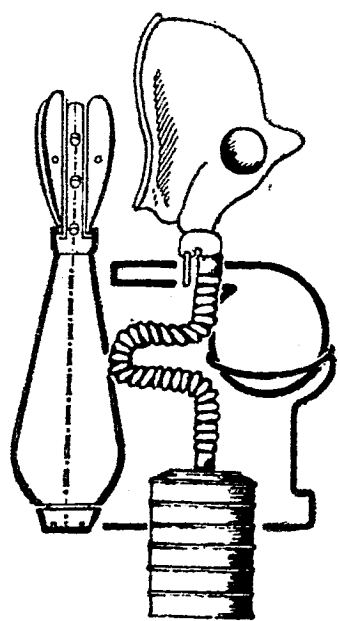




新青年叢書之二

科学 雜誌 談

俞子夷



浙江教育廳委員俞子夷
戰時教育文化事業委員會出版

新青年叢書之二
科學雜談

(第一冊)

俞子夷著

浙江省教育委員會

戰時教育文化事業委員會出版

科學雜談（第一冊）目次

自序

頁數

| 目次 | |
|---------|------|
| 幾句開場白 | 一五六 |
| 五萬噸的主力艦 | 一六九 |
| 海龍王的齊伯林 | 二一六七 |
| 從帆船說到飛機 | 一七二一 |
| 火柴和花爆 | 二二二七 |
| 軍事用的火 | 二八一三 |
| 水 | 三三三八 |
| 水和生物 | 三八四三 |

| | |
|--------------|-------|
| 微妙的工廠..... | 四四—四九 |
| 動物的製造本領..... | 四九—五四 |
| 動物的動..... | 五四—六〇 |
| 熱和衣..... | 六〇—六六 |
| 熱和食..... | 六六—七一 |
| 熱和住..... | 七一—七六 |
| 太陽的熱..... | 七七—八一 |
| 波動..... | 八一—八六 |

自序

民元以前，曾經在中小學裏教過好多年的自然科學。二十七年始又和初中學生弄科學。間斷了二十六年，生疏了，落伍了；自己彷彿重新學起。現在的教科書，比民元前大不相同。內容豐富，理論高深，文章簡練。學生的年齡，却比從前要輕許多。把教科書中材料加一番烹調功夫使適合學生口胃，原是教員職責之一。有時，幾十字的一小段，竟要化上許多的事例和說明，才草草弄個明白。

——新青年主編者約我寫些關於科學的文章。我根據了上述淺薄的經驗，就把牠們整理出來，再補充一些，寫成功『談科學』。寫時忽然想到初中門牆外的青年。年來初中入學考試非常劇烈。一百個新生名額，常常有一千幾百人投考。考不取的青年，要是願意自修科學的話，恐怕更不容易讀現行的教科書。所以和主編者約定，這談科學是我贈給未入學的青年供先修用，已入學的青年供補充用的。陸續寫來，前半部份有機會集成單行本，改名科學雜誌，這是我非常快活的。在我的青年時代，自修科學的苦處，恐怕現在青年是想像不出的。書本缺乏，

並且難讀。現在還有人說，我國供青年閱讀的科學書，和別國比是很貧乏的。我這書權充臨時的，過渡的代用品，或者還不算浪費紙墨罷。

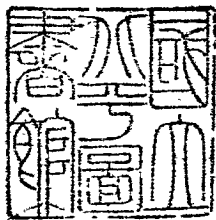
二十八、八、二十七。俞子夷在松陰溪畔

新青年
叢書
科學雜誌

幾句開場白

科學所討論研究的是物，是力。物無窮，科學能把牠們弄出條理來。力作用到物，物起變化。變化無窮，科學能把牠們尋出頭緒來。物變化時生力的變化。物和力的變化也無窮，科學能把牠們立出關係來。我們的生活，是力的活動。個人的生活如此，集體的生活也如此。力的活動，換句話，就是力的變化。我們的生活不能不利用物，不能不利用物的變化，因為力的變化是不能離物的變化而單獨存在。科學是研究物的變化，力的變化，物力變化間的關係的，所以我們的生活活動，逃不出科學的範圍，背不了科學的法則。儘有人不懂科學，但是我們的生活活動，依然受着科學的支配。儘有人有意地或無意地在背叛着科學而活動，但是總被科學所克勝。利用科學，我們的活動可以化最經濟的力得到最大的效果。不然，勞多功少，或竟受科學的裁制。

