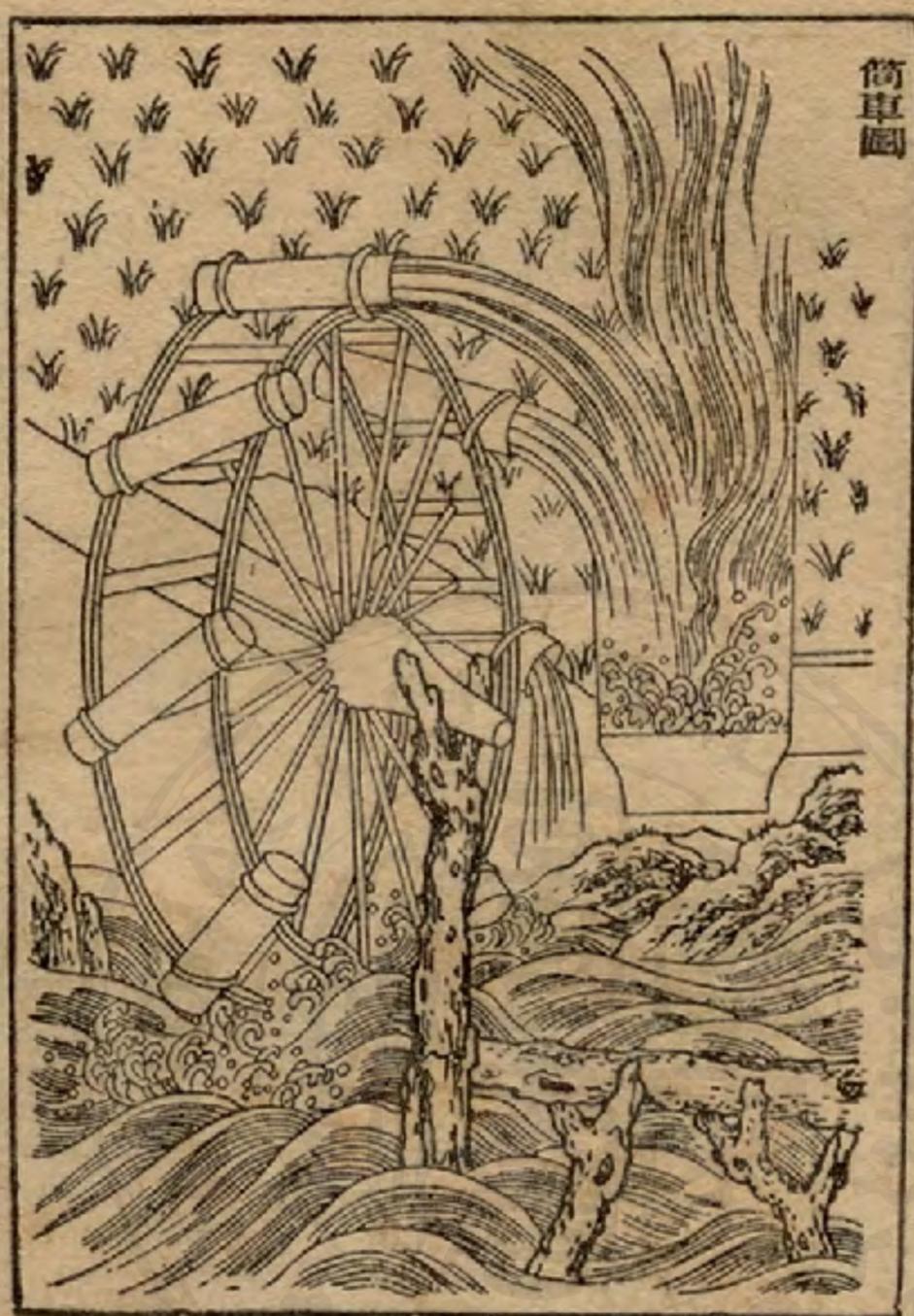


約四寸到七寸，高約一尺。這木槽斜放在水灘上，一端沒入水中，一端高出岸上，兩端有軸，上繞聯綴着的龍骨板數十片，每片都和木槽一樣闊。當岸上的軸轉動的時，龍骨板刮水上升，就能連續出水。因為牠利用了輪軸和斜面兩

種省力機械，所以機械效率很大。據宋應星天工開物乃粒篇說，用人力每人每天可灌田五畝，用牛力每天可灌田十畝。

筒車是一個直立的大木輪，輪的下部須埋在水裏，輪的上部須高出田岸數尺，所以

牠的大小要看岸的高低而定。木輪的四周，斜縛着許多一端開口一端有節的竹筒。牠的構造比翻車簡單不少。當木輪被流水沖激而旋轉的時候，將入水的竹筒，開口的一端向



筒車圖

下，將出水的竹筒，開口的一端向上，所以這些竹筒能貯滿了水而隨木輪逐漸把水運到高處。當竹筒移動到木輪的最高點時，筒身在水平的位置，這時筒中的水就開始流出，由一突出在岸外的木槽，即所謂天池的，承受了而引到欲灌的田裏去。若是岸和水的距離太遠，那就得用直徑約四尺的兩個小木輪，一個裝在水邊，一個裝在岸上。另用許多一端開口的竹筒首尾相接，串聯成一條像鏈子似的東西，然後把這些竹筒像新式機器上的皮帶那樣，環繞在

兩個木輪周圍。牠的作用是和一般單轉的筒車一樣的。

水車所用的原動力，不外人、畜、水、風四種，普通翻車都用人、畜之力，間有用風力的，流行於我國沿海各省，筒車大都用水力，流行於內陸水勢湍急的地方。就出水的能力說，翻車比筒車大，就工力說，當然是筒車優於翻車。童冀的水車行贊美筒車的功用說：

「零陵水車風作輪，緣江夜響盤空雲。輪盤團團徑三丈，水聲卻在風輪上。大江日夜東北流，高岸低坼開深溝。輪盤引水入溝去，分送高田種禾黍。盤盤自轉不用人，年年祇用修車輪。往年比屋搜軍伍，全家載下西涼府。十家無有三家存，水車臥地多作薪。荒田無人復愁旱，極目黃茅接長坂。年來兒長成丁夫，旋開荒田納官租。官租不闕足家食，家家復藉水田力。一車之力食十家，十家不憚勤修車。但願人常在家車在軸，不憂禾黍秋不熟。」

不過筒車也有一個缺點，那就是不能隨處適用，而只限於有急流的地方。我們在上海附近從不曾看見過一架筒車，就是這個緣故。

紙 鳶

太陽光曬到身上來漸漸覺得有點兒暖意，這又是放紙鳶的時候了。

紙鳶俗稱鷓子，用竹篾做骨架，上張薄紙，下繫繩索，若在空曠的地方把牠迎風一縱，就能上昇空中。五代時李鄴設計在紙鳶上縛一枝竹笛，風吹到笛孔裏，就能發出像箏一樣的聲音，所以又叫風箏。普通用竹篾和絃線做成小弓，繫在牽引紙鳶的繩索上，風吹絃動，也能發出聲音，這弓俗稱響弓。

紙鳶究竟係何時何人發明，現在已不可考。據傳說，紙鳶的發明者乃是韓信，據說韓信勸陳豨反漢，答應在陳豨舉兵的時候，自己做內應；他因為要掘一條地道通到未央宮裏去，所以創製了紙鳶，想放高來測量未央宮的遠近。不過這種傳說，是否可靠，卻是誰也不能斷定的。在西洋，有人說，紙鳶是紀元前四百年頃柏拉圖的友人發明的，但是這也沒

有確實的證據，不過推想起來，牠的發明一定很早，至少已有二千年的歷史了。

紙鳶在中國一向被視爲兒戲，所以不爲一般人所重視，揮塵後錄裏曾經有這樣一段記事：

寫

「徽宗初踐祚，曾文肅公當國。禁中放紙鳶，落入人間。有以爲公言者，翌日奏其事。上曰：初無之，傳者之妄也。」

小皇帝放了紙鳶，連承認都不敢承認，那末當時人對於紙鳶的卑視心理，就可想而知了。不過在戰爭的時候，也有偶然利用紙鳶來做通信工具的，例如獨異志裏說：「梁武帝太清三年，侯景圍台城，簡文縛紙鳶飛空告急於外。」又如唐書田悅傳裏說：

「使楊朝光攻臨洛將張伾。伾固守，食且盡，賞賜不足，乃飾愛女示衆曰：庫廩竭矣，願以此女代賞。士感泣，請死戰，大破悅軍。有詔河東馬燧、河陽李芑與昭義軍救伾。三節度次狗明二山間，未進。伾急以紙爲風鳶，高百餘丈，過悅營上，悅使善射者射之，不能及。燧營謀迎之，得書言三日不解，臨洛士且爲悅食。燧乃自壺關鼓而東，破盧、曠，戰雙岡，禽賊大將盧子昌，而殺朝光，悅遁保洹水。」

紙鳶除了這一種利用外，就差不多毫無用處。不過有一個逸話卻很有趣。據說，南唐李昇受楊氏禪，把讓皇遷在海陵。他的兒子李璟即位，聽了宋齊丘的話，把楊氏一族統統殺死。

這宋齊丘後來得了一個「老來子」，不久就夭折了，他悲哭月餘，沒有人能勸止他。其時有一個叫做李家明的戲子，卻想出一個方法來止住他的哭。他在紙鳶上題了這樣一首詩：

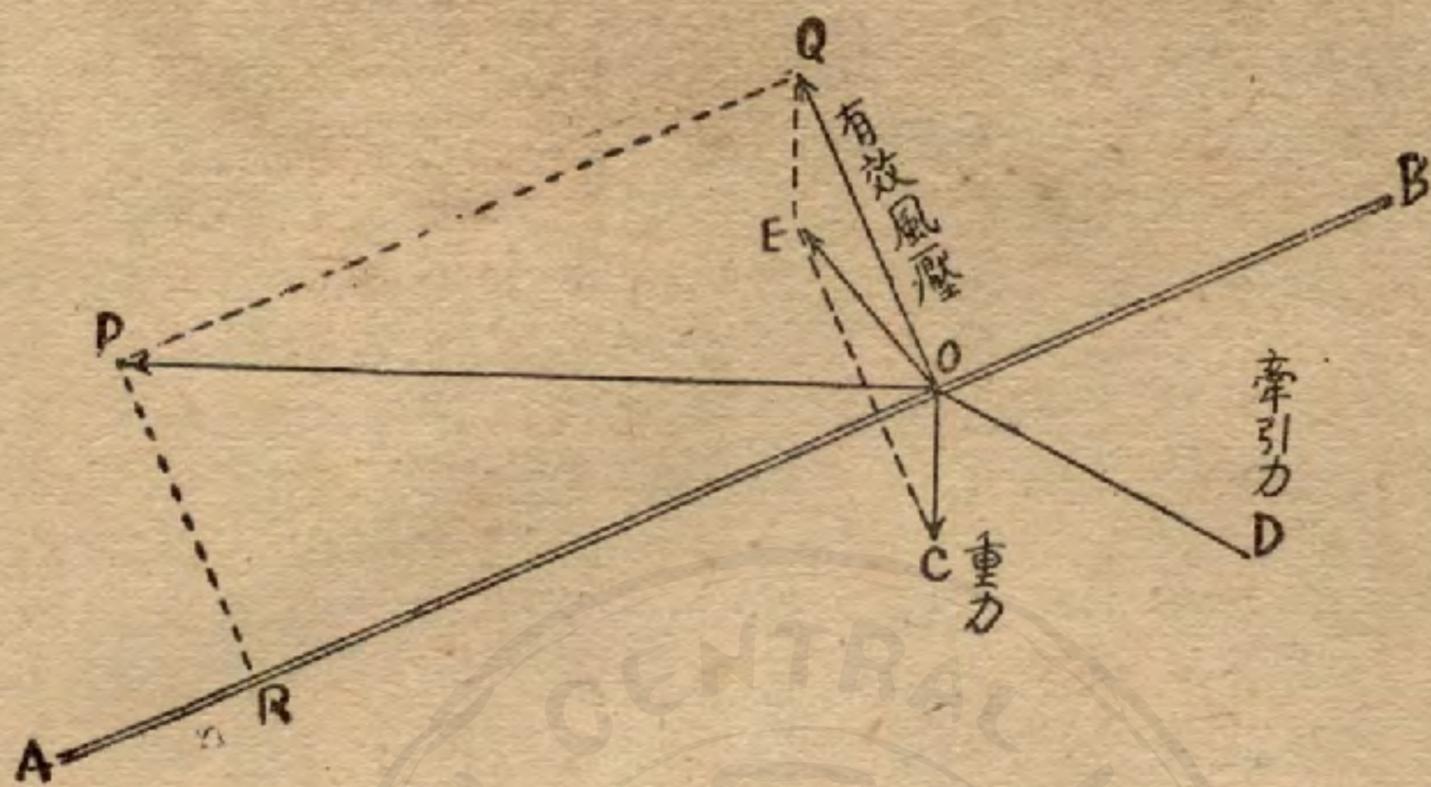
「安排唐祚革強吳，盡是先生作計謨；一個孩兒拚不得，讓皇百口合如何？」

然後把紙鳶放高來，割斷了線，讓它剛好落在齊丘的家裏，齊丘見了紙鳶上的詩，覺得非常慚愧，從此收淚止哭。這位李老板的惡作劇真是痛快！

紙鳶在西洋流行較晚，不過他們往往把牠利用到學術上去。一千七百四十九年英國愛丁堡的天文學者威爾遜·亞歷山大最初用溫度表縛在紙鳶上去測驗上層空氣的溫度；而佛蘭克林利用紙鳶的實驗更爲科學史上的美談。佛蘭克林是輔助華盛頓建立美國的元勳，晚年專心研究電學。他以爲陰陽兩電相中和而放電時所發生的電花，極像空中的電閃，因此疑心電閃也是一種放電作用。於是他製了一隻紙鳶來實驗。他所製的紙鳶是很簡單的，用薄片的木條做骨，紮成十字形，上面張了些絹，引線的下面懸一個

鑰匙，由金屬的鏈子通入來頓瓶。他揀了一個下雨的天氣，同了他的兒子到野外的一個小舍中，把紙鳶放高來，起初鑰匙毫無帶電現象，他很失望。忽然天邊頓起黑雲，掠過紙鳶，他用手指移近鑰匙，突然發生火花。於是雷電的祕密就被這個實驗解決了，這一天是在一千七百五十二年六月十日。此後利用紙鳶來研究天空氣象的，時有所聞。又一千九百十一年十二月十二日馬可尼由英格蘭的康瓦爾發送第一次橫斷大西洋無線電報到紐芬蘭去，那天恰值暴風，無線電機的天線受了損壞，當時幸虧利用了紙鳶，纔得達到通信的目的，這也是一件值得紀念的事。

紙鳶的上昇由於風力，這個道理無論什麼人都知道，但仔細追究起來，風力爲什麼能使紙鳶上昇，知道的恐怕就未必多了。我們要明白紙鳶因風力而上昇的理由，最好看後邊的圖解， AB 是紙鳶的斜面， O 是紙鳶的重心，假使有風力 OP ，以水平方向吹向紙鳶的斜面，牠一定分成兩個力。一個力 OR 和紙鳶的斜面平行，因爲沒阻擋，所以對於紙鳶不發生作用。一個力 OQ 是垂直於斜面的，這 OQ 完全作用於紙鳶，能使紙鳶上昇，所



