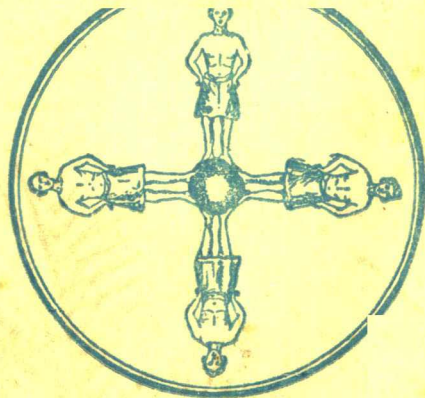


書叢學科民人

地 球 站 在 那 裡

譯放肇李 著夫科尼德羅高奧



5
A2

地 球 站 在 那 裡

奧高羅德尼科夫著
李肇放·徐義涵譯
張宗燧校

天 下 出 版 社 印 行

人民科
學叢書

地球站在那裏

著者 奧高羅德尼科夫

翻譯者 李肇放·徐義涵

印行者 天下出版社

版權所有
不准翻印

一九五一年七月北京出版(二)

1-7000 (京)

目 錄

一、地球——永恒的支持物	一
二、『地球在三條鯨魚上』	三
三、『向下』這兩個字怎麼講？	六
四、永不掉下去的這種掉法可能嗎？	一〇
五、月亮，像大砲的砲彈一樣	一九
六、地球是站在什麼上面的？	二二
結論	二五

一、地球——永恆的支持物

從遠古以來，就有人提出這個問題：地球是站在什麼上面的。這個問題發生得很自然。因為在日常生活中，我們到處見到的每一件東西，它們之所以能站住，一定有某種力量在支持，否則就會掉在地上。航行在海上的船依靠水來支持，鳥和飛機同樣也有東西支持，它們依靠翅膀在大氣中鼓動飛翔，用來支持它們。如果拆毀飛機的翅膀，它就會掉下來，摔斃在岩石上。

但是，海水和地球外圍的大氣是怎樣存在的呢？
這很明白，地球也是在下支持着它們的。

每個人都很清楚海底支持着海水。然而關於大氣初看就不太明白，事實上，大氣不需要立足地呢？是的，當然需要，因為大氣是有重量的，也像其他的物體一樣，對地球表面有很大的壓

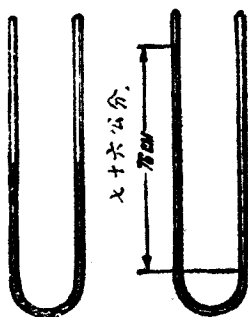


圖1：裝水銀的管。左面——管的兩端都開着。右面——從管的一端抽出空氣，於是水銀上升。

我們立刻看到此管內水銀開始上升，假如從此端將大氣完全抽出，隨即以白臘或木塞封閉，則管內水銀平面將高於開口的一端中的水銀平面約七十六公分（圖一右面）。這可能有一種解釋：在開口的一端內的水銀受有大氣壓力，而封閉的一端則沒有，因為我們從管內抽出了全部大氣，在開口的一端中的大氣壓力正好與用白臘封閉的一端升高的水銀柱的重量相壓力相等。這個重量不難算出。假如管的截面是一平方公分，那麼長七十六公分的水銀柱的重量便等於一〇公斤三三公分。從這兒還可以看出，我們不能用水來作實驗，是因為水太輕，如水柱的重量的壓力與大氣壓力相等，水柱一定要升高一〇公尺三三公分，於是就會有三層大樓那樣高了。

因此，你就知道大氣的壓力等於一〇公尺三三公分高的水柱的重量的壓力，換句話說，地面

力。這是確實的，例如取一截面為一平方公分彎曲如馬蹄形的長玻璃管（圖二）；管的兩端向上，裝入水銀（水銀——最重的液體，差不多比水重十四倍）後封閉起來，當管的兩端開啓時，管內水銀的高度相等（圖一左面），這表示大氣在管的兩端對水銀表面的壓力相等。現在，我們用空氣唧筒從管的一端抽出大氣；

上每平方公分所受的大氣壓力的力量是一〇公斤三三公分的重量。

可以把注了水銀的曲管裝入一種器具裏用來測量大氣壓力，這種器具叫液體壓力計。

大氣在我們周圍存在着，壓在地球上，地球是一切存在它上面的物體的立足地。雖然鳥飛在空中，但是最後仍然停在地球上，因為它停在大氣中，而大氣又停留在地球上。然而地球本身是站在什麼上面的呢？為什麼它不會掉下去呢？我們將在這本小書內談到這些問題。

要知這問題並不這樣簡單。多少世紀來，人們都不能找出正確的科學的答案，這被僧侶們利用了。恐怖中的人靠上帝的力量來尋求保護。他們想依靠超自然的力量來解釋對我們有興趣的問題。然而，事實上自然界沒有超自然的東西。要知對「地球是站在什麼上面的？」這個問題，科學所給的答案並不是童話和寓言。

