

科學圖書大庫

少年科學啓導叢書

科學實驗

譯者 吳家祥



徐氏基金會出版

我們的一個目標

文明的進步，國運的強盛，而科學居首。科學知識的傳播，是提高工業生產，改善生活環境的推動力，在整個社會發展中，為人類開拓新時代的時代。科學先行，而後是人類生活的幸福。

近二、三年來，科學發展迅速，正式就讀以理工為結，為之認真研習者日趨增多，今年完成事實，帶該大學時代，人類一再與科學，這偉大的綜合貢獻，而各種科學建設與科學家們誠合作，為令人有無限驚喜！

時代的新交替，如何推動科學教育，有方法人才，這是科學研究與發展，使世界，國家，社會負責任，培養人才，起自小學階段，學生對自然科學，如物理、化學、生物、數學，漸作接觸，及至大專院校，使開始專科教育，如何加強自然科學的普及推廣，不斷進行訓練，科學研究與教育的學者，志在研究成果貢獻於社會與科學，實踐學說，立德立言，也是立功，也是建國。

科學本是互相貫通性質，富有啟發性性質，歷經長久的交與更豐富而廣，使學界研究的進步與發展。

我國的科學學，一談，使以英語學主科之一，帶領其活潑閱讀英文原著，而能理解科學，使科學之知識，而可從事者。因此，這為與文字的科學學書，而讀者的，為本以讀出科學名著，譯成中文，低價出版，及時出版，分發給各大專院校，社會，小學至中學，就業青年進修工具，合之則可出人類學文憑，而以英文形式，以書信加，合編供應，使學界積極發展。

本基金會提倡科學教育，過去十年，曾資助大學理工科學名著，前往國外深造，贈送一流科學科學書籍設備，同時採購出版世界著名科學名著圖書，供給在校學生及社會人士閱讀，今就當本初志，繼續改進，謹祈：
中國各大專院校和師，研究機構專家、學者；

國際海外從事科學研究學人、留學生；

大學院校及研究機構退休教授、專家、學者；

主動地踴躍更新，能從英文科學技術名著，從事翻譯，以便青年閱讀，成就多年研究成果，增著成冊，公之於世，助益學者。本基金會樂於運用基金，並願意出版系統，善任傳播科學種子之媒介。抱誠奉陣，願學人們，踴躍贊助，共襄盛舉，是禱。

徐氏基金會敬啓

AWT313/13



前言

「實驗」是發現自然界事物關係的新知識的一種科學方法，科學家們經由實驗能夠印證他們的推想，他們的預感，他們的猜測，和關於事物何以這樣發生的指導觀念。

科學實驗一書，在三項非常重要的研究範圍內提供了建議性的研究——空氣和水、聲音和天文。每一位青年研究家，經由這些研究，將再度發現一些科學的原理。但是在某些活動裏，將發掘到一些新知識。譬如計算那些在某一時間在天空某一部份出現的隕星，可以提供一些新的事實——一些任何其他人尚不知曉的事實。

本書顯示在世界上不同事物的研究上需要不同的技術和工具——振動的弦用以研究聲波，天平和溫度計用以研究空氣和水，望遠鏡和雙筒野外鏡用以研究星辰。但是它們全需要一些同樣的謹慎研究習慣，諸如敏銳的觀察，充分的思考，準確的紀錄，和極小心的實驗。