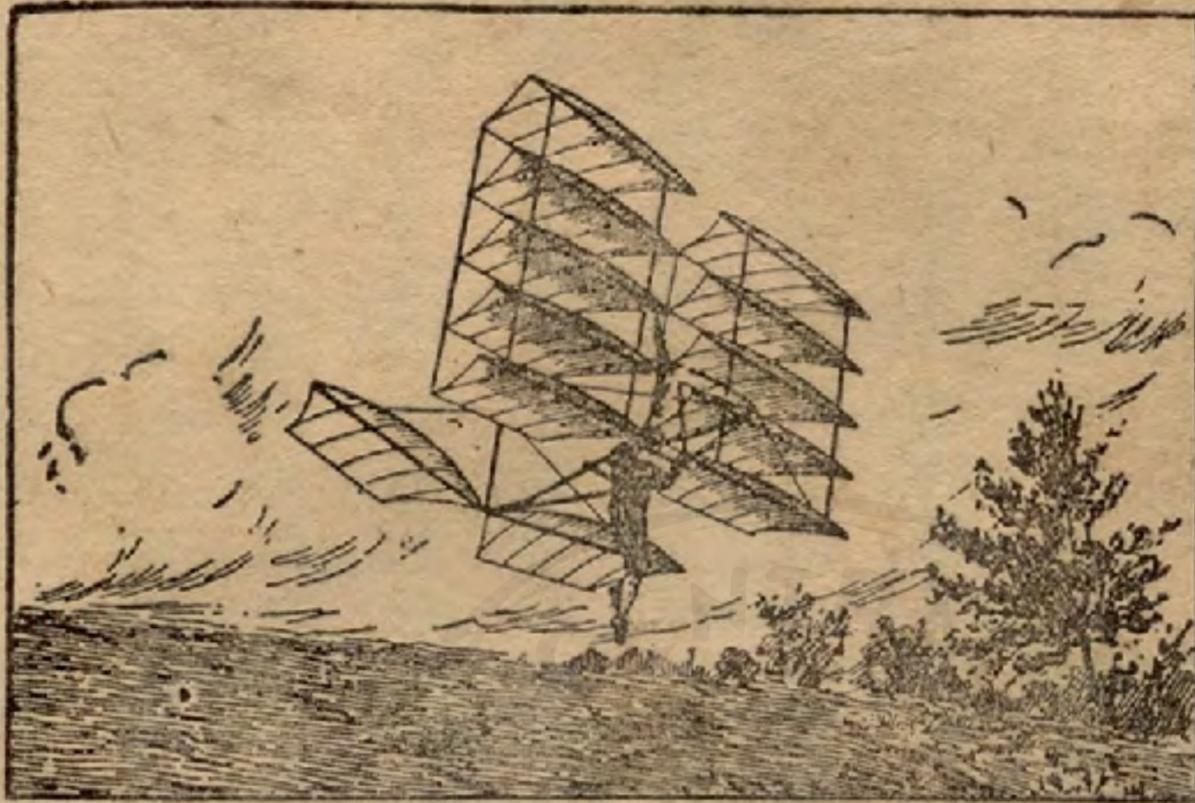
以叫做有效風壓。但是實際的情形卻並不這樣的簡單，因為紙鳶還有重量，這重量使紙鳶不能確照 OQ 的方向進行。若令 OC 表示這重力的大小及方向，我們就可求得牠和有效風壓 OQ 的合力是 OE ，這 OE 纔是紙鳶實際上昇的方向了。若是繩索的牽引力 OD 和 OE 在一直線上，紙鳶就停留在空中，不會落下，也不再上昇。若是 OE 和 OD 不成一直線，則紙鳶或略向上昇，或略向下降，必須到 $EO D$ 成一直線為止。

我們從這個圖中，還可以看出：(一)風力 OP 越大，則有效風壓 OQ 也越大，有效風壓 OQ 越大，則紙鳶實際上昇的力 OE 也越大。(二)若紙鳶的重力 OC (即重量) 越小，則紙鳶實際上昇的力 OE 就越大。

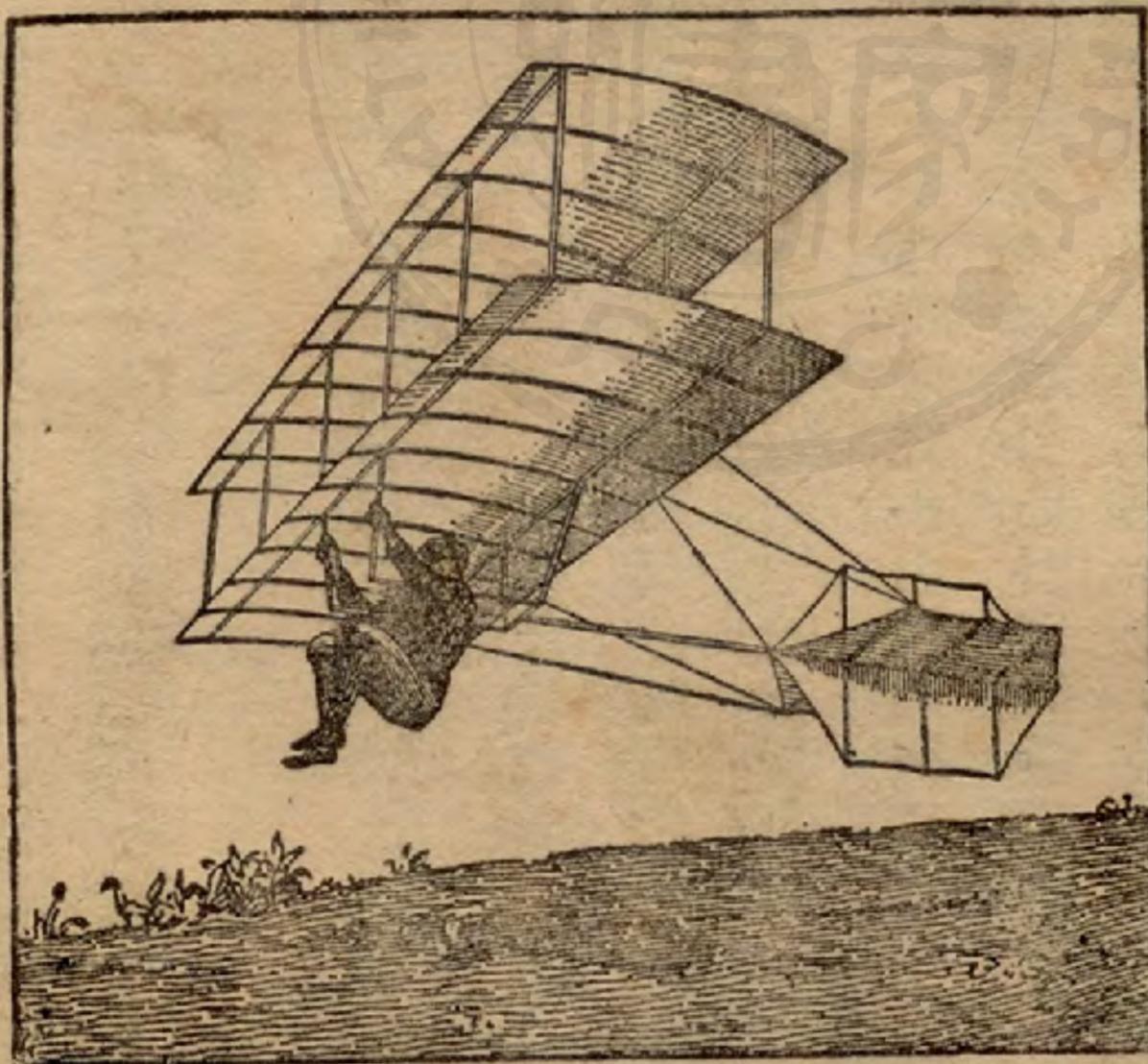
因了近地面處風力不大，所以當放紙鳶的時候，必須迎風疾走，好讓紙鳶的斜面上發生相當的風壓，以推動紙鳶，使之上升。當牠昇到相當的高度，該處的風力足以抵抗紙鳶的重力時，紙鳶就停留在空中了。

紙鳶是飛機的原始形式，記得科學小品文作家斯洛孫 (Slosson) 氏曾經說過，「人把玩具玩得厭倦了的時候，便把牠拿來做工作。」紙鳶正是如此。當萊特 (Wright) 兄弟的飛機未成功以前，人早就在用大紙鳶來當飛機了，這種飛機就叫做滑翔機 (Glider)。滑翔機不折不扣是一隻大紙鳶，只是沒有牽引的線。牠的主要機構就是一張面積很大而重量很輕的翼，翼的下方可以載人。飛行時人從小山頂上躍入空中，使翼面迎住氣流，因重力而向前滑進。最初的滑翔機，因為機上的翼是固定的，所以須用駕馳者自身的重量來平衡機體。若是突然碰到了大風，那就非常危險，因此而犧牲的有德人李林泰兒 (Otto Lilienthal, 1896) 和英人皮兒乞 (Percy Pilcher, 1899) 等。其後美人強紐特 (Octave Chanute) 更創製多翼滑翔機，翼面可以活動，以操縱機體的平衡，他試飛百

餘次，都很成功。等到裝置發動機關的飛機產生以後，滑翔機的研究就延緩了數十年。因為滑翔機是利用天然的氣流而上升的，而飛機利用的卻是人造的氣流，天然氣流非人



強 紐 特 多 翼 滑 翔 機



強 紐 特 雙 翼 滑 翔 機

力所能操縱，牠之不能有充分的發展是在意料中的。可是自從歐戰以後，德國的空軍因為受了條約的束縛，乃不得不改變方向，努力從事於滑翔機的研究，這個風氣一開，到如今滑翔機又為舉世注意的一種航空機械了。

現代科學家對於滑翔機的研究，倒不在機身，而在駕駛技術。滑翔機因為沒有發動機關，而利用天然的氣流，所以大都只能向前下方滑進，而不容易上昇，因此行程較短。要補足這一個缺點，便不得不另想方法。據航空學家的研究，當氣流經過高低不平的地面時，牠的進行方向總是照着地形的，說得具體些，當氣流吹到陡峭的山壁邊時，必沿山壁而直上，當氣流吹過山壁時，必沿山壁而直下。有經驗的滑翔家就利用了這個原理，當滑翔機行近山麓時，便滑入上昇的氣流中，使機體儘量翱翔（Soaring）。翱翔到最高限度時，便再向前滑翔（Gliding），這樣更迭地翱翔或滑翔，差不多能把航程延長到幾小時。

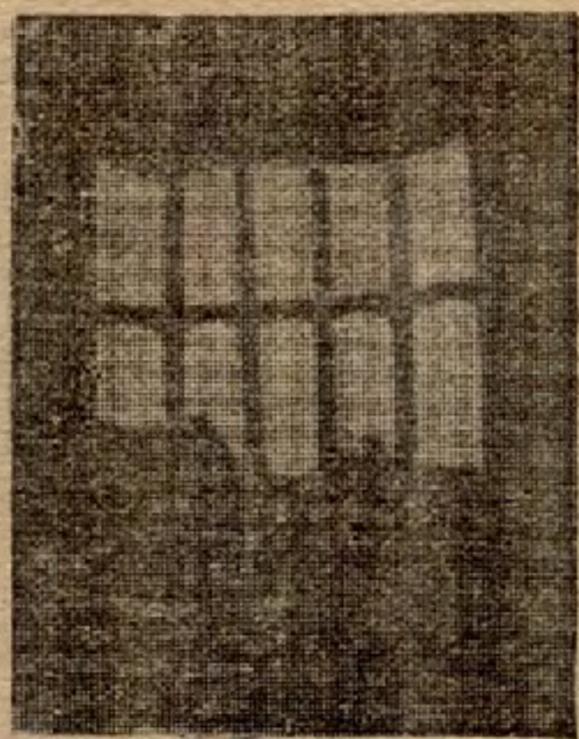
最近滑翔機的發展又開闢了一個新方向，那就是用來作為飛機的「拖機」（Tow-lar）。那就是把許多滑翔機用繩索縛住在一隻飛機上，藉了飛機的牽引，使之在空中列

隊飛行。這個計劃一九三四年最先創行於美國，其後蘇聯也曾作同樣的試驗，用一隻飛機拖帶三隻滑翔機，從莫斯科飛往克里米亞，計航九百五十英里。此外大規模的實驗，各國都正在計劃中，將來若是成功，那末一隻飛機就可以有幾隻飛機的用處了。

太陽光曬到身上來漸漸覺得有點兒暖意，這又是放紙鳶的時候了。在外國，紙鳶已變成了滑翔機和飛機，不知我們中國的紙鳶會有一天變成滑翔機和飛機否？

攝影的故事

攝影術的發明，通常都歸功於法國的佈景畫家達該爾（Louis Jacques Mande Daguerre），因為達氏在一八三九年正月十九日，首先向法國科學院提出用鍍銀的銅版來攝取照相的詳細報告。不過任何發明，都不是出於一人之手的，攝影術也不能例外。對於攝影術的發明最有功績的先後有三人，即尼埃迫司（Joseph Nicéphore Niepce），



道爾菩特所攝的世界上第一張照片

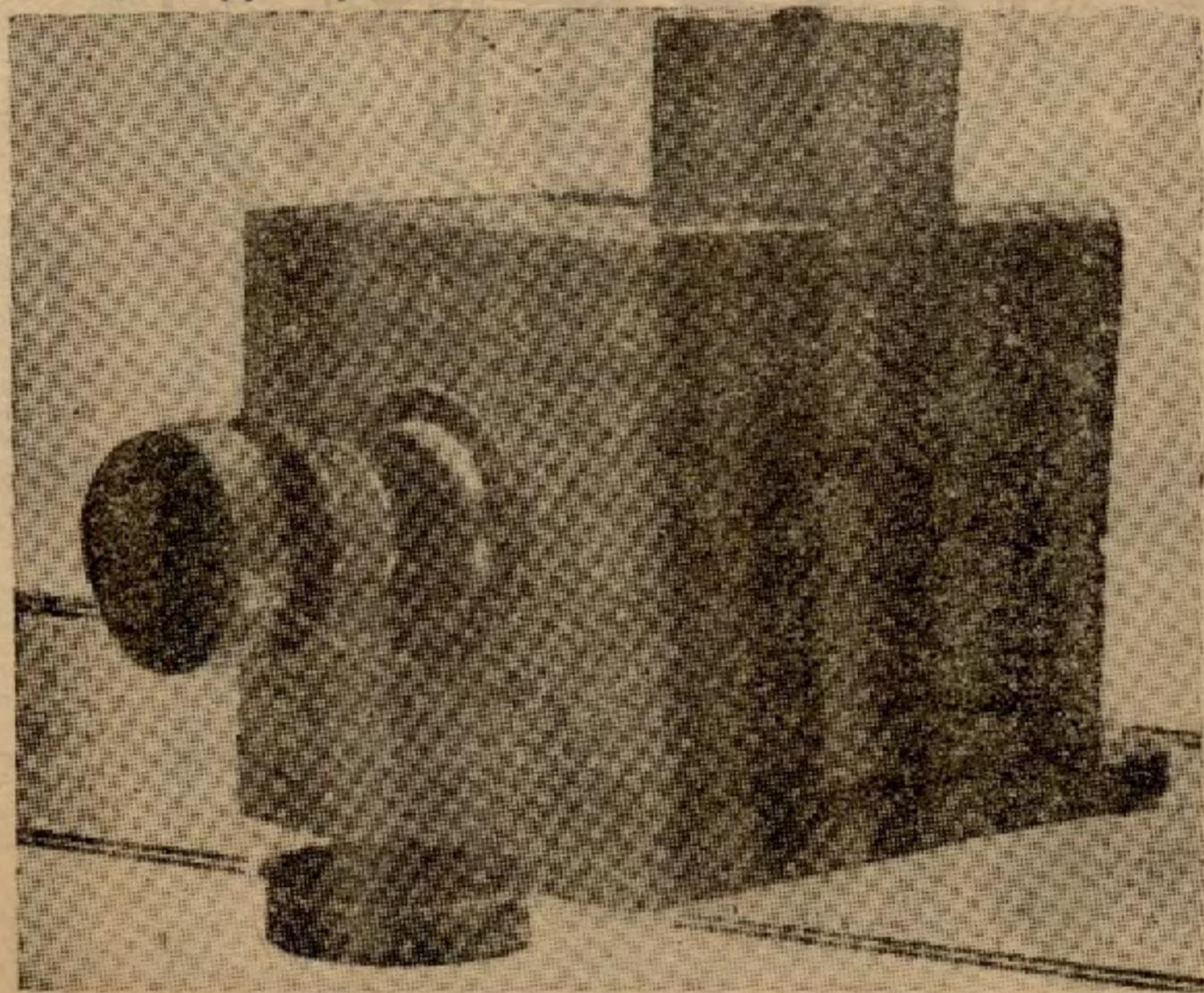
達該爾和道爾菩特（William Henry Fox Talbot），其中前兩個是法國人，後一個是英國人。

道爾菩特雖然不是研究攝影的第一人，可是最初實現這個理想的卻是他。世界上第一張攝在紙上的照片就是道氏在一八三五年夏天攝取的。這照片

的尺寸很小，差不多和郵票一樣。攝取這張照片的照相機也製作得非常粗劣，鏡頭是一張眼鏡片，曝光的時間要幾小時。

在十九世紀的初葉，或者還在這以前，早經有人試圖在紙、木、綢、革等表面上捉住光所投射的物像了。發明安全燈和好幾種化學元素的達維（Sir H. Davy）便是其中的一人。又據傳說，在一七八〇年，有一位名叫查理教授（Professor Charles）的，曾經在大張的紙上塗了硝酸銀液，然後用強光把欲攝的人物的影子投射在紙上而攝