譬如天文星象，在古代好像是近乎神秘的。在半原始狀態的鄉村生活中，一



切活動的起迄，只須拿太陽的地位做標準，已經是夠應付一切。一天裏日出而作，日入而息。燈火不成什麼重大問題，因為夜裏是休息，不再有什麼主要的工作要做。屋子不必要多裝什麼窗，原因是白天裏的工作在空曠的田野，決沒有什麼採光通氣的問題。夜裏到屋裏，只是睡覺休息；日間不在屋裏做工作，屋子上有沒有窗，不成什麼問題。夏天日長，工作多；多做少睡。冬天日短，工作少；少做多睡。因此，鄉村生活裏，沒有正確時間的需要，計時的科學，彷彿和農民是絕緣的。鄉夫的勞動，拿「工」做計算的單位；一工，就是從天亮到天黑的一整天。鄉村間的手工業者，為農民修農具也是這樣計工論酬。在夏天裏上午五點要做到下午七點，足足十四點鐘，扣去吃飯時間外，完全在做工。冬天裏的一工，却只從上午七點做到下午五點，不過十點鐘。冬夏相比，是十與十四。同是一工，差額近乎二比三。

要是鄉村的生活漸漸複雜起來，農夫們除了田間工作以外，還有村鎮裏集團生活方面的工作要做，那末時間的分配便成了問題。這樣，計工的單位決不能再像從前般拿天亮到天黑做標準，一定要再分得更精細些，用「時」做標準。生活上有了時的需要，計時用的鐘表便會取得和農具一樣的重要地位。現在，只有極

少數紳士先生家裏有鐘擺着或掛着。這不是生活活動裏重要的工具，不過是表示富有的一種裝飾品罷了。走不走也不在乎；時間正確不正確，更沒有多大關係。我們幼年時代的生活，城市裏也和鄉村差不多；私塾裏讀書從來不計較什麼鐘點的輸入，國營的鐘表廠，一定要能大量生產；表價非降到三角到五角，決不能解決這問題。製造鐘表是工業；鐘表計時的根據却是科學——物理學和星學。

我記得幼年最早接觸的一部科學書，名叫「格致須知」，幾本小冊子，不過現行小學教科書一般厚，但是天象地質等等，一概全備。教我國文的先生看到我自已閱讀一本光學，他便講了一篇篇墨子裏的說話。我閱看「光學須知」已經有好多不容易明白的地方。聽到他的一篇講說，更使我墮入五里霧中，摸不着一些頭腦。總之，他的意思是，光學早被墨子發現，我們的古書裏早有格致（當時不叫科學，就名格致）。現在好多人仍有這種論調；以為科學並不完全是西洋人所發明（像指南針等，還是他們來學我們的）。這的確是事實。不過，這等態度難免不重又走進固步自封的圈子裏去。誰最早發明，是研究歷史的問題。發明而不改良，不進步，不普遍應用到人生生活裏去，不好像家譜中的顯貴，救不了現在子

孫輩的窮困？我們需要的，是改進我們現在生活的科學。科學的利用和科學的歷史，完全是兩件事。墨子裏的光學，不能代替輸入的照相鏡。手裏拿了外貨的照相鏡，嘴裏講墨子的光學，和我們的生活有什麼效果？自滿容易阻礙進步，穿鑿附會，更近似無聊。破落戶的子孫，不想方法重光門楣，就是日夜不斷地講祖宗的顯貴，沒有絲毫補益。

新進的人，往往說我們科學落伍，這也是事實。科學救國的呼聲，不是近來方起頭。我們幼年時代的「格致須知」可以說已經是在開端。完全移植，有時也會得發生很古怪的流弊。就拿交通方面來說，近代科學在這一方面的供獻，着實不少。但是公路交通一天一天地發展，跟着便是汽車汽油的輸入一天一天地增加。照相無線電，快要成功受過中等以上教育者不可缺少的娛樂品，於是「無線電亡國」，便成了有識者的口號。移植科學並不是壞事；科學的確是救國衛國的重要工具。要是江南製造局能和世界各國同一步調發展，我們的軍火工業，或者早可完全自立。問題的關鍵在乎創造和享用的區別。移植享用的工業製造品，的確可以亡國。移植創造工業製品的科學，恐怕是救國建國的重要條件。歷史上有較遠的先例；幾年來更有很近的榜樣。五年計劃十年計劃中規定了無線電收音機的

製造，決不再要喊無線電亡國的口號。不然，豈但無線電可以亡國，就是照相機，化粧品，自來水筆，連印刷用的紙張，點燈用的火油，都可以亡國。

從前種種，只算昨日死。從今起，我們大家來努力學科學，把科學利用到我們的一切生活，改進我們的一切生活。從書本上學科學，有極大的危險。科學是做的。不動手，只讀文字，我們簡直學不到科學。我記得幼年時，讀了一本「化學須知」什麼風火水土，只覺得五花八門，絲毫弄不出頭緒來。直到自己拿了吹管木炭，用酒精燈的火焰，把三仙丹還元，眼看白亮的水銀結在黑色的木炭上，才明白所謂化學是這麼一回事。這一次給我的印象，此刻永遠不會忘却。後來拿了「化學大成」做根據，用銀角子造爆藥，做硝化甘油，砰砰碰碰，打破玻璃瓶，弄破嘴唇皮，愈來愈起勁。有一次，竟獨自在試驗室裏吸入綠氣，嘗一嘗毒氣的滋味。做，不但是科學的正規，而且可以助長我們學科學的興趣。嘗試未必一定成功；然而不嘗試的科學，決不會有絲毫成就。