因此，本書可當做一本有益的指南，協助青年科學家們在家庭和學校去研究知識的有趣部門。本書也可幫助他們應用有經驗的科學家們所用的實驗方法去發展研究技巧。

Paul E. Blackwood



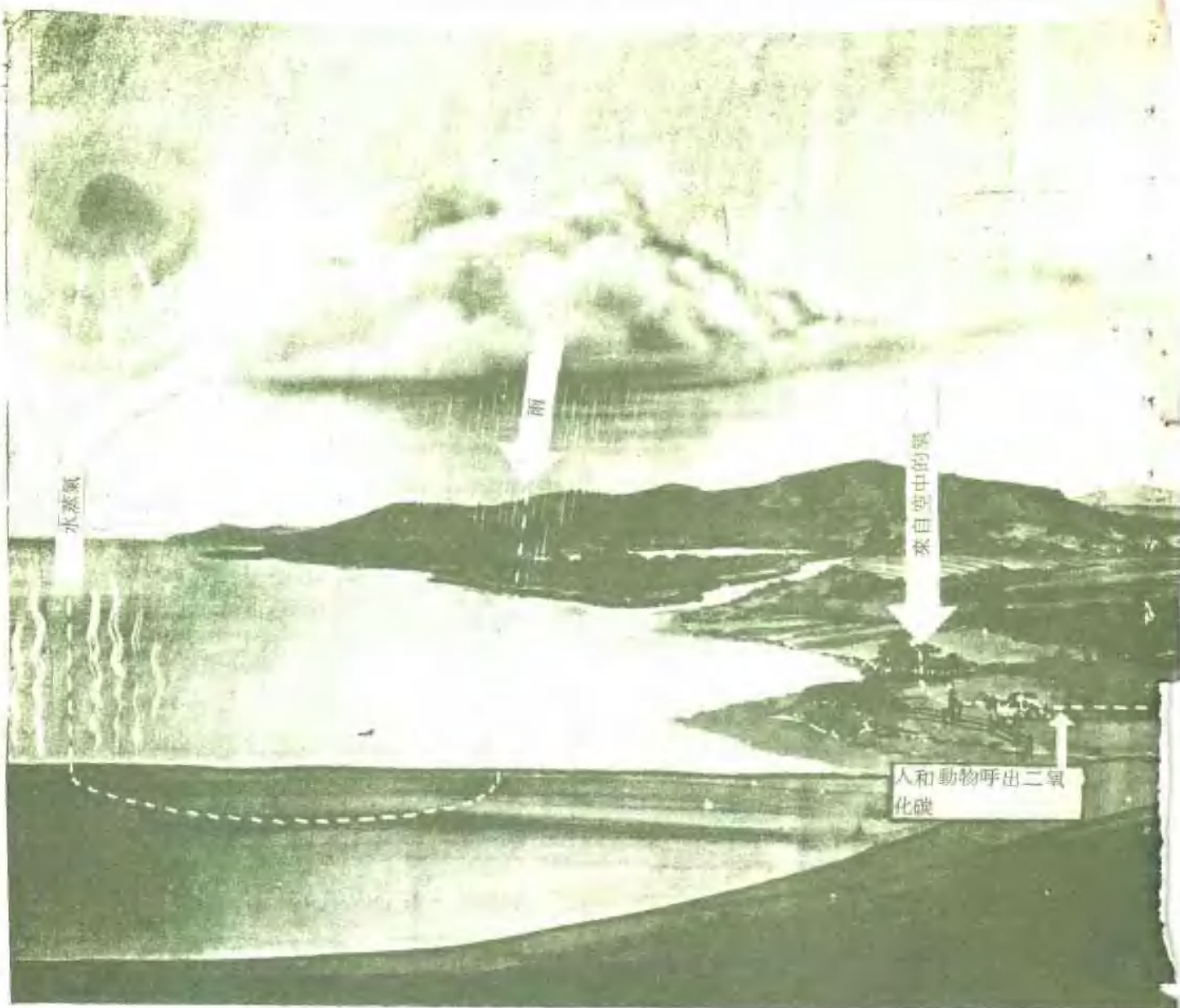
183940

AWT 312/43 08

目 錄

空氣和水	4	聲音如何旅行？	26
你如何證明某些物質含有空氣？	6	什麼是聲音旅行的最好媒介？	27
你如何證明空氣確實是一種物質？	6	什麼是音波？	29
什麼是大氣壓力？	8	什麼是回聲？	30
我們如何證明大氣壓力？	9	你如何用聲音測距離？	32
你如何做一個虹吸管？	10	絃樂器如何發聲？	33
你如何證明氣壓的力量？	11	管樂器如何發聲？	34
大氣壓力如何幫助我們呼吸？	12	敲擊樂器如何發聲？	35
你如何做浮沉子？	14	天 文	36
魚為什麼不凍結在冬天的冰內？	16	什麼是天文學？	36
冰為什麼比水輕？	17	你如何尋出北極星的位置？	36
你如何從空氣中取水？	18	你如何用星辰證明地球是繞軸自	
電扇為什麼使我們涼快？	19	轉？	38
你如何使鋼浮起？	22	你如何由星辰知道日期？	39
水如何幫着發電？	23	你如何由太陽知道時間？	40
水如何能夠升到樹頂？	24	你如何做一個更精確的日晷儀？	42
聲 音	25	你如何看日斑？	44
什麼是聲音？	25	你如何測量一顆日斑的大小？	46
		你如何能變成一顆隕星觀測者？	46