得許多的「剪影畫」（Silhouette），要是這個傳說是可靠的話，那末這位查理教授就該



最初的照相機

是攝影術的創始者了。可是大多數的人的意見，都覺得這傳說是不很可靠的。

還有一個被推為攝影術發明家的是衛其武特 (Thomas Wedgewood)，他是一個著名的陶業家的兒子。他在紙上塗了銀鹽，用樹葉或其他不透明的物體覆在上面，然後



尼 埃 迫 斯

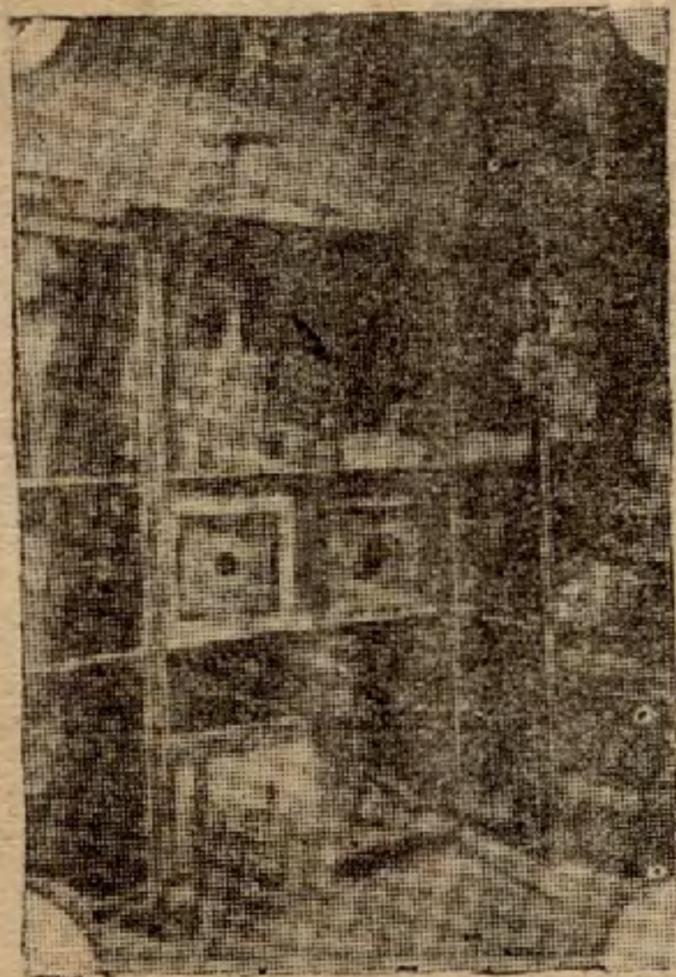
把牠曝露在強光下面，於是紙上受光的部分就變成黑色，而顯露了樹葉的像。不過衛氏雖然盡了種種的努力，卻總不能使這個像的顏色歷久不變。因此他所造成的作品就無法留傳下來給我們一觀究竟了。

真正發明近代攝影術的第一人，無疑地是尼

埃迫司，他不知怎樣地發現：在猶太的土瀝青 (Bitumen)，是一種金黃色或棕色像瀝青一般的物質，原產於死海沿岸，有見光後不溶於油類的特性。尼氏由此發現，就把純粹的土瀝青溶在臘芬大油 (Oil of lavender) 中，而把牠澆在金屬版上，這種溶液乾燥極快，

乾後結成一層棕色的薄膜。他把這塗有土瀝青的金屬版插入照相機中，並使受強光照射的物體，把光反射到照相機中的金屬版上。待曝光數小時後，把金屬版取出，放在一隻盆子裏，用臘芬大油輕輕沖洗，把未感光的土瀝青溶去，就成一張和實物微妙微肖的金屬像片了。

尼埃迫司的成就，不僅如此。他並且還把金屬版上溶去土瀝青的部分用腐蝕液蝕深了，使之成爲一幅鏤蝕的金屬像片。這種像片，他稱爲「太陽畫」(Heliographs)。據說，他在一八二六年就曾造成了這樣的



尼埃迫斯所用最初攝影工具



尼埃迫斯所作的鏤蝕的金屬像片：安保埃斯像

像片來給他的朋友傳觀。尼氏的作品，現在還保存着的有安保埃司（C. Amboise）的鏤蝕像片，作於一八二七年二月，可說是現代照相腐蝕版的始祖。

就在這同時，達該爾也在從事於攝影術的研究了。達氏聽見尼埃迫司藉光的作用已經造成了永久的物像，就想和尼氏合作，各自分頭研究，同時還約定把研究所得來的



達該爾

結果報告給對方。這約定不知怎樣竟得到了尼氏的同意。可是到後來，達該爾不但攫取尼氏的研究結果而把自己的祕密起來，並且當他的成績公開出去的時候，他又攫取了全部的榮譽。這在達氏總該問心自愧吧。

尼埃迫司死於一八三三年，在四年以後，達該爾又和尼氏之子逸雪獨爾（Isidore）訂了合作的約。在這時候，達該爾偶然發現了另一個攝影方法，那就是著名的達該爾式像片（Daguerreotype），這使十九世紀四十年代的文化界掀起了巨大的浪潮。

這個攝影的方法，是根據了下面的事實：當一塊磨光的銀版或塗銀的銅版曝露在碘的蒸氣中，如果保持着適當的狀況，就會在金屬版上結成一層極薄的碘化銀。碘化銀有感光性，達該爾發現當他把這種金屬版放在照相機裏經過幾小時的曝光以後，就會在表面上顯出一個極暗淡的物像，這個物像和原物完全一樣，唯一的缺點是，那個像太不顯明，不能供實際的用處。

這時候，達該爾又偶然得到了一個重大的發現，一天，他無意中從一個櫥裏取出幾塊認為無用了的感光過的金屬版來，卻發現版上的影像已變得非常明顯了，這幾塊金屬版原是因為感光不足，版上並不曾露出些微的影像，纔被達氏捨棄在那裏的。現在驟然見此，就使他想到這像的顯露一定和放在櫥裏的某種藥品的蒸氣有關。達該爾立刻從事一個連續的試驗，把曝光過的碘化銀版放在櫥裏，每次拿出了幾種藥品，結果終於把這個秘密揭破了。那是一碟子的水銀，牠的蒸氣和曝光過的碘化銀相作用，而把版上的淡淡的影像加深了。

這樣就造成了達該爾式攝影術。達該爾用這個方法攝成的像片，是在一八三七年，但是這方法的成爲商業技術，卻在一八三九年；那時法國政府以榮譽章給了達該爾，並且又給了他一筆巨大的年金，不過以公開和改進他的方法爲條件。可是達該爾受了這筆報酬後的第一個行動，卻是把他的方法在英國註了冊，而得到了特許專賣證書。我們對於達氏在科學上的成就，果然極爲欽佩，但是對於他的人格卻不能不有微辭。

湊巧得很，跟着達該爾的發現，又來了道爾



特 菩 爾 道

菩特的「光畫」(Photogenic drawing)，達該爾所攝的像片，是顯現在塗銀的銅版上的，每攝一次，祇能攝成一張，而道爾菩特卻先用油和紙作成一種透明的負片，用了這負片可以曬出同樣的無數的照片，道爾菩特稱他的像片爲 *Colo-*

type，意思是美的圖畫。後來用道爾菩特的方法印在紙上的像片，就稱爲道爾菩特式像

片 (Tollbotypes)

道爾菩特的方法是非常簡單的，而其費用也比較便宜，他把紙放在稀薄的食鹽溶液中陰乾後，再在紙的一面刷了一層硝酸銀溶液，又把牠陰乾。如果要使紙的感光性特別靈敏，就把上面的手續重覆兩三次，這樣製成的紙放在照相機中曝光了相當的時間，就顯出極清楚的影像。道爾菩特又發現假使把沒食子酸和硝酸銀混合了塗在紙上，就能把紙的感光性大大地增加，而在感光的時候使紙保持潮溼的狀況，其效驗尤其顯著。道爾菩特又發現若把感光的紙浸在沒食子硝酸銀的溫暖溶液中，也可以把影像顯露出來。

道爾菩特把這個方法保持了六年的祕密，隨時在加以改良。到了一八三九年正月，他聽見了達該爾的發現，就立即公佈了他自己的方法，在這一月的廿五日，偉大的電學家法拉第（他當時正在皇家學院講學）就當衆公佈了道爾菩特的光畫。在這裏我們應該注意：達該爾和道爾菩特都不曾用「攝影術」這個名詞，實在這個名詞為赫瑟爾

(Sir John Herschel) 所創造，而現在用爲定影藥的大蘇打（硫代硫酸鈉）也爲赫氏所發明，在這以前，一般都是用食鹽溶液來定影的。

在道爾菩式和達該爾式以後，又有所謂溼片，那是一個英國人叫做阿乞 (Frederick Scott Archer) 發明的。在這種底片上，那感光的銀鹽，是吸收在棉膠中而塗到玻璃面上去的，後來又經梅度克司 (Dr. R. P. Maddox) 發明用動物膠製成的乾片，這纔奠定了近代攝影術的基礎。

最後，讓我來摘錄一段關於攝影術的預言。在一七六〇年，那時候還沒有人想到攝影術，一個法國人叫做洛賽 (Tiphaigne de la Roche) 的發表了一卷理想的小說，題名爲 'Giphantie'。在這篇小說中，書中的主人公被領到了一處奇怪的地方，在那裏住着奇怪的人。他走進一間屋子裏，見裏邊有着許多巨大的圖畫，那些圖畫都非常酷肖，差不多和真的一樣，用近代語來講，我們就應該叫牠做照相。當時書中的主人公請那嚮導解釋這圖畫的來源，書中的回答是這樣：

「你該知道，」嚮導說，「光線在物體上反射回來的時候，就造成了一個像，把物體畫在一切光滑的表面上，例如，水和玻璃等，有志的人曾經研究怎樣去設法固定這種暫時的像。他們曾經造成一種非常精細而富於黏性的物質，容易堅硬，也容易乾燥。用了這種物質在一剎那間就可造成一個像。他們把這種物質塗在一塊畫布上，放在他們欲攝的物體前面，這塊畫布的第一個效應和一面鏡子一樣，在牠旁邊的一切物體，無論遠近，都能被光所反射進去，鏡子能夠顯出物體的準確的像，卻不能把牠保存起來，畫布也能顯出同樣準確的像，卻又能把牠們完全保存起來。」

「畫布上有了影像以後，就立刻帶到黑暗的地方，經過約一小時，那種精細的物質就漸漸乾燥，於是就得到一幅畫，為藝術家所不能模倣，為時間所不能毀滅。」

這是一個非常可驚而準確的預言，就是在此刻，這個預言還是非常精確。所以攝影術這個「科學的使女」和「世界圖畫記錄的天使，」原來也曾經是一個小說家的夢想。

人 氣

在科學的許多研究題中，沒有比「人氣」更能引起一般人的興趣了。據說：在一切生物體上，都存在着一種特殊的發射質，從生物產生的時候起，一直到死亡的一刹那為止，無時不在，而且在特殊的狀況下，還可以設法看見。「人氣」(Human Aura)便是人體的發射質，在人類的的生活期間，牠無時無刻不存在那裏，不過依了人體狀態的不同（如健康、疾病等）而常在變異其強度及物理形狀。這種稀薄的發射質因為和人體有着不可分離的關係，因此有人把牠稱爲「人類的氛圍氣」(Human Atmosphere)。

看見人類氛圍氣的人並不多。事實上有許多人顯然是永遠不能看到的，因為牠們的眼睛對於這種發射質所發出的光一點也不起感應。不過企圖觀察「人氣」而得到成功的，至少也有百分之六十。當然這些人不一定能一看就見，而多數還是經過了三四

次忍耐的嘗試，纔得目睹這個現象的。

有些人，據說單用肉眼也能看見人體四周的發射質，而大多數人卻一定要靠了儀器的幫助纔能得到這種能力。還有些人像術士之類，據說能由他們心理的活動而隨意獲得辨別「人氣」的能力，可是他們所謂的「人氣」是否就是科學研究者所說的「人氣」卻很難說了。在科學研究者研究「人氣」時，心理上決不帶有催眠的或心神不定的狀態。他們所謂的「人氣」完全是一種物質的和自然的現象，牠對於人體的聯絡，差不多和呼吸一樣。然而因為牠是一種非常稀薄的實體，所以通常只有在極嚴格的物理狀況下纔能被我們看見。

「人氣」在科學上似乎還沒有被人重視，這是很可怪的一件事。十多年前英國有一個醫生叫做基爾納（W. J. Kilner）的，他隱居在南安配頓（South Ampton）地方，用「人氣」做題目寫了一冊書，基爾納在這冊書裏，報告了他多年研究「人氣」的結果。不幸這冊書現在已經絕版，而基爾納也早已去世了；而且現在願意繼續他去做這種

實驗的人，似乎也不很踴躍。

如我們上面所說，「人氣」是一薄層發微光的濛氣，包圍在人體的四周，但能被衣服所掩沒。所以在實驗的時候，如果要看到完全的濛氣，必須把受驗者的衣服完全脫去。不過通常作初步的試驗，僅在顯露這種神祕的「人氣」的存在，那末只要把上身的衣服脫去，已經儘夠了。

在歷史中，我們可以找到許多記錄，說有些人的身體周圍，包着一層發光的霧。圍繞在聖者頭上的「靈光」，雖然祇是一種傳說，卻未始沒有事實的根據。在現代，人頭上的「靈光」已被視為神聖的象徵。據記錄所載，聖者在活着時候的頭上有一個發光的圈。在沒有人能夠提出確實的證據來證明這種記錄是虛偽的以前，「靈光」是有可信的價值的。實驗曾經指出，在某種狀況下，「人氣」在白天也差不多可以看見。所以也許在嚴肅而神祕的人，有時能夠把「人氣」擴大，因此在沒有衣服遮蔽着的頭部就變成了
一個可見的光圈吧？

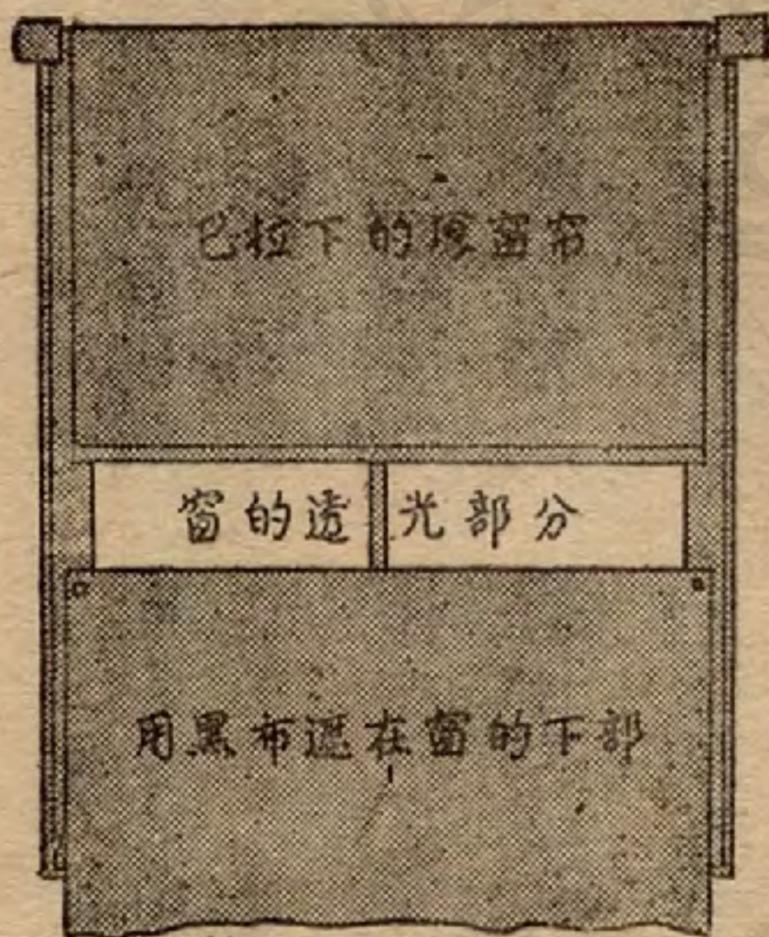
要作觀察「人氣」的實驗，需用某種的染料。這種染料名叫雙氫質 (Dicyanine)。不幸，這是一種價值極貴的染料，在歐戰剛結束的時候，因為產量很少，每一克的價值竟要六英鎊之多；到了近來，他的價值已減低了不少。不過有一種染料叫做「雙氫質A」，牠和雙氫質是完全不同的，這在打算要買雙氫質來做實驗的人，是不可以不知道的。