二、「地球在三條鯨魚上」

現在人們都知道：地球是環繞太陽和環繞自己的地軸而旋轉的。但是早先人們認為它是不動的。因此，他們想地球一定有什麼東西在支持它。

事實上，難道會有這麼大的，好像童話中所說的可以撐住我們地球的鯨魚或象嗎？我們都知道，動物應該吃東西和繁殖。此外，沒有任何一種動物能活上幾百年不衰老或不死亡的。莫說任何物動不能夠支持住整個地球的重量，即一座小山的重量，它也支持不了。



圖2：我們祖先認為地球是站在浮在大洋中的三條鯨魚背上的（一屬古畫）。

然而，人們沒有這種關於支持物的知識，所以他們虛構着各種各樣的無稽之談。我們祖先想像地球是站在三條浮在大海上的大鯨魚背上（圖二）。他們（例如，像古代的印度人）認為地球是站在四隻大象的背上（圖三）的。還有更古代的人——巴比倫人——以為地球本身浮在海洋上。

現在的人很明白這些，但古代的人却迷信一種超自然力量。

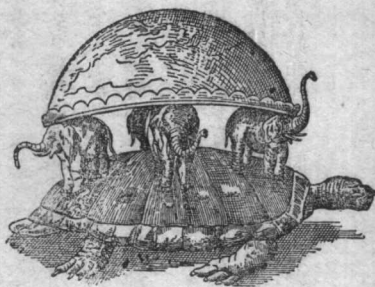


圖3：古時印度人把地球描繪成載在四個象的身上，這四個象又站在浮在水面的烏龜背上。

這樣一來，說地球站在鯨魚、象、或其他類似的動物之上，同樣是相信超自然的力量。相信超自然的力量——就是不相信科學。科學有精確計算的結論，有實驗的基礎。因此，任何迷信和任何超自然的力量都不存在。在技術和人類文化的整個發展特別以近代科學為根據的時候，怎麼能不相信科學呢？如果科學不發達，就會沒有鐵路、汽車、飛機、沒有種種工業品。人類會像我們的祖先一樣繼續着荒野的生活，居住在森林和洞穴裏。

巴比倫人認為地球像木片一樣浮在海洋上面。當然是錯誤的。本來，地球太重了；不能浮在水上。就說地球能够浮在甚麼海洋上面，這些海水也該站在什麼上面。巴比倫的聰明人沒有考慮到這點，表示了那時人類的進化遠比現在為低。然而，這並不值得驚奇，因為我們活在他們後差不多有三千年，我們能利用從古以來科學發明的成果。

由於科學文化的發展，由於教育的薰陶，我們任何一們受了教育的入都會比古代最特出的學者，有更正確的關於自然現象的概念。

現代的科學怎樣回答「地球是站在什麼上面的？它為什麼不掉下去的？」這個問題呢？在回答這個問題之前，我們得仔細研究一下我們所熟習的若干概念。這些概念，我們要破例地加以思索。

三、「向下」這兩個字怎麼講？

有時候我們偶然從手中失落甚麼玻璃的東西，碰在地上打碎了，我們祇怪自己不小心。這東西的所以落下使我們一點也不覺得奇怪。從小我們就習慣於這件事了，所有物體失去支持時，總是向下掉，掉到地上來。爲甚麼它們向下掉呢？

讓我們想這個問題吧。從日常經驗中我們都知道要將一個物體從靜止狀態移開時，必須加以力量。假使一個物體在靜止狀態中，沒有一種力量將它從靜止狀態移開，那末它一直繼續保持不動。我們也知道假使地球上的任何物體失去支持時，它就開始下落，亦即開始運動了。這樣可以這樣解釋說，對每一個存在於地球上的物體，有一種向下吸引的力起着作用。當物體尚在某種支持物上時，它並不下落，而向下吸引的力量是時時刻刻繼續存在着的。在這時，這種力量只是使物體壓向它的支持物上而已。若放一很重的物體在桌上——我們可以注意到，這個物體以一種相當大的力量壓在桌上。假使桌子的腿不夠堅固，在重物的壓力之下就會折斷，而重物一得到運動的自由，就轟隆一下掉在地上了。每個人都熟悉這種力量，它叫做重量。祇要任何人將任何一個

重的物體握在手裏，他就能夠很容易地感覺到這種重量。

這樣，我們就可以說，物體的重量，這就是將物體向地心吸引的力量。那末，這種力量是甚麼呢？爲甚麼會存在呢？

發現了萬有引力定律的偉大科學家牛頓給這個問題找到了正確的回答。他第一個知道，物體之所以有重量是由於地球的作用。物體的重量是一種力量，而地球正以這種力量將地球上的一切物體向地心吸引着。