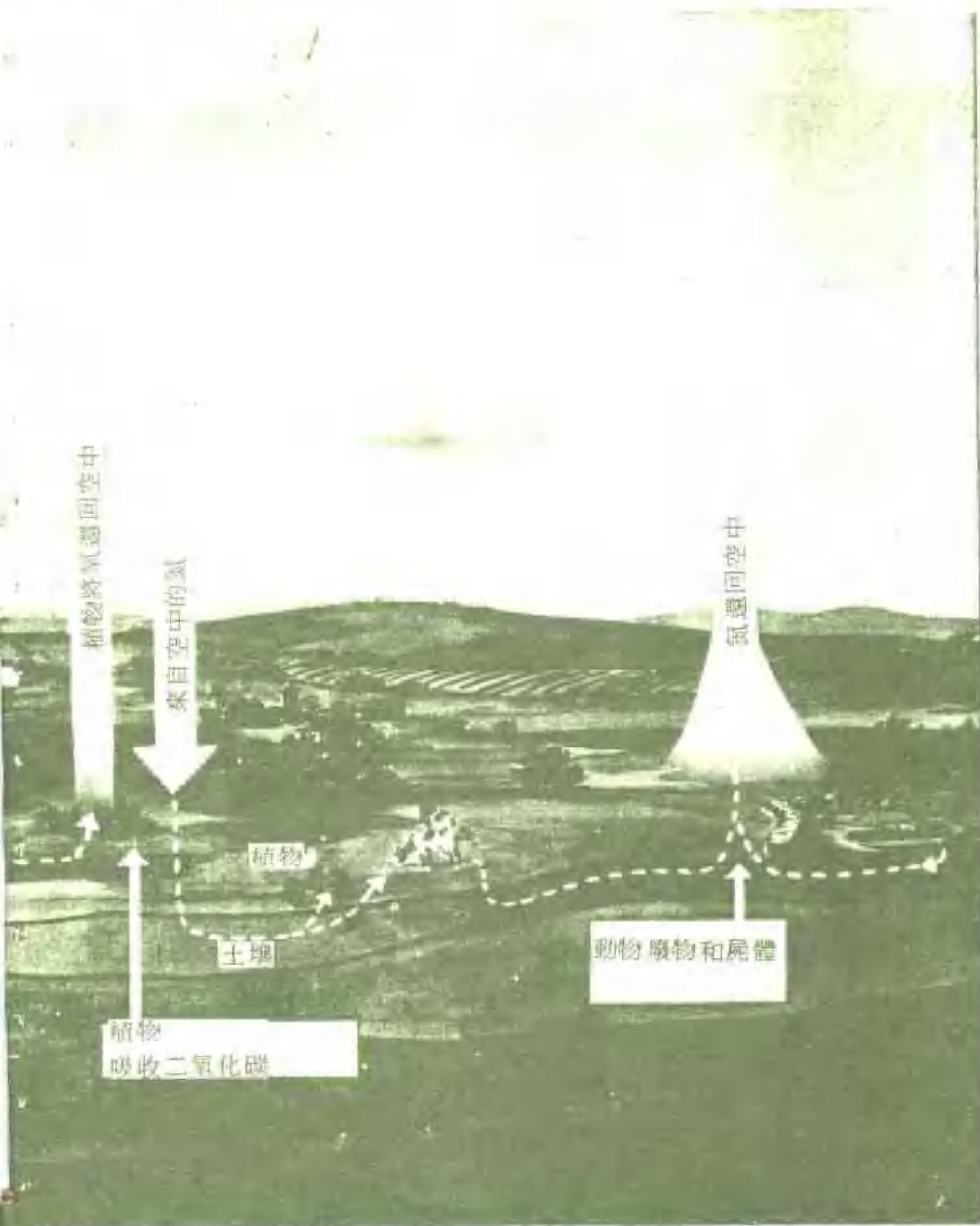




空氣和水

空氣和水是每一個人都熟悉的兩種物質，我們生活在一種空氣海洋，叫做大氣的底部。除去我們正在游泳或沐浴時，我們生活的每一分鐘，空氣都圍繞在我們的身旁。在地球表面上，幾乎所有物質的孔洞裏都找得到空氣。在人體的許多洞孔的開口裏也

有空氣——譬如，我們的耳朵、嘴、鼻子和肺。所有動物都呼吸空氣，如剝奪了空氣，它們就會死亡。海、湖、河和溪流的水，佔地球表面的四分之三。水為生活所必需。構成所有生物的細胞，大部份是水。水，給以足夠時間，幾可溶解任何物質。這是重



兩種主要氣體，氮和氧，以無盡的過程或循環不斷地離開然後回到大氣裏，來自空

中的氮滲透土壤的上層被某種細菌轉變為化合物，被植物吸收富做養料，植物被動物吃掉而排泄氮化合物，然後被其他細菌分解，將氮釋放到空中，死去的植物和動物也被細菌在一種過程中所分解，最後釋放氮到空中，釋放的氮現在可能再回到土壤裏——結果氮循環繼續，一遍又一遍，動物吸收氧呼出二氧化碳，植物從空氣中吸收二氧化碳並放出氧再度被動物吸收——結果氧循環不斷地繼續下去，水從雲裏落下變成雨或雪，降落的水構成溪水和河流再流進湖和海洋裏，太陽的熱度蒸發這些天然的水圈，蒸發的水升入空中變成水蒸氣遇冷變成雲產生更多的雨。

要的，因為營養生物的物质是溶解於水裏的。這種水構成了動物血液和植物汁液的主要部份，這兩種流體運送營養物料給生物的細胞。

我們將做有關空氣和水的各種實驗，因為我們將明白，這兩種物質在許多方面是密切關連的。



這些氣泡是拘禁在泥塊分子間空隙的空氣，當泥塊浸進水裏時空氣就被釋放了。

你如何證明某些物質含有空氣？

輕輕地丟一塊泥土到一隻鍋裏或充滿水的杯子裏，注意看那些升起的氣泡，這些氣泡就是泥土分子間的空隙所容納的空氣，空氣能夠滲透到土壤裏的事實對植物生長非常重要，植物營養最需要的物質大概就是化學元素氮，空氣的五分之四是氮，可是植物不能直接從空氣裏得到氮，但是生活在土壤裏的某種細菌能夠從空氣裏取去氮並且把氮變成植物能夠利用的