觀察「人氣」的儀器有兩種，一種叫做雙氫質增感器，一種叫做雙氫質觀察器，兩者的構造相同而用途各異。這種儀器做起來也不很容易，要做得考究一點，必須用兩塊光學的平玻璃對立着，作成扁盒，邊緣要密接，使液體不至滲出；要是隨便一點，那末，用一個四方的扁玻璃瓶，也可以代替。牠的容積應力求其小，否則要裝滿牠就需多量的雙氫質溶液，所費就太貴了。至於觀察器的構造須比增感器更為精密，但也可以用上面所說的扁方瓶來代替。不過牠的兩對邊須完全平正，否則光線經不規則的折射後，所看見的象就不能清楚了。大概有着緊密塞子的扁形香水瓶，總可以適合這種需要。

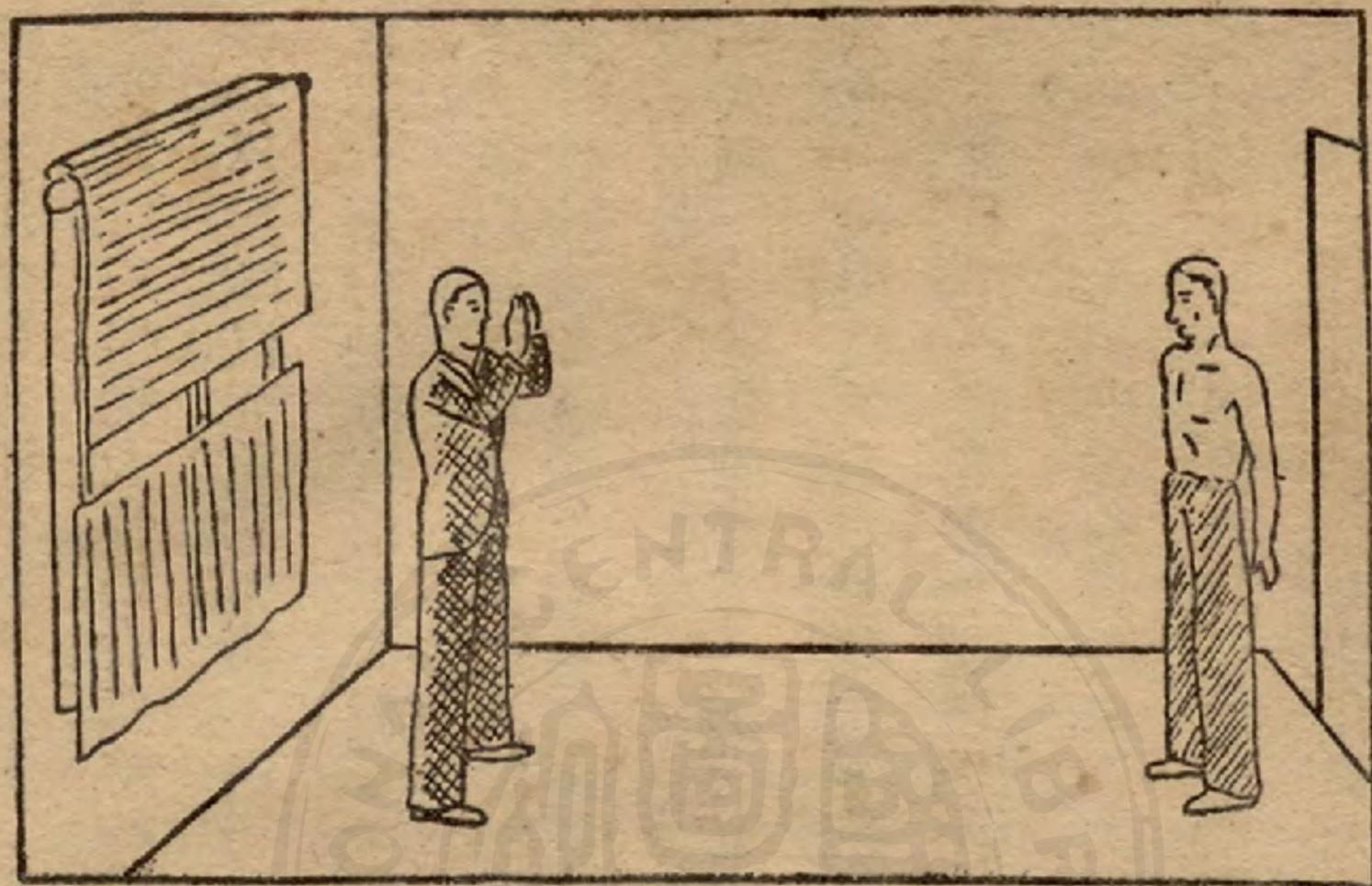
雙氫質不能溶解在水裏，因為牠的水溶液會很快地分解，使這種價值很貴的染料

完全變成無用；最好是溶在絕對酒精（即不含甲醇的酒精）裏，不過絕對酒精可以摻水做成飲料，所以捐稅大，賣得貴，每磅約需二三十元。若要價值便宜一點的，可以用異丙醇來代替，異丙醇沒有重稅，每磅不過三四元。大概買半磅異丙醇，就可做好幾次的實驗了。增感器所用的雙氫質溶液要濃厚，大概以呈深藍色為度；觀察器所用的雙氫質溶液要稀薄，大概以呈淡藍色為度。把製成的溶液分別注入扁玻璃瓶中用瓶塞塞緊，就可應用。

「人氣」的觀察最好在一個小室中舉行，室中只有一扇窗，窗的上部用尋常不透明的幕來遮沒；下部另用一個黑色的幕遮住，中間只剩一條狹狹的透光的縫。受驗者脫去了衣服，對窗而站在屋子的另一邊，他的背後是一個顯明的背景，這個背景的颜色，實際上沒有多大的關係。



觀察人氣時的採光法



觀察人氣的最適當的狀況

有些人主張要一個完全白色的背景，有些人卻喜歡一個灰色的背景，可見背景的顏色並不是一定的。

最關重要的是受驗者受光的明暗。實驗時須調節窗上透光部分的大小，以能清楚地看出受驗者的身體為標準。光線太強了，就會把「人氣」隱沒至無法看見。反之光線太暗，就容易引起眼睛的疲勞。

實際觀察「人氣」的情形，是很簡單的，實驗者先拿起深藍色的雙氫質增感器的，把牠放在眼睛的上面，然後隔着增感器的透光處注視天空約二三分鐘，不過這種增

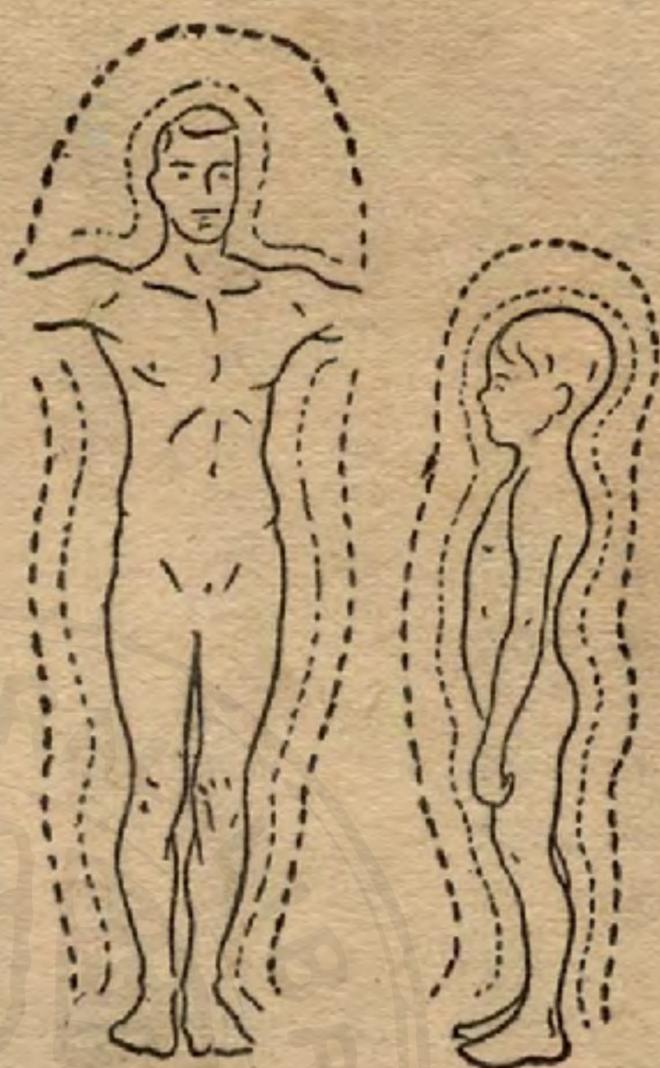


增感器的使用法

感器不能用來望強烈的日光，因為這樣非但是不必要，而且反會把增感器的增感力減弱。

眼睛經增感以後，實驗者就轉身來背着窗子，把增感器放下，而把觀察器放在眼前，然後隔了觀察器望着對面的受驗者，如果眼睛的感光性增強到適當的時候，就可以在受驗者的身體周圍見到一種淡淡的、像雲霧般的濛氣，通常都帶一點灰色，但也時有變異；這種濛氣大致沿着身體的輪廓，伸展至約離人體一英尺以外。

人氣往往可以分成三個顯明的部分，最近身體的部分，有時候可以看見一條狹小的差不多透明的帶，和人體的輪廓相接，因為這一條帶和人體的形狀一樣，所以基爾納



(左) 健康人的人氣
(右) 兒童人氣的側面

醫生把牠叫做重影；在重影以外的叫做內氣；這一帶在三種「人氣」中最為濃密，最為顯明；內氣以外的是外氣，這一條帶離人體最遠，逐漸消淡，以至於無。「人氣」的這三個部分，很均勻地融合在一起，很難辨別出牠們的分界線來。

因為雙氫質對於眼睛的特殊感應是積累的，所以在未見「人氣」以前，必須反覆隔了增感器注視天空，等到看見「人氣」以後，增感器的應用就可以逐漸減少。有些人只要一次用增感器注視天空以後，就立刻能看見「人氣」。其實這種人有時候就是不用觀察器，也能夠看見「人氣」的。在這裏我們應該注意，據說在有許多例子中，增感器用得太久，對於眼睛是有害的，（不過這種害處是暫時的，）所以在幾次用了增感器以後，如果覺得眼睛有了疲勞，就該把這實驗停止片刻。

雙氫質染料對於眼睛裏網膜的作用至今還沒有明白。在某種特殊的狀況下，牠似乎會給網膜上的感光細胞以暫時的感應性。但也有人說，雙氫質的作用和上面所說的情形剛好相反，牠實在是減弱了網膜上對於某種波長的光的感光性，因此被這種波長的光所隱沒着的「人氣」中的較暗的光線，就都顯露了出來。然而從種種方面看來，這個解釋是很難完全接受的。

雙氫質是一種極不安定的染料，牠的水溶液能很快地分解，就是牠的酒精溶液也會變質。若是曝露在陽光中，牠就更不安定。這恐怕由於現今商業上出售的雙氫質，並不是一種純粹的染料，而是三種不容易分離的藍色染料的混合物。光線的作用，會引起染料中各成分間的複雜反應。所以在作實驗的時候，雙氫質溶液不能製得太多，須預算需要多少纔製備多少。又一經製成以後，除了實際應用的時候外，須把牠放在完全黑暗的地方，以減緩染料的分解作用。在這種狀況下，雙氫質溶液可以保存牠們的增感到數星期之久，若是任牠露光，那末牠的增感力不過保持數天罷了。

任何科學研究者，要對於「人氣」作有系統的研究，必有無窮的希望，然而這種研究卻有一個「個性的因素」對於有些人是永遠無法目睹這種「人氣」的。這一個性的因素」大概占實驗者總數的百分之四十。

價錢很貴的雙氫質，在「人氣」觀察的實驗上是必需的用品，曾經有一二個研究者聲稱，甲烷藍也有增感的能力，可作為雙氫質的代用品，也許這種比較便宜的染料（純粹的甲烷藍每半盎司的售價約為二元）也值得一試，並且牠可以溶在水裏，因為牠是一種很安定的化合物。

「人氣」的精密的性質，還不曾被發現，也許是由人體的生活力所產生的一種光電效應而來的。然而更可能的，也許是人體熱輻射的一種形式。「人氣」能不能攝影，這個問題還不能加以肯定的回答；因為到現在為止，我們尚沒有見過「人氣」的照片，雖然有些人正在這個方面努力着。

人體四周的影一般的發射，如以上所說，是一件並不可驚的事。具有特種發射或能

力的場，不是人類纔有，就是許多別的東西也是具有的。包圍磁鐵四周的磁力線是一個很顯明的例子，而包圍在電流通過的導線四周也有一個電磁場。所以生物機體具有一種在某種狀況下可以看見的神祕的發射，是一點也沒有奇怪的；也許在將來我們會見到每種動物都有一種特殊的發射呢。

然而現在的急迫工作是在更充分地闡明「人氣」的確實性質。更精密地判定牠和人的年齡、性別、健康狀態和心理狀況有什麼關係。其次，假使雙氫質的觀察法，可以用一種更便宜的更有效的方法來代替，那就可以便利不少。因為雙氫質觀察法約有百分之四十的失敗因素，所以我們不能把牠認為是一種滿意的方法。

「多少？」

人生活在自然界中，每天和自然物相接觸，經了多年的經驗，就不知不覺得到了許多關於自然方面的知識。他知道水遇了冷會結冰，他也知道石灰遇了水會發熱……但是這種知識是經驗的而不是科學的。經驗知識和科學知識的主要區別，是在有沒有數量的概念。科學家不但要問水「怎樣」結冰，水「爲什麼」會結冰，而且要問「多少」的水失去「多少」的熱纔會結冰。科學家不但要問石灰「怎樣」發熱，石灰「爲什麼」會發熱，而且要問「多少」的石灰遇了「多少」的水會發「多少」的熱。

但是要計算多少，必須有一個計算的標準。一個大力士當然比一個小孩子力氣大些。大多少呢？沒有標準就計算不出來。假使我們看見大力士托起一個大鐵球，小孩子托起一個大皮球，因此就說兩個人的力氣相等，那不用說是錯誤的。這就由於沒有計算的

標準的緣故。假使我們把大鐵球用秤來稱了一下，得一百二十斤，把大皮球稱了一下，得二斤，於是我們說一百二十斤是二斤的六十倍，所以大力士的力氣是小孩的六十倍。這纔合理。因為斤是他們力氣的共通標準。科學家既然隨時隨地在注意物質變化中的數量關係，於是對於一切物理量就不得不一律給他們定出一種計算的標準來。這種標準叫做科學單位。

科學單位有着極嚴正的系統。其中基本的單位只有三種，就是量長度的「厘米」，量質量的「克」，和量時間的「秒」。其他的各種單位差不多全部可以用這三種單位表示出來。也許有人看到這裏，要發生這樣的疑問：「固然，一匹布可用長度來表示，一塊石子可以用質量來表示，一輛汽車的快慢，可以用長度和時間來表示，但是不能用秤來稱質量，不能用尺來量長度，不能用表來計時間的熱，我們怎麼也能用這三種單位來表示呢？」

要想聽到這個回答的人，我們只能請他耐着性子等待一下。我早已說過，科學單位

是有着極嚴正的系統的，所以我們要回答這個問題，就得從速度的單位說起。

速度是用長度和時間來計算的，譬如一個螞蟻三秒鐘走六厘米的路，我們就說牠的速度是每秒二厘米，這「每秒厘米數」就是物理學上所定速度的單位。

其次要說到力。力是使物體改變速度的一種能量，所以力的單位中，不可不有速度這一個因次。物理學上把作用於質量一克的物體使之每秒生每秒一厘米的速度變化的力，定為力的單位，特稱為「達因」。所以達因這個單位當然可以用三基本單位厘米、克和秒來表示。

由力的單位再推上去是工作或能的單位。這單位叫做「厄」。厄是用一達因的力使物體移動一厘米所作的工，或所費的能。因為達因可以用三基本單位來表示，那末厄當然也可以用三基本單位來表示了。