實驗是科學的根據，然而科學不就是實驗。實驗的材料，要經過一番整理，才能成功科學中的原理原則。實驗的材料譬如磚瓦木石；科學彷彿是用磚瓦木石建築成功的房屋。因為戰事關係，好多學校遷移到鄉間，有好多實驗室裏的儀器

藥品沒方法搬運，因此實驗發生困難。的確，僻處科學落伍的鄉村裏，要借用一只火油燈爐也不容易。不過日常生活活動裏，依然有科學存在。半原始式的工具未嘗不可以做儀器的代用品。用泡列水塗得很光亮的滑車輪軸，是實驗室裏用的儀器。農家常有石磨，不就是實用的輪軸？井上吊水的木輪，不就是滑車？實驗室裏用幾塊鐵吊在滑車上實驗，現在我們可以用兩吊桶水來代替。酒坊裏用的榨，可以做槓杆的儀器。鄉公所裏的水槍水龍，又是唧筒的標本。雖不全備，只要用心去找，也有好多、有人用一只小馬口鐵罐，竟把土製燒酒，蒸溜成百分之七八十的酒精，這可以說是嘗試成功的一個例子。精密的實驗，當然不是因陋就簡所能成功。在啓蒙階段的學習，並不一定需要定式的儀器。要是初步試驗的重心板，不倒翁，也要向外國去輸入，那末杞憂者或將大聲疾呼「實驗亡國」「科學亡國」等口號了。

五萬噸的主力艦

國際信義失了效力，海軍協定已成廢紙。在海洋上爭霸的所謂列強，各自在進行擴充海軍的實力。原來居二三等地位的想和原來居一等地位的平等，所以要

急速添造戰艦。原來居一等地位的要維持自己的優勢，當然不甘示弱，也竭力把海軍艦隊的力量擴張，務必要超過別國。海軍協定主力艦的限制早已失去了拘束力，四萬五千噸，五萬噸的主力艦，有的已和造艦廠訂定，有的已經開工。

究竟五萬噸的軍艦，是什麼樣的東西？砲火的力量，這裏擱開不談，單就艦體的大小說，已經可以給我們吃一驚呢。船的大小，通例用噸數的多少來表示。噸是英美國用慣的計重的名稱。一噸有二千二百四十英磅。若拿公斤做單位，一噸有一千零十五又十分之六公斤；合市斤是二〇三一·二斤。我們略去零數，單就大數說，一噸當作一千公斤，二千市斤算。換句話說，一噸就是二十担。那末五萬噸，不就是有一百萬担了嗎？新穀登場時，一担穀約值三元；一百萬担就是五萬噸穀，不是值三百萬元嗎？

船的噸數，並不是指船的重；是指船裏能裝的重。假若五萬噸的不是軍艦是運貨的船，那末這船裏可以裝一百萬担，價值三百萬元的穀。若拿這船做積穀的倉，一百萬担的倉，可以稱是特等的大倉了呢！噸數，就是可載的重量。載重的多少，當然和船身的大小有關。這其間究竟有什麼樣的關係？

我們暫且把船身的重量擱開，單就載重論，物理學告訴我們，水有一種力量

，要把水裏或水面上的東西，向上抬起來。這力名叫上壓力，也叫浮力。比水輕的東西，放到水裏，水的浮力會得把牠托到水面上來。比水重的東西，水的浮力，只能使牠在水裏的重量減輕，不能把牠托到水面。浮力的大小，用什麼方法計算？這是很簡便的。東西放到水裏時，奪去了一部份水的地位，把牠排開。東西愈大，排開的水愈多；東西愈小，排開的水愈少。浮力的大小，就看排開水的多少而定。排開的水愈多，浮力愈大；排開的水愈少，浮力愈小，排開一立方英尺的水，浮力約有六十二英磅半；排開一立方市尺的水，浮力有七十四市斤；排開一立方公尺的水，浮力有一千公斤。說也奇怪，一立方英尺的水，重六十二英磅半；一立方市尺的水，重七十四市斤；一立方公尺的水，重一千公斤。所以浮力的多少。就是排開水的多少的重。

我們粗略的計算，拿一噸當作一千公斤，那末要船能載重五萬噸，一定要使水有五萬噸的浮力才行。五萬噸的水，約有五萬立方公尺。就是說，船要能排開五萬立方公尺的水，才可以得到五萬噸的浮力。所以五萬噸的船，至少要有五萬立方公尺那般大。船身的鐵也有重量。假定五萬噸的主力艦，用四千噸的鐵製造，那末船身四千噸和載重五萬噸，共計有五萬四千噸。這樣，艦體至少要有五萬