太陽裏水杯內部的氣泡是空氣泡



如果你煮滾水，更多空氣逸出

形式，因此你能夠明白為什麼空氣滲透土壤這樣重要。

把一塊磚和一塊光滑洗乾淨的小石子放進一瓶清水裏，注意看氣泡是從磚上升起，而不是從小石子那兒冒出，磚內有許多空隙，但固體的石子內部沒有，這點證明並非所有物質都會被空氣滲透。



空氣僅被拘禁於磚內，不在小石子內。

放一杯乾淨水在太陽裏，約一小時後再去觀察，你在玻璃杯內部看見氣泡嗎？它們是空氣泡。把杯子裏的水倒進一把壺內，將壺放在爐子上，然後把水燒滾，現在有更多的氣泡從水裏升起，證明水內有更多的空氣存在。你不能將水內所有的空氣煮掉，因為當你煮掉一部份時，更多的空氣又進到水裏去了。

你如何證明空氣確實是一種物質？

如果我們有一個箱子，裏面甚麼



佔據杯內空間的空氣阻止水升上杯子裏。

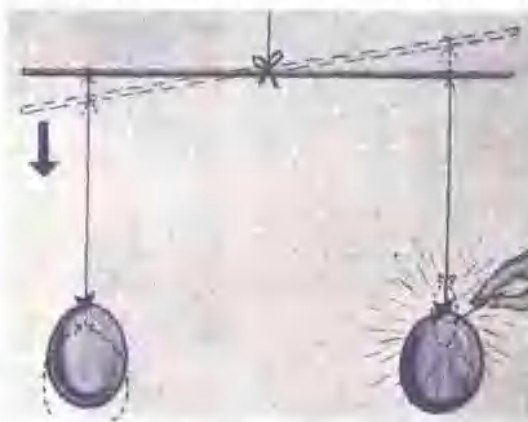
東西都看不到，我們說這隻箱子是空的，在我們喝乾杯子裏所有的水後，我們說杯子裏沒有什麼東西，但是說箱子和杯子裏沒有東西是不正確的一兩者全充滿了空氣，雖然我們不能看見空氣，我們不應相信它是毫無所有的。空氣是物質，像所有物質一樣，它佔有空間，並且有重量。

把一隻玻璃杯，口朝下，沉進一隻充滿四分之三水的大口瓶或鍋內，留心看水僅升上杯子裏少許，什麼東西防止水全部升上杯子裏呢？有些東西必然佔據杯子內部的空間，因此使水升不進去，那是空氣佔據了杯子裏的空間。

找兩個同樣大小的輕氣球，把它們吹成同樣大小，並且把頸部紮起來不讓空氣逃脫，每隻氣球紮好後，留一根一呎半左右長的線，同時每條線

的末端拴一個環。

把一根線綁在一把碼尺的中央，同時把它吊起來使它可以自由擺動，把繫在氣球的那根線末端的環滑過碼尺的末端，同時調整氣球，使它們和碼尺平衡，當碼尺停止擺動時，用針刺破其中一隻氣球，其他一隻氣球將向下擺動。因為兩個氣球本身的重量是相同的，那麼一定有些什麼東西在“滿氣球”的那邊，拉碼尺倒向那邊



你能確實證明空氣是有重量的



大氣壓力承住麥管內的水。



大氣壓力承住玻璃杯裏的水。

。這個東西，就是氣球內的空氣。由此可證明空氣是有重量的。

什麼是大氣壓力？

大氣在地球表面上延伸 600 哩遠。四分之一大氣距地球表面一哩半，二分之一距離三哩半，而百分之九十九距離二十哩。地球大氣的總重量是一千萬億噸，一時見方六百哩高的大

氣柱重量接近十五磅，那個意思是說大氣以一個平均十五磅的重量壓到每一平方吋的地球表面上（在海平面上）。當我們談到大氣壓力時，我們就是指著這個重量。但壓力不僅垂直向下——它平均地施於所有各方向！在一個男人或女人的身體上，空氣的總壓力實際上有幾噸之重！但是我們未被壓垮，因為在我們內部的空氣，在我們所有細胞的水內的空氣是以相等壓力向外推着的。

地球壓力劃分為幾層：對流層是



基層，依次是平流層，游離層，和外氣層。

我們如何證明大氣壓力？

把飲用的麥管灌滿水，一端用你的手指緊緊堵住，使麥管的開口端轉向下面。有些水流出來，但大部份水留在麥管內。什麼東西阻止大部份水流出來呢？那是大氣壓力以每平方吋十五磅的壓力向上壓的關係。