現在我們要說到熱量的單位了。我們知道物理學上所定熱量的單位是「卡路里」。所謂卡路里是把一克的水升高攝氏溫度一度所需的熱量。這卡路里本來是一個獨立

的單位，但是英國物理學家焦爾氏卻於摩擦生熱的試驗中發現了力學和熱學間的一條橋梁。他不但證明了熱是能的一種，並且測得一卡路里的熱實在就等於四千二百萬厄的能。從此可知，卡路里是一種較大的能單位，既然厄可以用三基本單位來表示，那末卡路里當然也可以用三基本單位來表示了。

輕重和上下

有一處地方，在那裏沒有輕重，沒有上下；在那裏什麼東西都可以憑空放置而不會掉下來；在那裏，如其有人，他們可以像水中的魚，浮游在空中，把頭對着任何方向。以上的話並不是一個童話，其中每一句話都有科學的根據。如果我們有一個方法，能夠向着太陽直飛十六萬英里，我們就可以到達這個奇異的地方。

我們姑且假定一直向太陽飛去是可能的事。假定我們已經造成了一隻飛機，能夠飛出地球，穿過空間（當然，實際上從未有人發明過這樣的一種飛機。）因為那地方很遠，遠在地球表面的大氣層以外，所以讓我們想像，在這飛機上有一間密閉的艙房，其中充滿着多量的空氣，足供呼吸，置備着多量的食物，足供果腹。我們可以想像這特別的飛機，有點像潛水艇的樣子。我們再假定，我們已經達到了那個地方，你想，我們的生活將有

怎樣的改變？

當你要走路時，你把脚一用力，你的身體就會憑空飄向天花板，非到把頭撞在天花板上不止。假使你把天花板一推，你又飄回到地板上。但是你不能說出這地板是在你上面呢還是在你下面，因為你無法確定哪一個方向是上，哪一個方向是下。

實際上，在那裏是的確沒有上下的。你只要傾去一杯水，你立刻可以發現這個事實。你不知道該把杯子的口側向哪一個方向，你無論把牠的位置怎樣改變，把杯子的口對着天花板，或地板，或牆壁，結果完全一樣，杯子裏的水始終不會流下來。最後，你只好伸手入杯，把水拉出來。水是被拉出來了，但是全黏附在你的手指上，並不流開去——在那裏沒有下的方向，叫牠流到哪裏去呢？你的手上黏了一大塊的水，你當然喫驚不小，不留心把杯子都失手放下了。但是，你不用着急，那杯子並不掉到什麼地方去，卻平平穩穩地浮在空中。這時候，你若喜歡喝一點水，你就可以喝你手上的水，那末你怎樣喝水呢？把水一塊一塊地喝，似乎是不大合理的。然而實際上，當你把手塊放在你的唇邊，你依舊可以像

在地球上一樣地吸到嘴裏去，並且一樣地溼潤；你把水吸到嘴裏以後，你就可以用舌來把牠壓到食道裏去。再說，你若不要喝水，你將怎樣對付你那手上的水塊呢？你只消把手一揮，那些水塊就直飛了開去，結果着牆而止。這些水塊把牆壁打溼了，和在地面上一樣，但是牠們並不流開去。牠們像透明的膠質一樣，黏住在牆壁上，成爲飛濺的水花的形狀。假定爲了實驗的緣故，你在這次旅行中還帶了一隻象去。你若是到象的身體底下去，在地板上立定了脚跟，將牠一推，牠就會被你推起來，懸空地飛向天花板去，他雖然氣力大，在途中拚命掙扎，卻完全無濟於事。等到牠碰着了天花板，就又被彈回來，再飄到地板上。

在這地方，牀鋪，椅子，全不需要。你可以睡或坐在半空中，或者貼在牆上（這所謂貼，當然用不到膠水。）在這地方，喫飯也用不到桌子——你只要把飯菜放在空中，牠就會穩穩地留在那裏。如果你的飯碗向着天花板，你的菜碗向着地板，那也沒有什麼關係。在喫的時候，你的脚如果對着天花板，而別人的脚卻對着地板，那也沒有什麼關係。

這實在是一個顛倒矛盾的地方。

那末，這樣的地方是怎樣來的呢？理由是如此：自然界有一種巨大的力，叫做「重力」。這重力就是宇宙間一切物體對於其本身外其他一切物體的吸引力。物體的質量越大，對於其他物體的吸引力愈強，兩物體相隔愈遠，其間的吸引力愈小。

地球是一個質量極大的物體，我們都住在這大物體的表面，牠吸引我們的力量很強。所以我們說，我們有重量。我們每從牀上滾下來，或從凳子上跳下來，地球很快地把我們吸下去，「下」這一個字，就是表明吸引我們的力的方向。假使我們住在月球上，月球也會吸引我們；這時候「下」的意義就是指我們的腳下，或月球的中心，而地球就變成高懸在我們頭頂的星球了，從此我們可以知道：「物體的重量是由於受了大物體吸引的緣故，下就是這吸引力的方向，上就是這吸引力的反對方向。」

在地球外十六萬英里的地方，因為地球的吸引力已幾乎沒有，所以輕重上下的分別，就無由存在了。

潮 汐 之 話

一

凡是住在海邊的人，都知道海中的水，每天會依一定的規則而高漲起來和退落下
去，海水的這種運動，就叫做潮汐。在午前來的叫做潮，在午後來的叫做汐。其實潮和汐完
全是同一的現象，把潮和汐分開來說，只是從習慣罷了。假使我們在一一定的地點作長時
間的潮汐觀察，就可以看到下列的幾個顯著的現象：

1. 每天有兩次的潮汐。
 2. 當新月或滿月時，潮汐最大，當上弦或下弦時，潮汐最小。
 3. 當天的潮水要比上一天的潮水遲到五十二分。
- 我們要解釋這幾種現象，就非把潮汐發生的原因弄明白了不可。

二

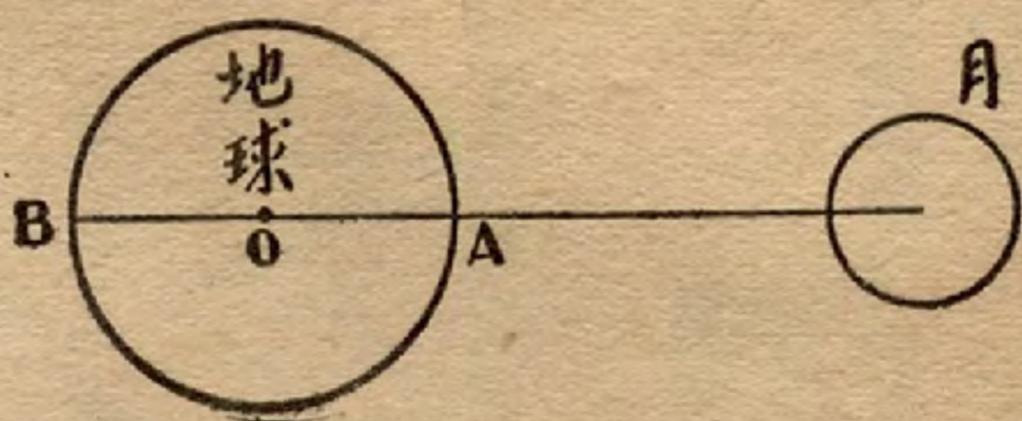
從上面所舉的第二個現象看來，使我們不由不想到潮汐和月有着密切的關係。在二千年前，本來早就有人疑心潮汐是由月球引起的，但是當時因引力定律尚未發現，所以始終沒有可靠的證據。等到十七世紀末時，牛頓因蘋果的落地而悟到萬物互相吸引的道理，纔使「月能致潮」這個推想得到了科學的根據。

據牛頓說，一切物體都能互相吸引，其吸引力與兩物體質量之相乘積為正比，與兩物體重心間的距離之二乘方為反比，即

$$\text{吸引力} = \frac{\text{甲質量} \times \text{乙質量}}{\text{距離}^2}$$

這就是所謂引力定律。我們知道離地球最近的天體是月球，太陽系中最大的天體是太陽，故依據了引力定律，引起地球上的潮汐的，不屬於月球，即屬於太陽。今先就月球來說，

之差，即



圖

如圖一所示，O 為地球之中心，A 為地球上最近月球之一點，B 為地球上最遠月球之一點，則依引力定律，月球對於 A 點的引力必大於 O 點的引力，而月球對於 B 點的引力，必小於 O 點之引力。地面的海水有流動性，現在月球對於地球表面上的各點既有不同的吸引力，那末受月球吸引力較強地方的海水自然有向月球接近的傾向。結果 A 點的海水就逐漸隆起而成為漲潮。在這裏我們應該注意的，就是月球對 A 點的吸引力和對 A 點引起潮汐的力不同，A 點的吸引力可依引力定律的公式來計算，而 A 點的起潮力，卻是月球對於該點的吸引力與月球對於地球中心的吸引力

$$A \text{ 點之起潮力} = \frac{\text{地球質量} \times \text{月球質量}}{(\text{月地距離} - \text{地球半徑})^2} - \frac{\text{地球質量} \times \text{月球質量}}{(\text{月地距離})^2}$$

至於太陽對於A點的起潮力，也可參照上式計算，據計算的結果，我們知道其數值比月球的起潮力小得多，即月的起潮力約為太陽的起潮力之二·二倍，故月所引起的潮汐比太陽更為顯著。

地球表面各處的起潮力，如圖二所示，設月對於地球中心的吸引力之強及方向為OP，Q為地球表面上之一點。因Q點比O點較近於月，故月對Q點之吸引力必大於O，今以M表之。此M之力，若就力學的原理說，應有兩個分力，我們已知一個力N等於O，以此作平行四邊形，得另一個分力QL，即為Q點發生潮汐之力及方向。若就地球表

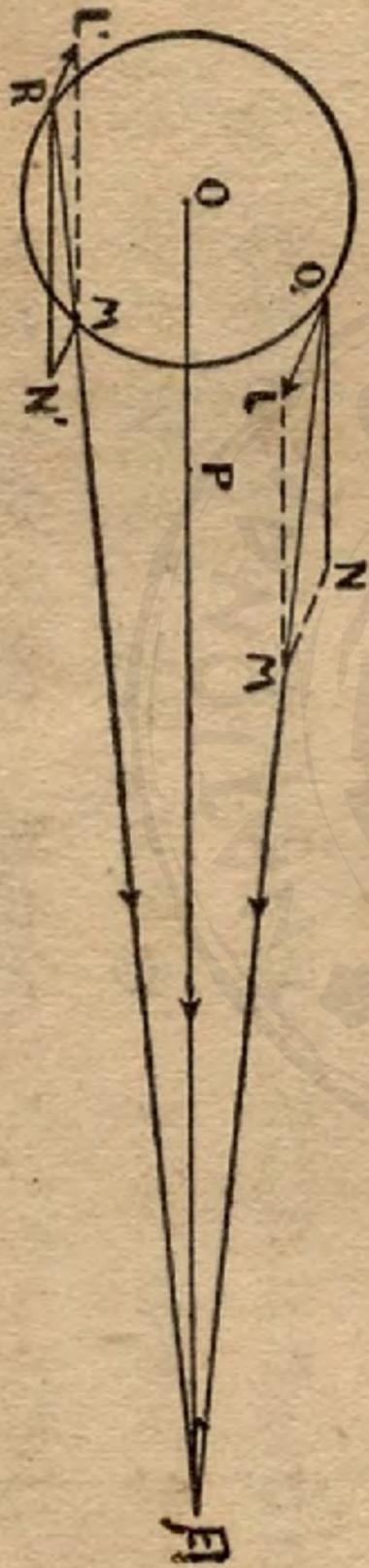


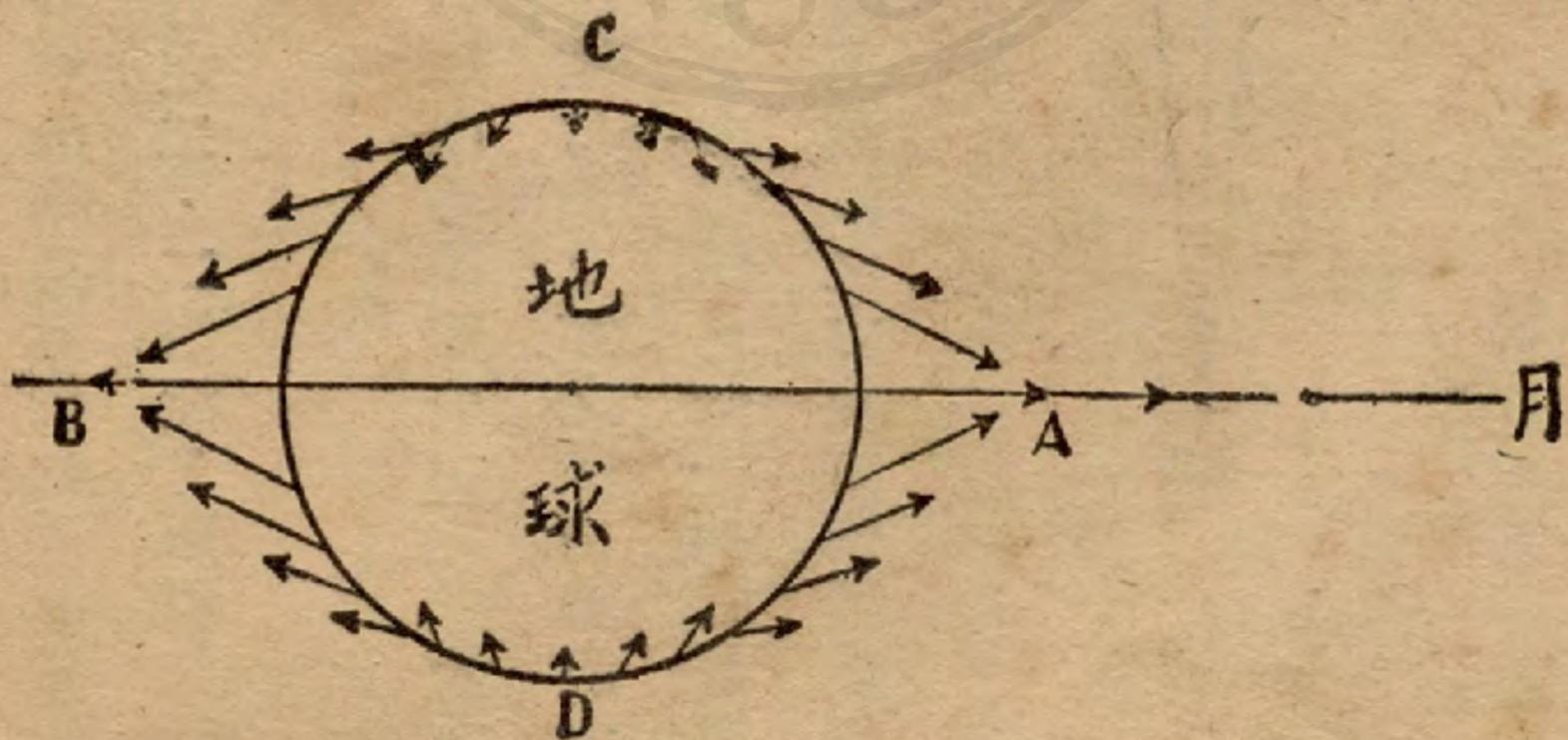
圖 二

面離月較遠的R點說，月對於R點之吸引力必小於OP，今以RM'表之。此RM'之力若就力學的原理說，亦應有兩個分力，我們已知一個分力RN'等於OP，以此作平行四邊形，得另一分力RL'即為R點發生潮汐之力及方向。因為海水是流動的，故結果地球表面各部分的海水就如圖三所示，各依箭頭方向而流動，在AB成漲潮，在CD成落潮。