四千立方公尺。

不行！要是全船只有五萬四千立方公尺，載滿五萬噸的東西後，共計五萬四千噸重，非全體浸到水裏，不能排開五萬四千立方公尺的水，就不能得到五萬四千噸的浮力把船托持。全體浸到水裏，船便不能浮在水的面上。若要船載滿五萬噸時，有四分之一浮在水的面上，那末船的全身，還要加多一萬八千立方公尺。這樣，全船的大小是七萬二千立方公尺，四分之一浮在水的上面，四分之三浸在水裏；浮在水面上的是一萬八千立方公尺，浸在水裏的是五萬四千立方公尺。浸在水裏的部份把水排開；排開的水是五萬四千立方公尺，就有五萬四千噸的浮力把船身和載重托持。當然，沒有載滿五萬噸時，浮在水面上的部份不止一萬八千立方公尺。譬如只載重三萬噸時，連船身共計三萬四千噸，只須排開三萬四千立方公尺的水，便可得到三萬四千噸的浮力。全船大小有七萬二千立方公尺，這時只有三萬四千立方公尺浸在水裏；浮在水面上的有三萬八千立方公尺，就是一半多些浮在水面上。

七萬二千立方公尺的船，究有多少長？多少闊？多少深？這三方面是相互關聯的。長了，可以狹些淺些；闊了，可以短些淺些；深了可以短些狹些。假定船



身形狀像圖，二十四公尺闊，二十公尺深，船側船底的曲勢不計，當作長方形算，船長一百五十公尺，那末三墩連乘，便得七萬二千立方公尺。若用市尺做單位，這般長四十五丈，闊七丈二尺，深六丈。這一大塊的地位裏，可以造六開間，五層樓，十一進。每間闊一丈二尺，前後深二丈，兩進間還有二丈五尺的空處。總計可造房屋三百三十間。一個小家庭，住三間，全體可以容一百十家人家居住。有這樣寬暢的地位，所以主力艦上，儘可裝十八英寸二十英寸口徑的大砲，也不怕侷促。

前面我們假定船身的鐵，重四千噸。鐵每一立方公尺約重七千八百公斤，所以四千噸約有五百零一立方公尺。船長一百五十公尺，闊二十四公尺，深二十公尺，四週面積共有一萬三千二百平方公尺。把五百零一立方公尺的鐵剖開來，可得平均·〇三八公尺，就是三·八公分，約合市尺一寸三分厚的鐵板做船皮。要是鐵板加厚一倍，用鐵便也加重一倍，要有八千噸。這樣載滿五萬噸時，全重共有五萬八千立方公尺，排開的水也要有五萬八千立方公尺，方能得到五萬八千噸的浮力。所以浮在水面上的只有一萬四千立方公尺，不滿全體五分之一。

船的噸數就是排水量，就是水的浮力。這是鼎鼎有名的阿基米特原理。他是

古代希臘的學者。據說，國王叫金匠打了一頂全金的冠，疑心金匠私攙銀或銅，所以叫他檢定。他想了好久，忽然在自己洗澡時身體入水覺得有浮托的力，於是恍然大悟，想出了檢定金冠的方法來。用什麼方法可以檢定呢？我想現在是大家都知道的吧。譬如金冠重九十六兩五錢。把牠吊在水裏稱，只有九十一兩五錢。這就是因為水有五兩的浮力，所以金冠在水裏稱時比原來的重減少五兩，只剩九十一兩五錢。金冠浸在水裏，排開的水，一定和金冠體積相等。同是如許體積，水重五兩，金冠重九十六兩五錢，所以金冠比水重一九·三倍。這就叫比重。

現在我們有書可查，一查便知純金比水重一九·三倍。從前還沒有知道比重時，阿基米特用什麼方法解決？聰明的學者，一定有極省便的方法。只須另外找一塊可靠的純金，稱一稱，譬如五錢七分九釐。把牠吊在水裏稱，一定是五錢四分九釐。水的浮力是三分。這就是金塊所排開水的重。三分除五錢七分九釐，得一九·三，便是純金的比重。這數目和金冠那邊算出來的相同，便可以斷定金冠全是純金，沒有攙和銀或銅。

阿基米特是二千一百五十多年前的人，他發現的原理，現在的海軍競爭中還要應用。科學的價值。多少偉大！多少永久！

海龍王的齊伯林

諸位讀了「五萬噸的主力艦」，覺得有什麼感想？要是有興趣的話，請想想下面的幾個問題：今天村裏捕魚，捉到一條大青魚，拿秤一稱，足足十斤有零。若問這魚在水裏時有多少重，我們怎樣回答？假若在海軍港裏建造一架巨大的天秤，把軍艦吊在水面上稱，軍艦有多少重？諸位若有香煙罐頭，不妨拿來做一個簡單有趣的實驗。把罐放在水裏，便會浮起。拿些沙或泥土，一些一些地放到罐裏，等到牠一半入水一半浮在水面時，拿出水來，用線絡起來，吊在戥子上稱，看有幾兩重？再把牠浸入水中，看有多少重？香煙罐算是軍艦，上面的問題可以用這一個實驗得到答案。同時，魚的問題，也跟了解決。有一隻玻璃缸，重十兩，裏面裝水八兩。買得幾條金魚，共有二兩。缸裏盛水，水裏放魚，一起同稱，當然是二十兩。但是拿魚吊在水裏稱，竟完全沒有重量。那末這二兩的重量，到那裏去了？