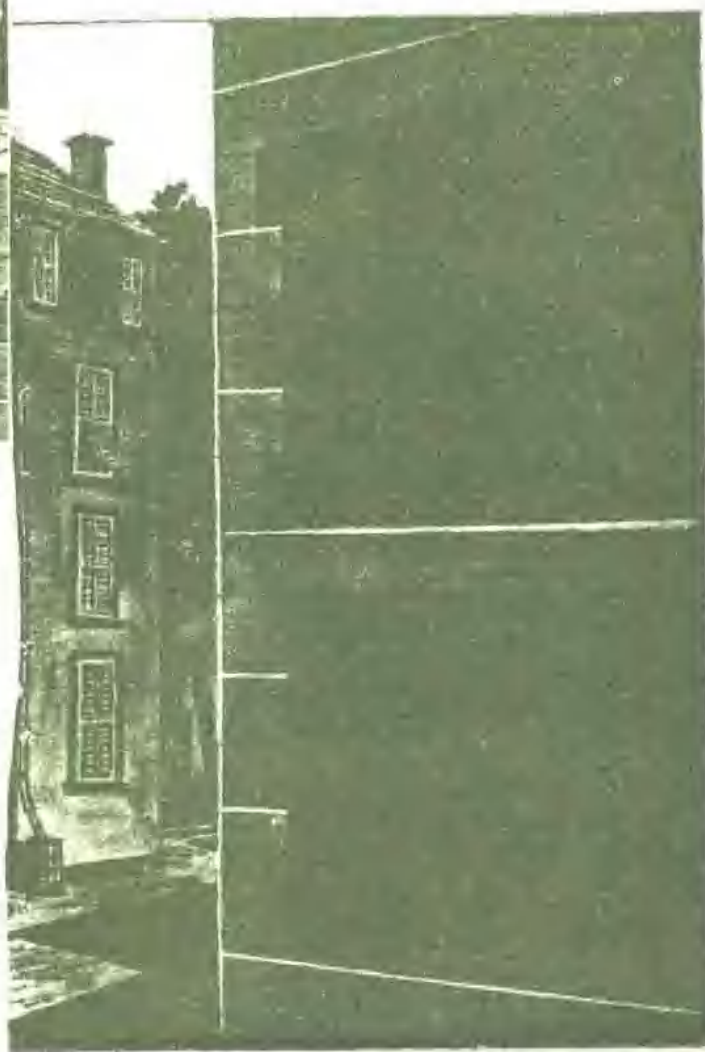
放足夠的水到一個水槽或大瓶內，使你能完全放一隻玻璃杯在水底的

邊上。保持玻璃杯在水底，轉過來，使它的口朝下面。提起杯子，直到全部只剩半吋左右離開水面。這個杯子雖然口朝下，依然充滿了水，什麼使水留在杯子裏呢？水槽或大瓶裏的水面上大氣壓力，將水推進杯子裏。水槽或大瓶內水面上的空氣重量，較杯子裏水的重量為大。所以杯子裏的水，水平面要高過杯子外面的水平面。

你們剛才所做的實驗有點像義大利物理學家托里切利（Evangelista Torricelli，1608～1647）所做的一個實驗，他是加力略（Galileo）的學生。在1643年，他用水銀灌滿一隻一端封閉的玻璃管，把他的手指按在開口端，然後，把管子顛倒過來，垂直地立在一個小水銀槽內。等管端放在水銀面下時，他移去他的手指——他注意到管內水銀僅下降到槽內水銀面以上的30吋的高度上。托里切利據此正確地判斷：大氣的重量支撐住管內的水銀，柱的高度和它的比重成反比。

葛里克（Otto von Guericke 參看11頁）其後不久發明一種水壓計，它的外形是一根將近40呎長的垂直管，附着在旁房。管子除去頂部是密封玻璃做的以外，全部是黃銅做的。它的內部灌滿了水，底端位於一隻大木

第一個在德國馬德堡（1646）
發明的水壓計。





大氣壓力的變化用氣壓計測量，水銀氣壓計包含一個在玻璃管內的水銀柱，高約35吋，當大氣壓力變化時，水銀柱就升和降，一雙無液氣壓計含有一個密封的金屬罐內部空氣已被抽去，一個指針被銲接在罐頂的樞軸上，當氣壓變化時，罐頂移進或移出，於是使指針在刻度盤上移動而讀出氣壓的變化。



你可以在你的學校實驗室裏做一個水銀氣壓計，覓一根玻璃管約35吋長，將管子一端放進一個本生燈的熾熱火焰裏，將管子繞着轉動直到末端熔化而被封住，當管子冷卻後，用水銀灌滿直到頂部，同時用水銀灌滿一隻點心碟子或燒杯裏，將你的手指按住管子的開口端並且小心地把它倒轉，將開口端放在碟內水銀面底下，沿玻璃管放一根碼尺並且把二者直立夾住，在管內水銀高度變化時就可以在碼尺上讀到壓力的變化。