三

我們既然明白了潮汐的成因，就可解釋上面所舉關於潮汐的主要現象。

第一，地球一晝夜間自轉一次，故在地面上的



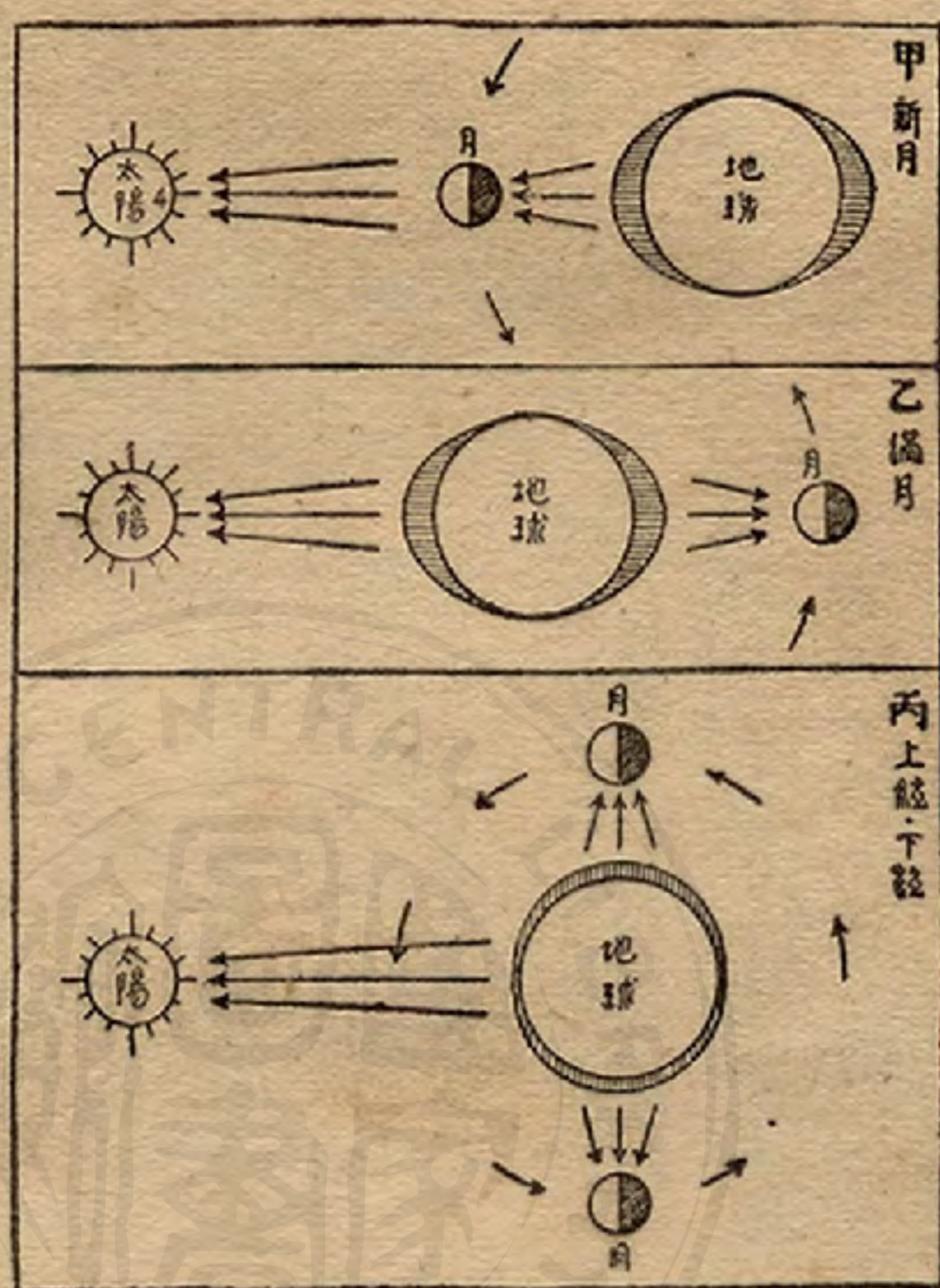
三

圖

同一地點，一晝夜間與月球正對一次，依理就只能發生一次的潮汐，但事實上卻有兩次，這是什麼緣故呢？原來當地球上最近月的一點發生潮汐時，地球背面最遠月的一點，同時也起潮汐，如前圖三所示。這個現象在地球上的我們看來，雖然好像很奇怪，然而若能把我們的觀察點移到月球上去，就一點也沒有什麼可異了。因為A點離月最近，故在A點月的起潮力最大，也就是那裏的海水對月最爲接近，所以對於地球就隆起而成爲漲潮，這方面的潮叫做裏潮。B點離月最遠，故在B點，月的起潮力最小，也就是那裏的海水對月最爲落後，結果對地球也隆起而成漲潮，這方面的潮叫做表潮。又因地球每天自轉一次，所以地面上一定地點，每天向月和背月各一次，故有一次的裏潮，和一次的表潮，即共有兩次的潮汐。

第二，當新月或滿月時，太陽和月球或同在地球的一面，或在相對的兩面，這時月球和太陽的起潮力因合併而增強，故引起的潮汐最大，這叫做大潮。當上弦或下弦時，月球和太陽互成直角，這時牠們的起潮力因互相抵消而減弱，故引起的潮汐最小，這叫做小

一點進行一周後，月已前進二七·三分之三三百六十度，而前次地球上正對月的一點要追上去再與月相正對，就須續進行二七·三分之一日，即五十二分鐘，這五十二分就是每天潮汐延遲的時刻。



四 圖

潮，如圖四所示。

第三，我們知道一個圓周等於三百六十度，地球每日自轉一周，即每日行三百六十度，月每二七·三日公轉一周，即每日行二七·三分之三三百六十度。我們又知道地球和月同以逆時針的方向而進行的，故當地上正對月的

神話的月與科學的月

月亮，這是一個多麼美麗，多麼富於詩趣的名詞！當清光如水的夜間，我們抬頭仰望，就覺得心靈上好像受到一種軟綿綿的刺激，這刺激使我們起悠然之感。於是詩人找到了他的詩，藝術家找到了他的圖畫或音樂；少年想起情人，兒子想起母親。月亮的魔力是多麼偉大啊！

我國人對於月亮，自來有種種的傳說，或謂月亮裏住着一位漂亮的仙女，她的名字叫做嫦娥，是帝堯時候后羿的妻子，因為偷喫了后羿向西王母討來的不死之藥，被追趕而逃到月亮中去的；或謂月亮裏有一枝桂樹，高五百丈，西河人吳剛學仙有過，被謫在月亮裏砍桂樹，這桂樹能隨砍隨合，所以他永遠砍不完，就只好永遠地在那裏砍。此外關於月亮的傳說，還有許多，而其中最能把一般人對於月亮的觀念具體地表現出來的，無過

於唐明皇遊月宮的故事。據龍城錄說：

「開元六年，上皇與申天師、道士鴻都客，八月望日夜，因天師作術三人同在雲上，游月中。過一大門，在玉光中飛浮，宮殿往來無定，寒氣逼人，露濡衣袖皆溼。頃見大宮府榜曰『廣寒清虛之府』，其守門兵衛甚嚴，白刃粲然，望之如凝雪。時三人皆止其下，不得入，天師引上皇起，躍身如在煙霧中。下視王城崔巍，但聞清香靄鬱，視下若萬里琉璃之田。其間，見有仙人道士，乘雲駕鶴，往來遊戲。少焉，步向前，覺翠色冷光，相射目眩，極寒不可進。下見有素娥十餘人，皆皓衣，乘白鸞，往來舞笑於廣陵大桂樹之下。又聽樂音嘈雜，亦甚清麗。上皇素解音律，熟覽而意已傳……」

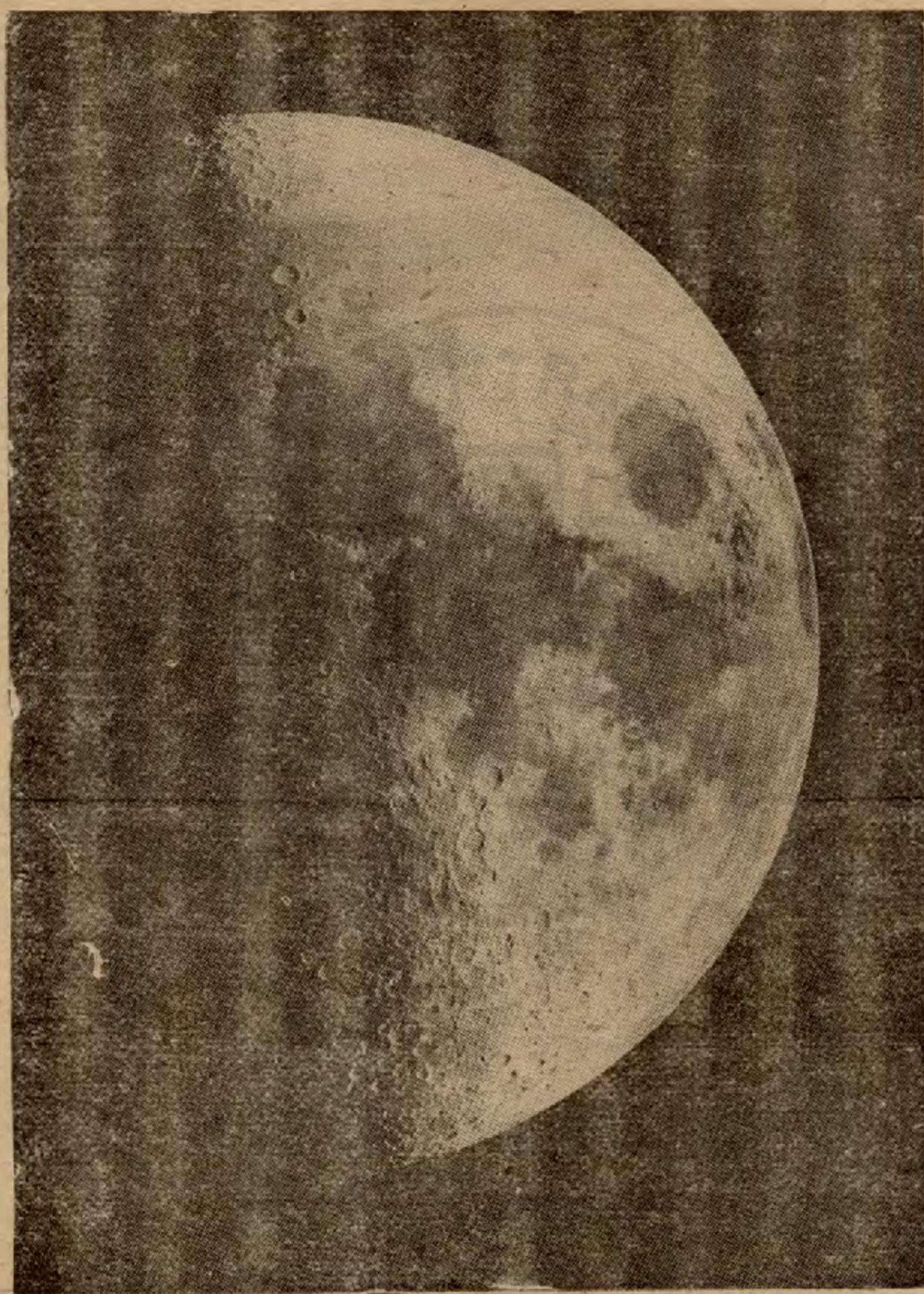
這故事把月亮中的景象描寫得有聲有色。這些傳說雖然都是無稽之談，然而我們從此可以知道，一般人總把月亮當爲一處山明水秀、鳥語花香的世界。

那末天文學家對於月亮又怎麼說呢？他們對於月亮的觀念，剛好和一般人相反，他們所認識的月亮，是一處最寂寞，最荒涼，沒有生命的死去了的世界。天文學家有一件法

寶叫做望遠鏡，憑了這望遠鏡，他們能夠把月亮從地球外二十三萬八千餘英里的地方拉到二百五十英里的地方來看，所以他們從觀察而得來的結論，當然比一般人憑空的想像來得準確。

據天文學家說，月亮是從地球分出去的一個星球，因其質量極小，故其中所貯的熱能，已完全耗盡，成爲一冷固的頑石。月球的直徑約爲二千二百英里，僅及地球的四分之一，其體積約當地球的五十分之一；若把地球看成西瓜大小，那末月球就像一隻梨。月球繞地球公轉一週，需時二十七日七時四十三分十一秒半；自轉一週的時間和公轉一週的時間相同，所以月球恆以一面向着地球，這正像小學生玩捉迷藏時，大家攜手環行一次（這好比月球的公轉），他們的身體也同時旋轉一次（這好比月球的自轉），而他們的面孔卻老是對着站在圈子裏用手帕覆住眼睛的兒童。因此我們在地球上望月亮，只能望見月球全表面的百分之五十九，其餘的百分之四十一，我們是永遠無法望見的。

月球既爲冷固的頑石，所以牠不能發光，我們所見到的月光，是太陽光照到月球面

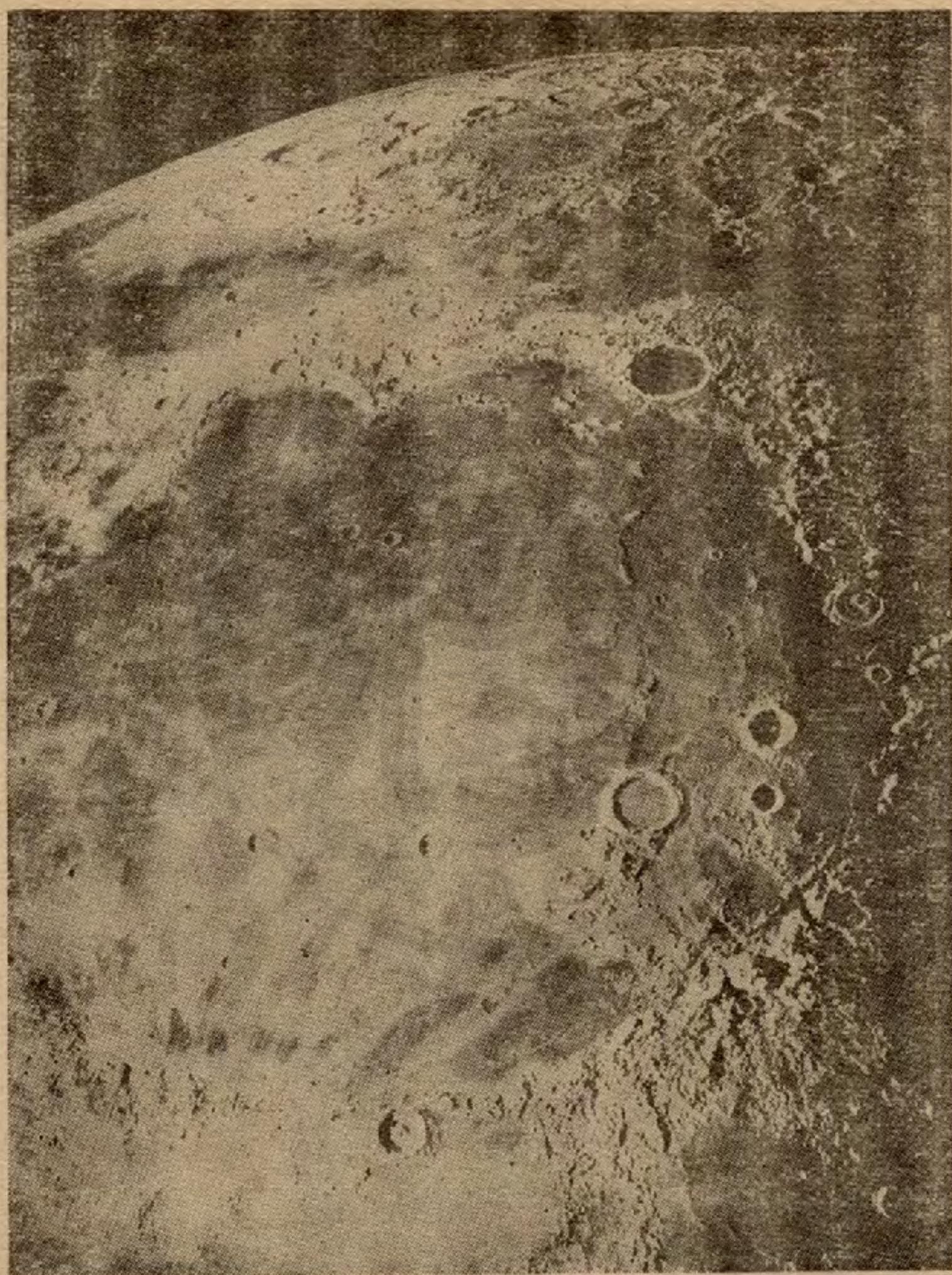


上 弦 的 月

上被反射過來的。在滿月的時候，我們雖然能夠在月光下辨別遠方的物體，但以之與太陽光相比，卻不免相形見絀，據約略的估計，須集四十萬乃至六十萬個滿月的光，纔能相當於太陽的光輝。