假如我是夏得海，蔡狀元要我到海龍王那邊去投送公文，我一定要騎海龍王的齊伯林飛艇。這是一隻構造最巧妙的飛艇。潛水艇雖能躲入水裏，但是密密的

封在裏面，彷彿把艇和人一起裝在氣囊中。只有魚雷和水可以出入；下海以後，到達龍宮，也不得出來。假若要出來，艇上漏水，全體便沉入海底。假若龍宮是在海底，那末我去了以後，便沒有方法回來覆命。潛艇一經沉沒，只能打撈起來修理重造。所以潛艇的作用，只能鬼鬼祟祟在海裏放放暗箭，決負不了蔡狀元向龍王遞文的使命。潛艇的浮沉靠水的出入。排出了水，艇重減到比水的浮力小，便有一部份浮上水面，像一隻船。艇裏裝水，艇重加到和水的浮力差不多，便全部入水，使海面上看不見，

潛艇有些像魚，飛艇也像魚。不但是形狀像，科學上的原理都是同的。魚的氣囊比飛艇高明得多。裝在肚子裏，各自有一個，多少逍遙自在！飛艇是輕的氣囊和重的艇分作兩起的；輕的在上，重的吊在下面，多少呆笨！兩者一脫離，重的墮落得粉碎，輕的漂浮到九霄雲外。氣囊外面少保護，一破碎，艇身又要落地。魚肚裏的氣囊，保護得周密，破碎漏氣的機會要少得多。我們果然聰明，到現在為止，無論潛艇和飛艇，構造都不及魚的精巧。天然的魚，生成這樣精巧的構造，在神權主義者看來，或將說「上帝自有道理」。但是科學者却別有進化學說來代替；另有充足的學理。公說公有理，婆說婆有理。據我看來，學理根據事實

；「自有道理」，不過是說不出理時的一種強詞奪理。

我這樣讚美海龍王的齊伯林，科學家一定要罵我偏心；或者說我長水族的气概，滅人類的威風。的確，我們的飛艇，氣囊決不能像魚一樣，裝在艇的肚子裏。最大的原因是空氣的浮力，只有水的一千份之一多一些。魚的氣囊用氣，一立方寸的氣囊，可以得到差不多和氣囊體積一千倍光景的浮力。飛艇氣囊裏的東西，若是也比空氣輕到一千倍，那末小小的一個氣囊，艇肚裏一定也裝得下去。魚的氣囊中裝空氣，利用的却是水的浮力。飛艇的氣囊用比空氣輕不到一千倍的气，利用的仍是空氣的浮力。兩者的差別，在此。

空氣浮力有多少？比水小得多咧。在平常狀況下，空氣每立方公尺不過重一又小數二四七公斤，所以牠的浮力，每立方公尺不過一·二四七公斤罷了。飛艇的氣囊裏裝的是輕氣。輕氣每立方公尺重·〇八六公斤。空氣浮力每立方公尺比輕氣大一·一六一公斤。假若一個氣球的氣囊和下面吊的東西共是二十公斤，那末氣囊的大小，非十七又十分之二立方公尺不可。假若一架飛艇的氣囊，骨架，連艇身，艇裏的機器人物等等共重一千公斤，那末氣囊的大小，一定要八百六十四立方公尺才能浮起。一立方公尺就是二十七立方市尺，輕氣每立方市尺比空氣的

浮力，只少。〇四三公斤，就是。〇八六市斤，就是一兩三錢七分六釐。一斤重的魚，要是牠的氣囊裏也裝了輕氣，想在空氣裏來游，氣囊要十一又十分之六立方市尺。這氣囊的大小，比魚身大了好多倍。四兩重的一條小鯽魚，若要在空氣中游，牠的氣囊裏裝輕氣，體積也差不多要三立方市尺。一尺見方，三尺長的長方形氣囊，決不能裝在四兩重小鯽魚的肚裏。牠還有什麼別的方法？也只能把氣囊裝在背上。這樣，一個氣囊下吊了一條小魚，正和我們的飛艇一樣的呆笨。魚的構造雖巧，只因爲牠只要在水裏行動。牠上了陸，已經不能走，何況還要想在空氣中游？這樣說來，我們又勝過魚了。我們生成的身體只能在地上走，但是我們也會得利用科學，想方法到水裏去和魚比賽，到天空中和鳥爭勝。我們身體上不便裝氣囊，我們會得造比身體大上好多倍的飛艇，許多人集合起來同游。這是我們的聰明；利用科學，控制自然，補救自己身體構造上的缺點。