如此說來，物體的重量不是別的力量，正是地心吸力。

所有地球上的物體都向下掉，而這常用的「向下」兩字到底又怎麼解釋呢？我們來研究一下吧。初看起來，這好像並沒有甚麼問題似的。「向下」——這就是從腳底下一直向下，如同「向上」，就是在頭上一直向上一樣。這是如此的明白和簡單，好像不需要任何更多的解釋了。假使我們更準確地知道向下的方向，這也是容易的事，祇要在繩的一端懸一不大的重物，繩擺動幾秒鐘後就靜止不動了。繩直線下垂，縛重物的一端正指着我們所需要的方向，這就是「向下」的方向。

然而我們就要追問了：向下的方向是否對於地球上所有的人都是一樣的呢？初看起來，這也問不出一個道理來，因爲我們所習慣見到的，所有的垂線在各處都是一樣地準確，祇要想到，例

如說，城市建築物的筆直的牆，電車或電報的電線桿等等。它們不歪不斜，而總是和地面垂直，而且在它們自己中的各線是互相平行的。

然而，假如說，電線桿在整個地球上都是朝着一個方向的，這樣就想錯了。這種情形也有可

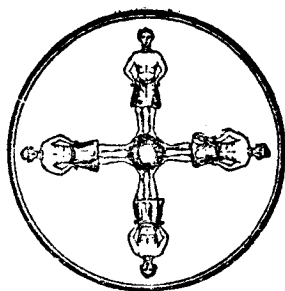


圖4：一張古畫，描寫
地球有對立的人。

能，假使我們的地球是平的。如此說來，所有電線桿當然就互相平行地站着了。但是實際上我們的地球不是平的而是圓的，像一個球一樣。因此在地球上向下的方向事實上就是向着地心的方向。而從地球表面不同地點向着地心的方向就完全不一樣了。例如，有兩個對立的東西，就拿人來說吧，位於地球的對立的方向：一個，姑且說，在蘇聯的某個地方，而另一個人在南美，那麼對於一個人的「向下」的方向正好對於另一個人是「向上」的方向，反過來也是一樣（圖四）。

四百年前，當時地之為球形還沒有像現在一樣地被大家知道，關於對立的人的問題有時恰好作為反對地圓之說的證明。那時候很多人這樣想：在地球正對面的地方，人是不可能居住的，因為他們必定要從地球上掉出去。

現在地圓之說已不會引起任何人的懷疑了。因為大地是球狀，我們就能够完成環繞地球的週遊世界的旅行。這很明顯，假使地球是平的，這種旅行就要變成不可能了。在我們的時代差不多所有的地面都仔細地測量過了，畫出了成百成千種的地圖，所以在今日，地面的大小和形狀，我們都可以很準確地知道。現在也沒有人懷疑地球上對立地方的存在了，例如，我們是蘇聯歐洲部份的居民，和南美洲的居民正是處于對立的地位。當然，我們不會從地球的某個地方掉出去的。



圖5：在地球不同的部份，「向下」的方向是不同的，箭頭表示向下。

今天我們很明白反對地圓之說的人是錯誤的。他們簡直不知道，「向下」的方向在地球的各個部分是不同的，「向下」的方向往往是針對地心的方向而言（圖五）。在日常生活中我們沒有注意這件事，僅因為人的視野和地球的大小比起來是太渺小了。地球的半徑約有六千五百公里，爲了要測出垂線方向的不同，必須在地球上移動幾百公里。而我們從一個地方是不能看到如此遠的另一個地方的呵。雖然如

此，科學家在幾公尺的距離內就可以量出這種不同了，不過要靠特種器械的幫助。

這樣一來，就地球整個的來說，是無所謂「向下」的方向的。說甚麼整個地球會向某個地方掉「下」去，這種假定之無意義也是最明顯的了。我們通常所說的「向下」的方向就是我們所知道的向地心的方向。假使說，地球要「向下」掉的話，那麼這僅是說，它向屬於自己的地心的方向掉去。這完全是一件可笑的事情。

雖然我們的地球不可能往那兒掉「下」去，但絕對不可推論說，它是停滯不動的。恰好在下一章內我們就要知道，地球不但是移動着，而且甚至掉落着。僅是它不「向下」掉，而是向着太陽的方向掉。但它是這樣地掉法，它絕不會掉到太陽上去的。

四、永不掉下去的這種掉法可能嗎？

我們已經知道，甚至如重量和向下這樣簡單的概念，假使細究下去，可以作出一連串有趣的結論。現在讓我們來搞清楚「掉落」這個詞兒作何解釋。在這裏看起來一切都是明白而簡單的。我們慣常說，任何一個物體受其本身重力的影響飛到地上來時，它就掉下來了。當然，我們也總