在晴朗的夜間，我們用肉眼來觀察，可以見到月面上有許多的黑影，若用望遠鏡來觀察，就可以知道這些黑暗的部分乃是月面上的低陷的平原；而那些明亮的部分，乃是月面上的突出的山嶽。月球雖比地球小得多，而其山嶽的峻峻，卻也不亞於地球。月球上的山嶽，和地球上的有一不同之點，就是在那裏的山嶽，大都是成環形的死火山，這種火山口就向着地球的一面而論，總數當在三萬以上。

在我們地球面上，有森林，有草原，有清澈的溪流，有潺潺的大河；綠蔭下鳴禽婉轉，花叢中粉蝶蹁躚；湖水漣漪，汪洋渺渺；白雲浮動，雨雪時降，此外隨四季變化而起的自然現象，千差萬別，多得數不勝數，那末在月面上是不是也有這種現象呢？據天文學家用精巧的望遠鏡來觀察，覺得月亮裏是絕對沒有這種現象的，其唯一的原因就是月面上沒有



月面上的火山口

空氣的存在。假使月面有空氣，那末：

(一)當日蝕的時候，月亮進入太陽面，日光爲月面的空氣所折射，必於月亮的四周現出美麗的光環；

(二)月亮行近恆星的時候，恆星的光爲月面的空氣所吸收，必次第減弱；

(三)當恆星進出月亮的背後時，其光爲月面的空氣所折射，必突然消失，或突然出現。

但是事實上，這幾種現象我們都沒有見過，故憑此反證，可以斷定月面不會有空氣，即使有，也一定是非常稀薄的。

由月面沒有空氣這一個事實，我們可以推知在月世界裏，有許多爲我們在地球上的人類所經驗不到的情形：

(一)因爲月面沒有空氣，所以那裏沒有森林，沒有花草，沒有蟲魚鳥獸，沒有人類，沒有一切生命。

(二) 因爲月面沒有空氣，所以那裏音響的傳佈成爲不可能，即使上面住着人類，也只能以手示意，而不能互相交談。至於唱歌奏樂等事，更爲月球上所不能辦到。

(三) 在月面上，像我們所見的蔚藍的天空是沒有的，無論在日間或夜間，天空永遠是漆黑一團，然而天上的星辰，則在日間和夜間都可以見到。

(四) 在我們地球上，當日出前和日出後，地面總有一些亮光，那就是所謂晨曦和落霞，但是在月面上，晝夜的變化是突然的，不是白晝便是黑夜。

(五) 月面沒有空氣，當然也沒有水分，因爲即使有水，也必化成蒸氣而消失在太空，從此可知月面上沒有雲、雨、霜、雪，沒有江、海、川、湖。

(六) 在月面上，因爲沒有空氣和水蒸氣來調節溫度，故晝夜溫度相差極大，晝間受太陽光長時間的照射，溫度達華氏二百度以上，夜間經長時間的散熱，溫度降至零下二百度乃至二百八十度以下。（月球自轉一週約二十七日，故一晝一夜約當地球上半月之久。）

(七)在月面上，因為沒有空氣的抵抗，所以一片羽毛和一個鉛球必會同時落下。
 (八)在月面上，因為沒有風，沒有生命，所以一切物體都沉寂不動，像是熟睡了的一樣。

從以上種種事實看來，可見月亮的確是一處最寂寞、最荒涼、沒有生命的死去了的世界。
 月亮既然是從地球分出去的一個星球，地球上既然有空氣存在，那末月球上為什麼又沒有空氣存在呢？對於這一個問題，歷來天文學家有種種的解釋，其中最可靠的一種解釋，是說空氣分子的運動，沒有一刻停止，月球的質量極小，其重力只抵得地球的六分之一，所以牠不能吸住四週的空氣，只好任其散逸了。

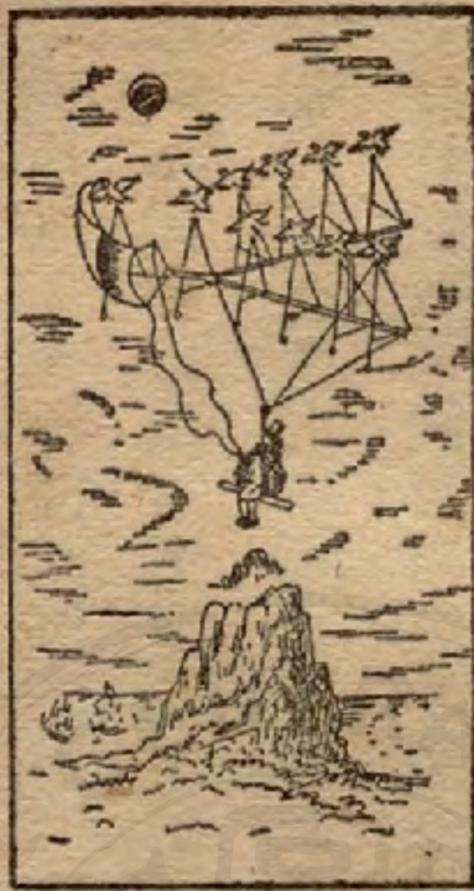
月球旅行

人類在地球上住得厭倦了的時候，就想像鳥一樣地飛。飛，飛，飛，一直飛到遠遠的天空中，離開地球，做一個空間中的旅客。怎奈自然只給人類兩條腿，只叫他走，卻不讓他飛。於是人類發了憤，孜孜不倦地研究怎樣可以飛，結果就造成了氣球，又造成了飛機。可是他雖然會飛，卻依舊不能離開地球，至今昇空的最高記錄至多還不出二十公里，這個區區的數值，只抵得月地距離的二萬分之一。孫悟空一個筋斗能翻十萬八千里，卻終於逃不出如來菩薩的手掌心，這情形正和人類要離開地球一個樣子。

人類飛行的夢想，差不多是跟人類的歷史俱來的。據希臘的傳說，在二千多年以前，有一個著名的藝術家兼發明家叫做第達勒斯（Daedalus）的，他和他的兒子伊加拉斯（Icarus）被拘囚在克里特（Crete）島上。他們想設法逃走，於是用蠟質將一對鳥翅

黏附在肩膀上。結果，第達勒斯果然飛渡了海，逃到別的大陸上去了；可是伊加拉斯卻因過於大膽，飛近了太陽，致蠟質被融，墜海溺死了。現在為愛琴海一部分的伊加林海，就是紀念這位傳說中的航空犧牲者而定下的名字。

一六三八年，在赫勒福（Hereford）地方又有一位博士叫做法蘭西斯·古特溫（Francis Godwin）的，設計了一個離去地球的方法。這位博士曾經寫過一部書，詳述



古特溫所想像的
月球旅行

他對於空間旅行的理想。他提議做一個木架，下邊設一個座位，架上縛着十隻野天鵝，張着一個風帆，人坐在座位裏，把天鵝一趕，就可以飛昇空中，駕馳着航行到月球裏去了。這位古

特溫博士的理想的不能成功，在現代的我們看來，當然是在意料中的。

此外，還有一個飛昇月球的傳說，據說有一個叫做雪蘭諾·得·勃齊拉克（Cyrano de Bergerac）的，倡議插了用某種羽毛所製成的翅膀，再唸些咒語，就可以在十二

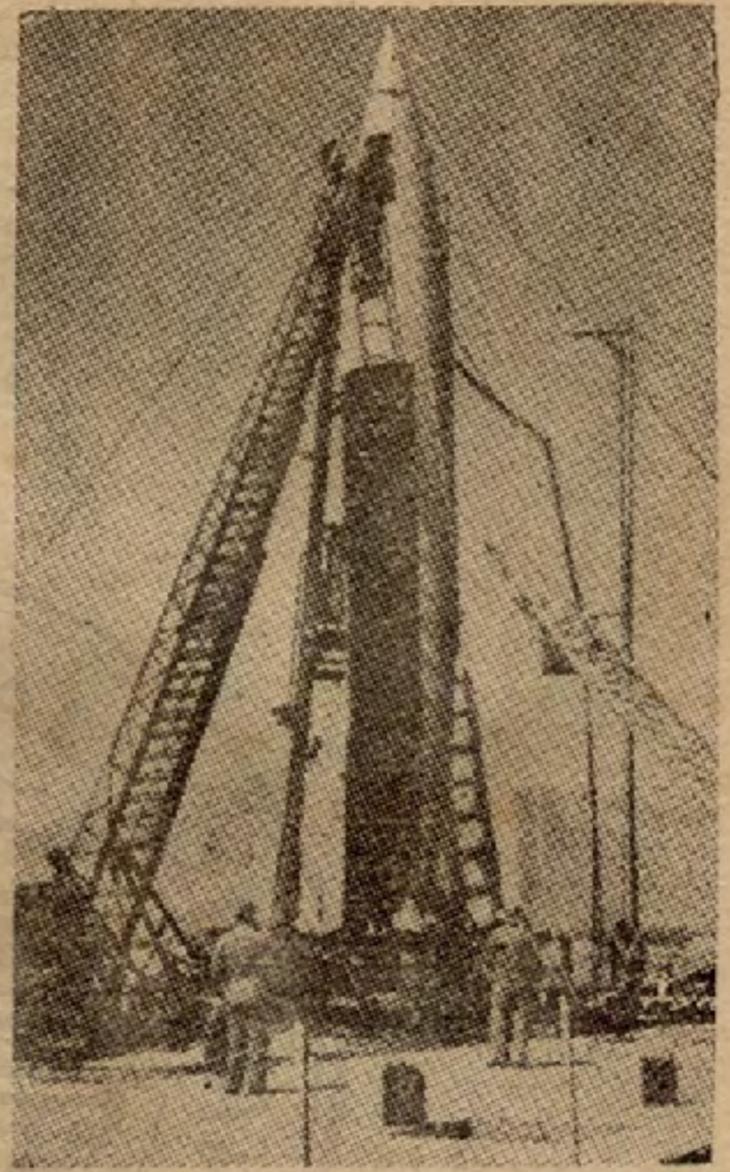


勃齊拉克所想像
的月球旅行

小時以內達到月球。在英國至今還有一種古董的印刷品，畫着勇敢的雪蘭諾飄然飛舞的情形呢。

到了近百年來，差不多大家都知道科學

小說家魏爾納 (Jules Verne) 的旅行月球的想像。他在十九世紀末所著的「月球旅行記」(From the Earth to the Moon) 中想像用一個特製的鋼甲大彈丸，裝在大炮裏從地面發射到月球裏去。結果因了某種計算的錯誤，這位想像的月球探險者實在沒有降落在月球上，卻偏偏超過了四十英里路，於是他只好回到地球上來，不幸又掉在大西洋中溺死了。威爾斯 (H.G. Wells) 在他的「月球中的第一人」(First Man in the Moon) 中，曾經想像利用一種重力的絕緣質來旅行到月球裏去。此外還有一個美國的浪漫派小說家想像用輕金屬從地球建築起一個長的管子，一直通到大氣圈以外，然後藉壓縮空氣的力量來推動一種車子到空中去。



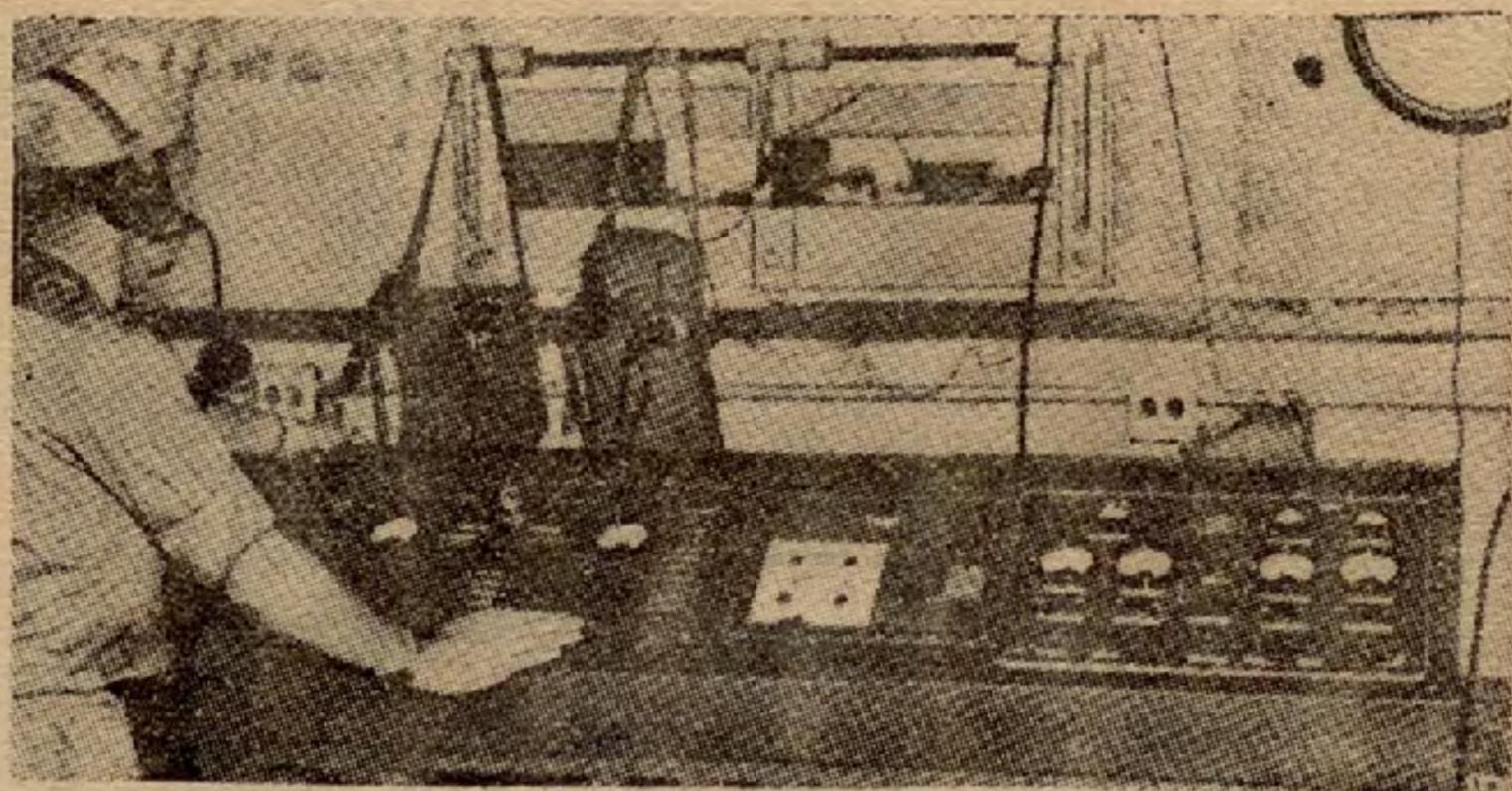
美軍所用V-2型火箭的發射裝置

爆仗，不過所用爆炸藥並不是普通的火藥，而是液體養氣及其他液體燃料。

現在就讓我們應用了現代科學知識的火炬，來燭照這火箭沖空機究竟有幾分實現的可能性。

第一，任何物體要免去地心吸力的影響，就該以每秒鐘七英里的速度離開地球。而且在這裏還假定沒有大氣來阻礙牠的進行。若是要把大氣的阻力也計算在內，那末沖空機所需的速度就應在每秒鐘七英里以上。然而在這樣的一個速度時，大氣的摩擦，足

以上所舉的幾個例，都只是一種偽科學，雖然有一點歷史的價值，在純正科學上看來，卻是不可能的事。至於現代人所倡導的空間旅行，卻是應用所謂火箭沖空機（Rocket）的。所謂火箭沖空機實在只是一個鋼甲的大



美軍發射V-2型火箭的操縱室

使沖空機的外部發光生熱，像天空中的流星一樣地燃燒起來。

要克服這種缺點，必使沖空機在剛離地球時以較小的速度進行。因此這種沖空機裏的推進力，必須分離為若干獨立的部分，而使之依次連續地發生作用。第一個推進力，必須於二十到三十秒鐘內把沖空機發射到離地面二百英里的高空中。然後第二個推進力接着自動地作用起來，等到這個推進力消耗了以後，第三個推進力又自動地接着第二個推進力而發生作用，像這樣地連續下去，直至把沖空機發射到地心吸力的勢力圈以外。