平常時空氣每一立方公尺既有一。二四七公斤的浮力，那末各種東西的重，也要每立方公尺減輕一。二四七公斤。一立方公尺的鐵重七千八百公斤，減少一。二四七公斤，所差不過十萬分之十六。就是很輕的軟木，每立方公尺二百五十公斤，也不過減輕萬分之四十一。平常在空氣中稱得的重常比實在的重略小。但

是所差很微，所以大家便不計較了。

輕氣雖輕，用來裝飛艇的氣囊却有一種極大的危險。輕氣和空氣混在一處時，若是逢到熱或雷電，便會得爆炸起來。記得我初當化學教員的第一年，化了好多時間準備試驗輕氣給學生看。先一天的夜裏，自己預試一回。偶因性急，沒有到瓶裏空氣完全出盡的時候，想在塞上的細玻璃管端點火，轟的一聲，連屋裏的火油燈也被震熄滅。驚動了隣居，大家還以為我在弄什麼炸藥。點燈檢看，桌子上的玻璃器都爆破，自己衣服上濺着不少淡硫酸滴。正在收拾洗滌，有人指點我，說我臉上流血，原來玻璃屑彈破了臉皮，自己還沒有覺察。天空不免常有雷電。只要氣囊裏稍微漏些輕氣出來和外面的空氣混在一處，碰到雷電，氣囊便爆炸起來。最好是用氫氣。也比空氣輕，但是不會得爆炸。可惜這種氣存在很少；只有美國有天產的氣可以利用來製造氫氣。他們奇貨可居，禁止出口，不過氫氣比輕氣重一倍，每立方公尺重一·七二公斤，比空氣的浮力小一·〇七五公斤。這數目比用輕氣時的一·一六一比，大約是百分之九十二。所以用氫氣時，氣囊要比用輕氣時大十分之一光景。

危險性可以用氫氣來解決。找不到更輕的氣裝氣囊，終究免不了——個呆笨。

我們的聰明是沒有止境的。異軍突起，不要那呆笨的氣囊，根本不用什麼氣囊。另想別法，把比空氣重上幾千倍的東西也飛將起來。空氣的浮力太小，我們用方法使牠增大起來，這是大鵬金翅鳥的啓示。

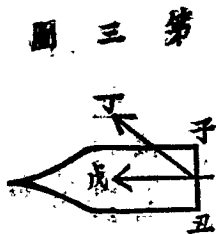
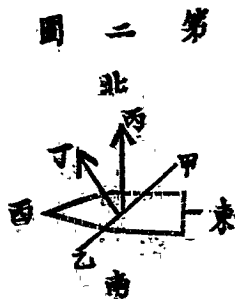
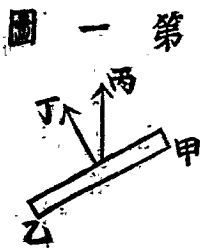
從帆船說到飛機

找不到比空氣輕千倍的東西，呆笨的氣囊，終究呆笨。空氣的浮力比冰小，只有另想別法，使浮力增加起來。大鵬國裏，早已把這個困難解決。鳥的身體，比空氣重；但是只要鼓動二翼，自然而然地飛上天空。鳥的骨頭裏雖有氣窩，但是只不過把重量減得小些，並不像魚一般有特殊的氣囊。只要把兩翼向下擊動，空氣的浮托功能，便會得增大起來。到浮托的力和鳥重相等時，牠們便翱翔空際，不再墜落。兩翼長大的鳶，動翼二三次，可以乘風浮空，暫時不再把兩翼下擊。兩翼較小的鴉鵲，擊得勤些。兩翼短小的麻雀，飛時頻頻下擊，不能稍停。翼面的大小，和空氣浮力的大小有密切的關係。翼長大的，空氣的浮托力容易增加；翼短小的，增加較少。鼓動得快的，空氣的浮托力容易增加；較慢的，增加無多。所以大翼的鳶，鼓動少些；短翼的雀，不能稍停。

無論什麼比空氣重的東西，只要遵照大鵬國的教訓，裝起能鼓動的二翼來，一定能飛上天空。我們的飛機，也是從大鵬國裏學來的。不過要飛機的兩翼頻頻鼓動，却是一件難事。所以我們另找出路；只學二翼不動時的鳶，不學頻頻動翼的雀。這出路是向風伯那裏去乞援的。鳶不動翼，要乘風。絕對無風時，空氣的浮托力不能增加，當然只好墜落。換句話說，就是把橫裏吹來的風力，改作向上的浮托力。兩翼下擊，實在也是鼓風。不過這風是向上或向斜上吹的。向上或向斜上的風，是一種直接的浮托力。使橫裏吹來的風，改成向上或斜上，是一種間接的浮托力。就是說原來風力，只能把東西吹向橫裏；我們利用斜裝的二翼，使橫吹的風力，也改向上或斜上。