盆裏的水面下。水通常在管內到達34呎的高度，但隨氣候變化而交替地升和降，於是走過旁邊的人們可以經由玻璃部份看到這種情形。

你如何做一個虹吸管？

虹吸管是一個形狀像倒U字的管子，由於大氣壓力，液體經由該管溢出容器。要做虹吸管，找一根橡膠或塑膠管，約3呎長和不超過半吋寬。你還需要兩隻水桶或其他深的容器。將一桶裝進四分之三的水，把它放進一個水槽裏。把另外一隻桶放在地板上，幾乎正在水槽內水桶的下面。

每隻手握住管子的一端，開水龍頭將管子完全灌滿。用你的手指按住管子的兩端，使水逃脫不掉。將一端迅速地放在水槽內水桶的水面下很低處。讓管子另一端懸垂在地板上的水桶裏，這一端必須低於水裏的一端。同時從管子的兩端移開你的手指。你將發現水流過管子，越過槽內水桶的頂部，然後下降到地板上的桶裏。剛才你表演的動作需要一些技巧，所以你必須多試幾次，但實際上並不很困難。

水為什麼溢出水桶的邊緣呢？因為當你從低的管端移開手指時，有些水流出來，與你第一次所做的大氣壓力實驗從麥管流出水的情形相似。從



如何做你自己的虹吸管

管子流出來的水，造成管子內一段沒有東西的空間，水桶內水面上大氣壓力就驅水進入水管內填補那個空間。由於大氣壓力，更多的水從水桶內的管子底部流出，並且再度被水填補——於是水就源源不絕地流過虹吸管。

你如何證明氣壓的力量？

1654 年，一位德國科學家葛里克（Otto von Guericke），由於證明大氣壓力能施出多大威力震驚了每一個人。他用兩個鐵的半球，每一個直徑約二十二吋。把它們的邊緣仔細地磨光，而且塗上滑油。再把邊緣合



找一個能緊密適合一個汽水瓶頸的軟木塞（如有一個單孔橡皮塞效果比軟木塞更好），在軟木塞上穿一個狹洞，將眼藥水玻璃管推進這個洞裏，這個管子必須緊密適合那個洞，另外，可用橡皮水泥，可塑黏土，或油灰直接將它封住，用一段橡皮材料，附着於眼藥管的寬端，一段玻璃管子幾乎到達瓶底，瓶內灌滿四分之三的水，將這套玻璃管降下並且用力把軟木塞壓進去，用你的手指攔牢軟木塞，儘量地向瓶內吹氣，將的是壓縮內部的空氣，迅速地離開汽水瓶，你可看到一股水流從眼藥管尖端不絕地湧出。

在一起，然後用他發明的真空泵抽去空球內部的空氣。由於外部大氣壓力很大，需要十六匹馬，每邊八匹，才能把這兩個半球拉開。

你可以做一個像葛里克那樣的實驗，你需要兩個長柄的通便桶通器（或通便桶器），你還需要一個朋友幫助你。把兩個通便桶器完全弄濕。請你的朋友坐在椅子裏。將一個通便桶器的長柄在兩膝間握緊，使橡皮杯向上。你再把另一個通便桶器的橡皮杯放在