爲了要減弱沖空機在月球上降落時和月面撞

擊的力量，還得在沖空機的前方發射出一流氣體，以減少沖空機的下降速度。

但是僅此設計還不能保證「月球旅行」的一定成功，此外意想不到的困難還不知有多少，即使這種困難將來都一一解決，而實用的沖空機竟然完成，但是人類的身體組織是否耐得住這種沖空狀況，還是一個不可知的問題。據多數科學家的意見，人體的器官，因為幾百萬年以來住慣在空氣海洋的底下，恐怕在月球旅行中沒有走畢三分之一的途程，就會把各器官完全毀壞，至於人體的軀殼能否忍受沖空機開始發射時的那種猛烈的震撼，又是另一個問題。

深海中的魚帶到了水面上以後，因了身體四周的壓力突然減少，就會把身體脹破。許多人因為見到了這種事實，就主張把沖空機的操縱室四周密封起來，使之保持恆定的氣壓，以免危險。可是他們沒有想到，在地球的大氣層以外，氣壓已經降至於零，在這種狀況下，不但是人體要脹破，便是沖空機本身，也會像炸彈一般地爆裂開來呢！

天下無絕對不可能的事，現在認為不可能的，到將來會變成可能，也正難說。因此我

們假定上面所說那種困難，都可以排除，而用火箭沖空機來沖空，確有成功的希望。但是這裏又來了一個不容易解決的問題：我們將怎樣駕馳牠，使之不偏不倚，恰好降落到月球上，而不會飛射到別的星球中或無邊無際的空間中去呢？

對於這個問題，最普通的回答，就是用「計算」來給沖空機以準確的「降落方向」。這意思是說，讓一羣數學家 and 物理學家計算出沖空機必需的仰角和方向，使之降落在月球上適當的地方。這樣一個算學題，實際上雖然並不是不可能的事，卻總是一樁非常困難的工作。其中最難着手的一點，就在地球和月球的運動並不是恆定不變的，並且這種不規則的變化，至今還沒有找到牠們的確實原因。

還有一層，當沖空機在途程中的時候，難免受到天空中不可知的力量的影響，要是不幸而言中，則沖空機在出發時雖然經過準確的計算，結果卻還是不能如預期地達到月球。所以將來的月球旅行者，要是各種物質條件都已具備，那末他就該把這重要工作信託自己的駕馳裝置而不應該交給地球上的數學家和物理學家。

關於月球旅行最後的一個難題，便是人類雖然可以藉了某種方法旅行到月球上去，但是他怎樣可以安全地回到地球上來呢。在月球上沒有空氣，沒有食物，沒有普通的能源，沒有沖空的一切應用品，沒有觀察星體的天文臺，也沒有會計算的數學家。要是一個月球旅行者果真安全地達到了月球裏，那末他一定會在這個地方過度他的殘生。我說「殘生」倒是一個非常貼切的名詞，試想在沒有食物、水和空氣的環境之下，他會有多少的時候來活呢。

總之，現代科學還不能使一隻沖空機，一塊石子，甚或一個原子發射到大氣圈以外的空間中去，現代科學所能做的，只是使一隻沖空機或一粒炮彈發射到數英里高的空間。這樣看來，我們要坐在沖空機裏旅行月球，而且又要安全地回來，在現今還是一件不可能的事。人類雖然老是在喊着「到月球去」的口號，可是假使我們把與這事有關係的問題，一一加以考慮，除非等到將來人類的知識和能力會突然膨脹起來，恐怕我們人類只合老死在地球的懷抱裏吧？

昨天在哪裏

「昨天在哪裏？」這個問題是值得我們想一想的。

現在先來說個比喻，譬如你趁滬杭車從上海出發到杭州去，當你到了松江的時候，你向前一望，杭州還沒有看見；你向後一望，上海已經不見了。試問這時候的上海和杭州究竟在哪裏？是不是你一離開上海，上海就突然消滅了？是不是你一來到杭州，杭州就突然出現了？或者上海在你離開以後，還是繼續存在着；杭州在你沒有到達的時候，也早就有着的？同樣，在你從昨天生活到明天的一頁生活史裏，當你今天此刻看見這篇文章的時候，昨天和明天究竟在哪裏呢？是不是你今天早上一覺醒來，昨天就突然消滅了？是不是你今天晚上睡過一夜，明天就突然出現了？或者，昨天在你離開以後，還是繼續存在着；明天在你沒有碰到的時候，也早就有着的？

要解答這個問題，我們第一應該知道：時間和運動有着密切的關係，我們雖然不能說時間就是運動，但至少沒有了運動，我們就不會有時間的感覺。假使有一天包含在空間裏的一切物體忽然一齊停止了活動，試問這時候你用什麼東西來做測算時間的標準？你看鐘錶，鐘錶停止了；你看太陽，太陽停止了。在這樣的一個情境之下，所有的生物都不再生長，所有的無生物都不再起化學變化，一切都保持着原來的狀態，永遠這樣地繼續下去。這豈不是只有現在，沒有了將來嗎？這豈不是沒有運動就沒有了時間嗎？

物體起了運動，我們是怎樣知道的呢？第一是物體在空間中起了位置的變化，第二是物體在變化位置的前後，繼續不斷地靠了日光或燈光的媒介，把牠的像映到我們的眼睛裏來。於是我們纔知道有運動，纔知道有時間。所以時間和光也有密切的關係。

據科學家的測算，光每秒鐘要走三十萬公里的路。現在我們不妨來想一想，譬如我此刻在寫這篇文章，這件事情的光傳到最近的一個恆星（半人馬座 α 星）要四年的工夫，假使四年後的那個恆星中有人看見了這道光，在他想來，這件事情是發生在

現在的，但是在我想來，覺得這事早已過去了。現在我們再就兩年後的某一天說，這時候，在我覺得這是一件過去了的事情，而在他卻覺得是一件將來的事情。可見不但昨天的事情還存在在什麼地方，就是十年、百年、千年前的事情，也還存在在什麼地方；不但明天的事已存在在什麼地方，就是十年、百年、千年後的事情也已存在在什麼地方了。

這樣看來，那末昨天和上海一樣，你雖離開了牠，然而牠卻還是存在在那裏。從前有一個科學家，他曾經有過一個很有趣的想像，他以為假使有人能比光走得更快，那末他一定可以追上前去，回頭來看見許多顛倒的事情，他能夠看見自己由壯年人變做少年人，由少年人變做嬰兒。他還能夠看見古代的戰場，許多死了的兵士都從血泊中站了起來，彈丸從他們的胸中飛出，射回到敵人的槍膛裏去，一切都像倒映的活動影片一般。這時候假使他再站定了下來，那末他一定可以看見這次大戰再重演一次，自己再由嬰兒變成少年人，由少年人變做壯年人，一直到看見自己站定的地點為止。這雖然只是一個想像，但很可以使我们了解「昨天在哪裏」這個有趣的問題。

點狀的空間和時間

「對於當代各種思想的特點，你如果曾經留心過，那末你一定會覺得：凡是新的觀念在最初出現的時候，差不多總帶着一點呆氣。」

哈佛大學華脫海特教授 (Prof. A. N. Whitehead) 在他所著的科學和近代世界中曾經這樣地說，接着他就在關於量子論的解釋中證明了這句話。量子論是比愛因斯坦的相對論更不容易理解，而在實用上更爲重要的一種學說，雖然一般人還不大聽到這個名詞。

諸位知道，照現代科學家的意見，原子並不是個堅硬的小圓球，像彈丸一樣，牠卻是一種雛形的小宇宙，像太陽系一樣，牠的中心有一個核，四周有一個或幾個電子在迴繞着，像行星的迴繞太陽一樣。

但是原子和太陽系也有一個極大的區別。行星在軌道上是平穩地連續着運行的，對於時間和空間都沒有間隔。可是電子的運行卻像一個跳虱，忽而在這一點，忽而在那一點，行蹤詭秘，使人不容易捉摸。再說得準確些，牠的行動實在比跳虱還要來得「神出鬼沒」，因為當跳虱跳起來的時候，總還存在在什麼地方，但是電子在跳動的時候，卻忽然隱滅不見，並不存在在什麼地方。牠在某時間在某一點出現，到了次一時間又在另一點出現，更奇怪的是：在牠從甲點到乙點的途中，竟不需要時間。

如果諸位不相信這些話，就請讀一讀華脫海特教授所說的比喻：

「這正像一輛汽車用每小時三十英里的平均速度在路上走，卻並不連續地在路上走過，而是間歇地順次出現在里程碑的旁邊，在每一個里程碑邊都停留了兩分鐘。」

這話不是有一點呆氣嗎？不過這種初看好像有一點呆氣的觀念，聽慣了也就會覺得自然起來；例如我們說，在我們的對蹠點，也就是在正對我們腳底的地球的另一面，有人在那裏顛倒着行走，像蒼蠅在天花板上行走的一樣；又如我們說，一種靜止着的固體，

實在大部分由空間組成，在這空間中，有無數看不見的原子在用非常巨大的速度不息地突馳着。這種話一聽慣，就漸漸和常識接近，變成可以理解的事實了。

我們上面所提出的新觀念，牠的主要意義是這樣：以前被用來解釋物質的本性和化學上的化合物的原子說，現在是被用來解釋時間和空間了。一條在時間和空間中的移動線路，是被認為不連續的，若用圖解法把牠表示出來，那就是一條點線。總之，一切東西都只應該數而不應該量。在過去這世紀，科學家把一切都簡單化爲「物質和運動」；在現在這世紀，科學家卻把一切都簡單化爲「事件和間隔。」這新觀念實在比舊有的更具體更實際。也許將來的我們或我們的子孫，會把這個觀念認爲簡單明瞭，極易理會的吧。

其實我們每晚所看的電影，就可以當做這個新觀念的一個具體的說明。我們在銀幕上見到的連續動作，實在只是許多「黑暗的間隔」中間的許多「閃光的事件」罷了。

相對論一變

——質量 and 能——

實際上，愛因斯坦所倡導的相對論的特殊姿態，若就哲學的術語來解釋，那是一點也不難懂的。難只難在數學的地理理解。不過要略知一個大概，那末無論那一個受過中等教育的人都沒有什麼困難。愛因斯坦無非叫我們把物質看得合乎意識，合乎邏輯罷了。

我們且先來把物理學上所謂「質量」這一個名詞的意義想一想清楚罷。「質量」是已知物體中所含物質多少的量，大多數的教科書中還是根據了二百餘年來的舊原理下着像上面這樣的定義。這個定義對於大部分目的固然毫無問題，但是對於一個科學家卻還覺得不很真切。因為「物質多少的量」是一句很含糊的話。此外我們還有一個定義，那就是用「重量」來代替「物質多少的量」。不過這個定義也是很空泛的。

固然，我們去買煤、買金剛鑽的時候，用了重量來計算，要便當不少，但是對於質量的意義卻還是無從理解。我們知道重量是隨我們權衡的場所——行星或恆星——而不同的，一斤重的物體在木星上，我們會覺得不容易把牠高舉起來；但是在月面上，我們卻可以把牠像網球般地拋來拋去，因為重量是完全靠着我們所住的世界的重力作用的。

我們說到一斤，我們的心目中早就隱藏着一個地球。就是在地球上，一斤也有差別。牠在兩極地方要比在赤道地方重一點，這是因為地球並不完全是個球體。並且地球在自轉的時候發生一種極大的離心力，這離心力會抵抗地心吸力（即重力），特別在旋轉得最快的赤道部分。又如你把一斤重的物體帶到煤礦底下去，那末牠的重量也會減輕，因為煤礦底下的重力是比地面上的重力來得小。

既然「物質多少的量」和「重量」都不能作為質量的精密的定義，於是科學家就不得不想盡種種方法來找一個更好的定義。我們知道，要使一個質量運動，必須用力。科學家就因此悟到質量可以用加速度這個名詞——也就是汽車夫的所謂「Pick-up」

——來下定義。要使一輛靜止着的汽車在一分鐘裏邊發生每小時二十里的速度，顯然要比在兩分鐘裏邊發生這樣的速度，需要更多的力。汽車的質量越大，所需使牠加速的力（即汽油機關的動力）自然也越大。

物理學家就應用了這個原理來計量高速度物體的質量。關於他所認為速度最高的東西就是 β 質點，也就是從鐳不絕地放射出來的電子。 β 質點的速度差不多和光速（每秒三十萬千米）一樣。強力的電磁鐵能夠使牠的依直線進行的路發生彎曲。我們若是測定了這偏斜的能的總量和這偏斜的度數，就很容易計算出這些質點的質量。

用這種方法來計算質量，物理學家造成了一個奇異的發現。他覺察質點的速度越大，牠的質量對於靜止的測量者也越大。一八八一年，當時愛因斯坦還是個三歲的小孩，湯姆孫最初注意到速度有這樣一種奇特的效果。質量不只是一種固定的物質多少的量，牠可以隨速度——能——而變化。

其次，湯姆孫曾經指出：使一個帶電的物質球體（例如電子）運動，比使一個不帶

電的物質球體運動需要更多的力。這事實顯然告訴我們，電子的一部分質量是屬於牠所含「物質多少的量」而一部分質量卻是屬於電符的。但是其中有多少的質量是物質，有多少的質量是電符（能）呢？湯姆孫最後得到的驚人的結論是：一切質量都是電的。質量和能的中間並沒有分別。

愛因斯坦上了科學家的舞臺，他就告訴我們運動完全是相對的。我們不能說一個觀察者是靜止的，而他所觀察的對象是運動的。實在任何觀察者和他的對象都是在相對地運動。假使質量依靠着速度（能），那末我們就必須考慮到觀察者的運動。假使讓觀察者和他的對象用同一的速度運動，那末這對象的質量就決不會因速度而增加了。這是牠的實在的質量，也就是固有質量。

質量對於能的這種關係，可以用一個極簡單的方程式來表示。這個方程式只要有一點代數的知識便能理解，即：能等於質量乘光速的平方。用普通的話來講，就是：物體運動得越快，牠的質量就增加得越多。當速度達到和光速一樣時，質量就變成無窮大。再說

得攏統些，就是沒有一樣東西能夠比光更快。（因為物體的質量不能比無窮大更大。）反過來說，也就是若是速度為零，那末質量就降落到最低值。

在這個基礎上，物質（質量）只是膠結着的大量的能。我們從愛因斯坦的方程式可以明白，若是要把質量轉換為能，就可以產生大量的能。以寫通俗化科學文字著名的劍姆斯琴斯氏曾經指出一隻大巡洋艦開足了速率時，只增加了百萬分之一盎斯重的質量；一個人一生中所消耗的能力約相當於六萬分之一盎斯重的質量。

羅得福特爵士是應用了這個「質量·關係」到原子裏去的第一人。例如我們已知氫原子的質量是一·〇〇八，而由四個氫原子所造成的氦原子的質量卻並不是四·〇三二，而是四。那末這〇·〇三二的質量是那裏去了呢？據羅得福特爵士說，這就是四個氫原子核化合成氦原子核時所消失了的固有質量或能。這個看起來好像不重要的數字〇·〇三二所代表的能，是異常巨大的。這比之尋常化學作用中所消耗的能要大六千三百萬倍。

密爾根博士就應用了這個解釋來說明宇宙射線的起源。他以為在空間，質子（即氫原子核）和電子時常在發生衝突。其中可能的結果之一，就是由氫造成了氦。當四個氫原子核同二個電子結合成一個氦原子核的時候，如羅得福特爵士所提示，就放射出能而成為宇宙射線。因此密爾根說，「宇宙射線是空間中物質創生的啼聲。」

當氫變成氦的時候所生的能，已經非常巨大，若是物質完全毀滅，那時候所生的能就更不知要大多少。一容積拇指大小的氣體要是毀滅了，就足以供給橫斷大西洋汽船行走幾天的路程。不過物質毀滅的過程只能在一種特殊的狀況下纔能碰到，對於這種狀況我們人類還沒有實際的經驗。琴斯氏就是用這樣的理由來解釋各種星體的進化和衰老的。他說，凡是那些光明燦爛的星體都在不息地放射着自己。

愛因斯坦的「質量·能關係」的解釋，是物理學上最成熟的一個貢獻。沒有了他的簡單的公式來表出質量和能的關係，我們就不能探索原子內部的祕密。並且我們從此還可以引起許多有趣的推論。譬如假使像琴斯所說，星在放射着自己，那末在這個密

閉的宇宙中，牠們的能（熱、光、電）將變成些什麼東西呢？星光還能變成物質像星雲或巨星一般地向四周照耀着嗎？若然如此，那末宇宙並不是在毀滅下去，而是在串演着一齣永遠演不完的連臺戲呢！



國家圖書館



003716389