這裏有兩個問題：一、是用什麼方法使風力的方向改變。二、是用什麼方法得到一定大小的風力。第一個問題，我們可以到江海邊上去學習；就是遵照江海裏帆船的教訓。順風駛帆，風向和船向一致。這和風力改向問題無關。風力若正對船行方向吹來，便成頂頭風，我們沒有方法可以利用。橫裏來風，我們駛起帆來，可以使船仍向前進，這便是一個使風力改向最古老亦最巧妙的方法。凡是力的方向不和受力的面成功垂直時，力的大小要打個折扣，比原來小。但這方向却

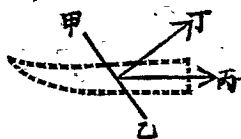
改成和受方面垂直。譬如第一圖，甲乙是受方面，丙是斜向拉甲乙的力，結果決的方向改成了。橫風駛帆，就是這一個原理的利用。如第二圖，船要向南，風從



南來，帆正對西北，甲乙是帆，受方面所受南風的力，拉向北如丙；結果改成向西北如丁。這是風力對於帆的作用。但是帆在船上，帆所得的力，傳到船尾，對於船尾，仍不成功垂直方向。第三圖，為閱看清楚起見，把帆省略。帆力丁，對於船尾子丑是斜向的；所以結果又改成戊。戊和船尾成垂直，所以使船向前。風力或偏西南，只要調節帆的方向，總可得到第三圖戊向的力，使船前進。

第一、二兩圖我們是從上向下看的；第四第五圖，我們從側裏看去。如第四

圖 四 第



圖假定在船的兩側，各裝一斜向的帆甲乙，那末風從船頭迎面吹來時，風力丙對於受方面甲乙是斜向的，所以結果改成丁。風若很大，帆將斜向上飛。因為帆在船上，所以帆受得的力，轉遞給船。如第五圖，省去船側的帆，船的受方面是子

圖 五 第



丑，帆傳來的力丁對於船是斜向，所以結果又改成戊的方向。只要風力很大，兩次改向打了折扣，還得和船重相等，那末船帶了帆，便向上浮起。飛機上的翼作用等於帆，飛機等於船。同一原理，從帆船移到飛機，我們第一個問題便得到一個解決。大家不要看輕帆船，說牠是時代的落伍者；牠實在是飛機的老祖宗呢！

我們的第二個問題是要得到一種迎面吹來，又大又穩的風力。這並不難，汽船後面，原來有一個扇冰向後的葉子，學名叫做推進機。現在把牠拆下來，裝到飛機的前面，那末葉子轉動時便產生一種又大又穩的風力。譬如飛機全重七千斤

，推進機轉動所生的風力有一萬四千斤。斜向翼面吹，假定打一個七折，翼子受到的，改成第四個方向時，約有一萬斤。這力對於機身還是斜向，假使改成第五個度時，約得七千斤。恰和機重相等。這樣，迎而的風力，改向變成上托的浮力，飛機可以淨空不墜。推進機的風力如超過一萬四千斤，那末多餘的力，可以使飛機在空中行動。

我們在船裏，沒有方法用力到船前去拉，或者到船後去推。我們用槳棹推進機把水趕向後，承受對我們趕的力，牠有一種反抗的力回擊船尾，於是船向前進。在空氣裏也是這樣。我們沒方法在飛機飛艇外用力推拉，我們唯一的方法，只有用推進機趕空氣向後。空氣受到趕力，一定不甘屈服，有反抗的力來打擊飛機飛艇。好！我們正要牠來回擊。牠回擊，就是在飛機飛艇外幫我們推動前進。大鵬國裏的飛機，也是不斷的用翼打空氣，使牠的反抗力把鳥浮起。要是水和空氣，抱着不抵抗主義，我們打牠，牠絕對不加抵抗，那末我們無法行船，無法駕駛飛機。我們研究科學，識得水和空氣的脾氣。我們打牠們，請牠們幫忙。牠們很忠直，愈打的厲害，幫助我們的力也愈大。牠們被我們利用，服服貼貼被我們征服。

火柴和花爆

舊曆新年，大家都放花爆，這是一種玩弄火的遊戲。火的用途有好多，家常日用，火的功勞很大。逢場作戲，花爆是一位湊熱鬧的重要角色。到了緊急關頭，軍用上用的火，又成功了解決生死存亡的關鍵。有人說，發明火，是人類離開動物生活的第一步。這話確有意思。我說利用火的程度，又可作為我們進步的一個標準。

取火的方法，最原始的是鑽木。這方法是太笨拙，早已淘汰不用。火力火石雖巧妙，但是又被近代的火柴逐走。火柴取火，又輕便，又確實可靠；這是火刀火石所不能比的。火柴的成功，大家都說是近代的化學。自從發見了容易自己燃燒的磷，才有製造火柴的方法出現。提到磷，我又想起幼時初讀「化學須知」時的笑話，因為沒有實物看到，所以我不明白磷是什麼。拿去請教我的國文教師；他毫不猶豫地告訴我：「磷就是鬼火。」那時已經通行火柴，書裏也說到燐做火柴的方法。「鬼火可以做火柴？」這是我當時最煩悶的疑問。