是相信，一旦物體開始下落，它就或早或遲地一定會掉到地面上來。這僅是一個時間問題。假使物體是從不高的地方掉下的，它很快就落到地面，假使是從高處掉下來的，那麼落下的時間就長些。就是這樣罷了。

然而，事實上，這裏所發生的事完全不是如我們起初所想的那麼簡單，那時，我們沒有細察現象，僅憑我們一些微小的日常經驗來假設。在生活中往往幫助我們的那種日常經驗在這裏是顯得軟弱無力的。我們觀察物體落下的現象，要像科學家所做的一樣地，亦即極嚴格地來觀察，同時不要忽視任何「瑣事」時，才可以確信。這種瑣事往往引導科學家做出最偉大的發現。

運動的科學——力學，從事于落體（物體落至地面）的研究。在這種科學的無可懷疑的論證前面，我們的日常經驗往往就要打退堂鼓了。落體的現象就是一個例子。

日常經驗告訴我們甚麼呢？它說每一個物體，假使它落下的話，準會往下掉，並掉在地上。而力學告訴我們說，落體可以永不落到地上，甚至在某些場合根本就飛出地球外面去。

爲了要研究落體現象，我們應該熟悉物體運動的兩個定律：慣性定律和運動之合成定律。

我們每步路都會遇到慣性定律的說明。當電車司機突然煞住電車時，所有乘客往往感到猛烈地被人向前一推。我們之中誰沒有經歷過這種事情呢？這當然一推之所以發生正由慣性定律。當司機沒有煞住的時候，我們在電車裏以某種速度向前進行著。當電車由于煞住而立刻停止前進

時，每一個乘客的身體在最初一瞬間按照慣性定律是以原來的速度繼續它自己的運動的。結果是乘客都向前一衝或向前跌去。相反的，假使司機突然加快速度，乘客就會向後一仰或向後跌去，因為他們在馬達加速轉動前有一個比較小的速度，並且，按照慣性定律說來，要設法保持這個較小的速度。

物體的慣性定律是這樣的：

「任何種物體沿直線作等速運動時（這就是說：在相同時間內進行一樣長的距離），在沒有任何一種力量來改變此運動前，它一直保持此種運動。」

第二定律——運動之合成定律運用于當任何物體同時進行兩種不同的運動的場合。例如在小船中的人，他要穿過急流划到河的對岸去。在這種情形下，船就有兩種不同的運動。一方面是划船者的力量，要使船划向對岸去，而另一方面，水流同時要使船順水流去。結果船永不會到達正對出發地點的彼岸，水流要把船帶向下流去，水流愈急，帶得愈遠。

要更好地明白這個道理，讓我們來看圖六。圖內A代表船出發的地點。假使沒有水流的話，那麼船僅受到划船者的力量，就可能到達B所標明的地點，在彼岸正對着地點A。但是河中的水總是時時向着一個方向流的，因此要將船順流帶下。假使人不划了，讓船去隨波逐流，船就要飄浮到Γ所標明的地方。事實上船因同時參加了這兩種運動，因此既沒有向B行去，也沒有向Γ行

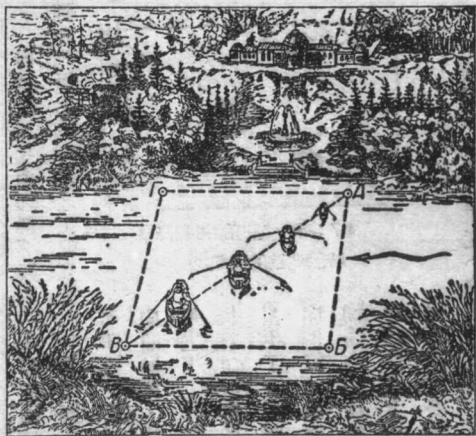


圖 6：運動的合成的一個例子。

去，而是向着位于矩形 $AB\Gamma D$ 對角線 BA 的末端地點 B 行去（圖六）。

我們關於船的運動所說的，也可應用到任何其他物體上去。這裏就用到運動之合成定律了，這個定律是這樣的：

「任何種物體同時受到兩種互相垂直的運動或力的作用時，實際上它的運動是向着由此兩種運動所組成的矩形對角線的方向進行。」

在明白了這兩個運動定律之後，再讓我們來看看落體現象。

假使我們站在某一建築物的陽台上，向下丟石塊。我們若讓此石塊從手中自然落下，不加以任何力量，那麼它就一直落下來。讓我們在地上標出石塊落下的地方。

假使我們現在來重複試驗，而這一次不僅是讓石塊從手中自然落下，而是從建築物上向前拋擲，那末它不會落在原來的地方，而是離建築物稍遠一些。我們拋石塊用力愈大，它落下的地點