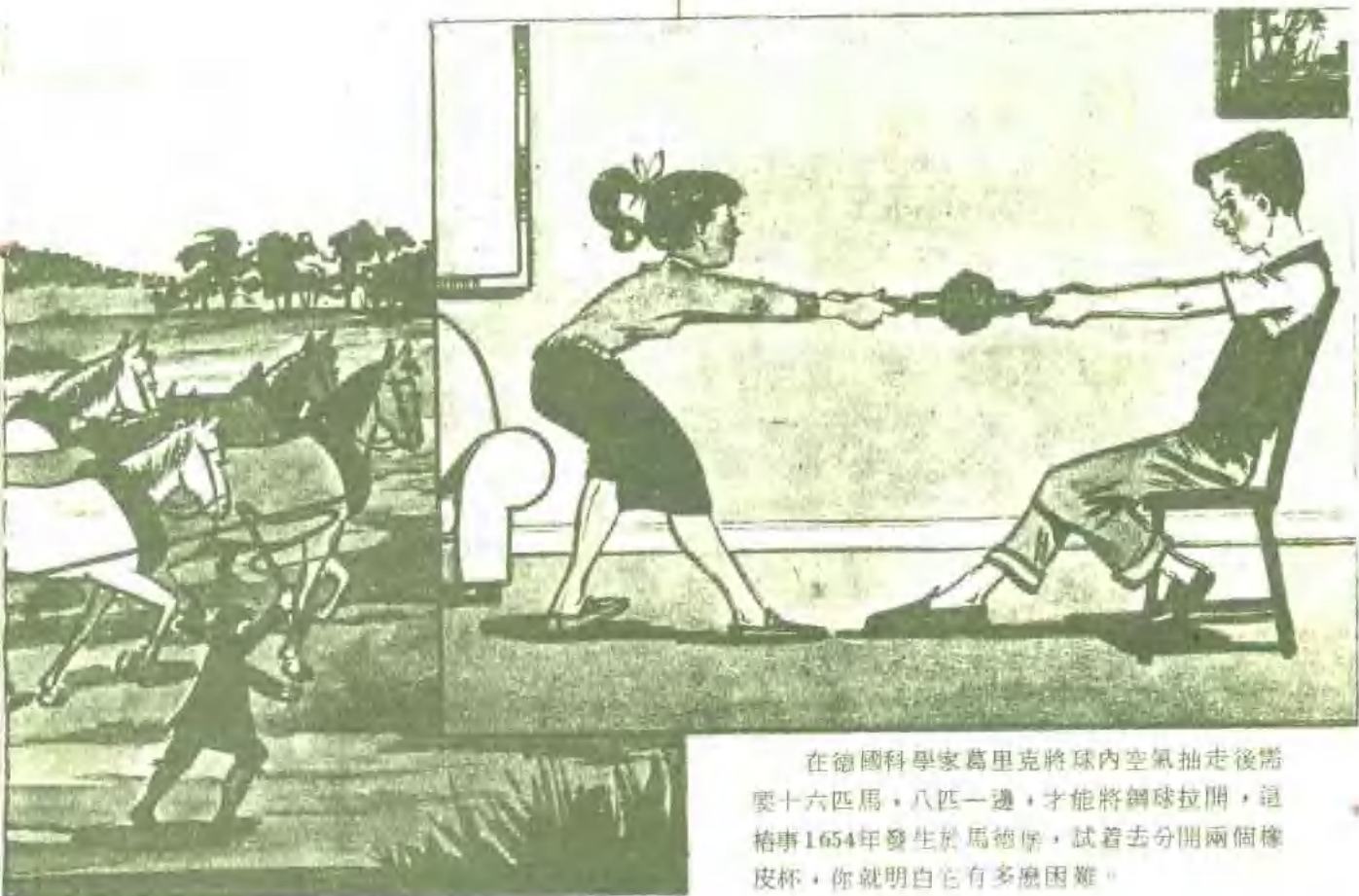


他的那一個上面，而且緩慢和仔細地向下壓，直到大部份空氣從橡皮杯逐出為止。現在，每一個人抓住一個柄，你可以看到是多麼困難才能把兩個通便桶器拉開。

如果你僅有一個通便桶器，可把它放在光滑的濕面上，用力向下壓。你將感覺你必須用很大的力量才能把它拉開。這是由於大氣壓力使通便桶器牢牢地貼在地面上。

大氣壓力如何幫助我們呼吸？

當我們呼吸時，空氣進入我們的肺裏，一般人通常說我們將空氣“吸入”我們的肺裏，但這並不是一個正確的說法，讓我們看看我們如何呼吸，我們的肺是兩個懸吊在我們肋骨支架內的大膜囊，肺沒有肌肉，因此我們對它沒有直接控制，在我們的肺下



在德國科學家葛里克將球內空氣抽走後需要十六匹馬，八匹一邊，才能將鋼球拉開，這樁事1654年發生於馬德堡，試著去分開兩個橡皮杯，你就明白它有多麼困難。

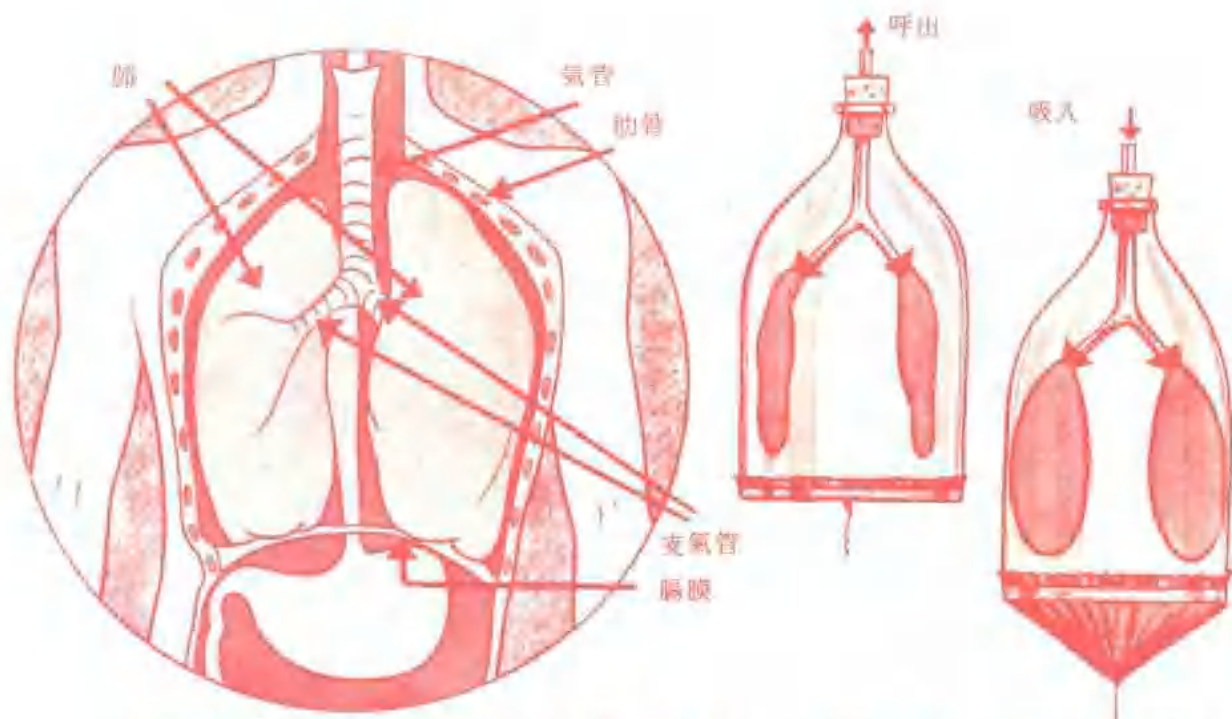
而是一個大而彎曲的肌肉，稱為膈膜，行呼吸時，我們壓這個肌肉的頂部向下，這樣做可以抬起我們的肋骨，並且在肋骨架內造成更多的空間，肺現在有空間去擴展，肺外部的大氣壓力較肺內部大氣壓力強，所以空氣就從體外推進肺裏，這就是吸入的動作。

呼出時，我們鬆緩膈膜，因而降下肋骨架，壓迫空氣走出肺外。

要做一套呼吸器模型，我們需要

一個鐘形大口瓶——一個底部開口的鐘形玻璃器，我們還需要一個適合鐘形瓶頸的單孔橡皮塞，一個Y字形的玻璃管，兩個小氣球，和一大張薄橡皮。

將塞子放進瓶口內，將兩隻氣球縛在Y管兩臂的末端，從鐘形瓶的底部穿過把Y管的另一頭放進塞孔內，將大張橡皮縛在鐘形瓶的底部四周，大張橡皮代表膈膜，Y管的上部表示氣



我們如何呼吸（左圖）並且你們如何模擬呼吸的過程，由於鍾形瓶費而難找，這個實驗應在你們學校實驗室做，那兒鍾形瓶是標準設備。

管，兩臂表示支氣管，氣球表示肺，你向下拉橡皮隔膜，模擬吸入的動作，然後向上推隔膜，模擬呼出的動作。

你如何做浮沉子？

浮沉子是一種玩具，依據兩種原理製成：其一是空氣有彈性，其二是空氣比水輕。你把一個手指緊按在打氣筒的出口上，就容易證明空氣是有彈性的了。將橡皮杯壓下去，然後突然放手，橡皮杯就彈回來，就好像壓到橡皮上似的，你知道橡皮是非常有彈性的。

用水裏冒氣泡這個事實可以證明空氣比水輕，較輕的物質會升到較重的物質上面，因此空氣比水輕。

真正的浮沉子是一個小人形，用略重於水的某種材料製成，人形內部是一根小玻璃管，一端密封，而另一開口端指向下面，整套器械是用一種重量恰好使它能浮在水面下的材料製成。把浮沉子放進一個水滿到頂部的高瓶內，並且用一張薄橡皮蓋住，當你向下壓橡皮時，水把你的壓力傳到浮沉子內部玻璃管裏的空氣上面，空氣由於有彈性而被壓縮，因而它佔有較小的空間，結果空氣承受不住浮沉子而向瓶底沉下去，只要給橡皮以適當大的壓力，你可使浮沉子升或降，或浮在你希望的任何水平面上。

要做真正的浮沉子很困難，但是我們做替代的浮沉子，也是很有趣的

●這種浮沉子可用紙火柴一切兩半製成，用附有火柴頭的那一半。我們把三四個浮沉子放進一個頸部很細的瓶子裏，你能把拇指輕易地放在上面的那一種瓶子裏。用水灌滿瓶子到頂部，半截火柴就會浮起，因為紙的纖維內部有空氣。

把你的拇指放在瓶口處向下壓，這時半截火柴內空氣被壓縮，於是它們重的頭部把它們拉下瓶底，當你放鬆拇指的壓力，浮沉子就會升起，稍加練習，你能讓你的浮沉子們升或降，或浮在你所希望的任何水平面上。



1 找一個帶螺旋蓋的小玻璃瓶，金屬蓋最適用。

2 經嘗試和錯誤，找出來你應放多少發酵粉到密閉玻璃瓶裏使它緩慢地沉到裝水的高瓶裏，

3 在瓶蓋上打或鑽一小孔，把它放回水裏，當瓶子下沉時，將有一個氣泡在底部形成。

4 當氣泡變得足夠大時，瓶子便升到表面上了。

5 當瓶子上升時，大部份氣泡被分離，於是瓶子再度下沉，這種升和降將一遍遍地重複。