黃磷火柴，不但製造時工人容易受毒；平常也時時聽到有吃火柴自殺的慘事

用紅燐代黃燐，一切危險都沒有了。現在，只有紅燐可以製火柴；黃燐是絕對禁用的。我們幼時，差不多全是黃燐火柴。上海的榮昌、慶昌是二家規模較大的製造廠。姜太公渭水釣魚牌是鼎鼎有名的老牌火柴，不過一到黃燐季節，燒完火柴匣，還不一定能取得一火，頑固的人拿了這一個弱點攻擊火柴，最有趣的是他們的比較觀。他們說，火刀、火石浸在水裏，拿出來只須用布拭乾，立即可以取火。愛用火柴的人，却另有方法解決這受潮的問題。有人拿火柴藏在內衣袋裏，用時的難好了許多。但是有一位老太太，却因為黃燐在衣袋裏自己發火燒起來，幾乎把他灼傷。

製火柴的藥方，普通化學書裏，都有得記載，這不是秘方。照方試製，什麼人都可以成功，並沒有絲毫困難。從前有一所小學裏，教師指導學生，分組自己做火柴，藥粉須先研細，然後再做成糊狀。研時各藥一定要分開了研，這是大家知道的。那位教師事前也三翻四覆的囑學生注意。有一組的學生，不知為什麼原因，違背了教師的指示，幾種合研，立刻燒將起來。火炎上升，一位學生的頭髮眉毛都燒焦了。研和捻，作用是相似的，這些些的熱，足夠使燐發火。火柴的巧妙處，就在這一點。大量的藥品合研，好像大人國裏的大火柴？這大火柴燒起

柴，當然可以燒去附近的毛髮。

製造火柴的藥方上說，匣側塗的是紅磷，硫化銻。我們很容易明白，這是摩擦發火的主要藥品。木梗上塗的是硫黃，綠酸鉀，二養化錳等。這是試驗養氣時常用到的藥品。火柴梗上，難道也要試驗養氣嗎？的確！這推想是不錯的。摩擦發火是磷的責任。維持燃燒，牠不負責。從一小點的磷發火要直接使木梗燒着是不可能的。燒時最重要的是供給養氣。綠酸鉀，二養化錳是製造養氣的原料。火柴梗頭上的一粒，不要小看了牠，也是一個製取養氣的裝置呢。牠要的熱，就是摩擦時一點磷燒的熱。這裏製造的一些養氣，先把硫黃燃燒起來。後來熱度高了，磷就大了，蔓延到木梗的本身。木梗便跟着燒了。我的說明很簡單，但是讀者有時沒空要化幾秒鐘的時間。火柴的工作，着實要快啊。擦磷發火，製養氣以硫黃燒得差不多時，同時只有木梗的燒。我們可看得見，比較在稍後，木梗土和匣側塗的藥品要互相交換。結果怎樣？我的推想是木梗依然以同樣燒了起來。讀者贊同嗎？這話嗎？火柴是很平凡的，絲毫算不得名貴。但是製造火柴的方法，也經過了不少的研究改革。才有今日。決不是一試就成功的。現經的灰柴，未必盡善盡美。黃梅季節裏受翻的問題，仍舊存在。我想將來一定能精

裏的裏面做捲卷，從水裏擡出來，一壓便能取火。這不是幻想，只要我們努力科學，科學就能實現。

、游戲用的火，火柴最重要。因為牠是取火的來源。游戲用的火，當然要推花爆。烟火藥的製造方法各各不同，然而用的原料，却逃不出火藥。合成火藥的，最主要的材料是木炭、硫黃、硝石。這都是很平常的藥材，大家都知道的。

游戲用的火，不必自己發火，外用引火的藥線，所以不必有發火的藥線裏面。發火直接燃點，不必自己發火，所以藥線裏也不必用發火的藥。也是燒的。發火時也要養氣。那藥線酸鉀、二養化錳是本可少的了；爲什麼不請牠們二位帶補石先生。在火藥裏的工作，正和綠酸鉀、二養化錳兩位在火柴梗上相似。硫黃木炭在火藥中碰不到外面的空氣，發火時需要的養氣，當然只能在火藥本身中取給。成藥裏的三酸藥品，硫黃木炭是燒的，硝石是供給養氣的。硝石供給了養氣，發火時又產生了淡氣。木炭燒後成灰的是二養化炭。淡氣是氣，二養化炭也是氣。花爆中少許火藥，沒有燒時，不過這些些粉末。一燒起來，忽然產生淡氣，二養化炭。氣變成燒時發熱，再膨脹起來，變成功體積大了好多。膨脹或氣脹的力，超過了花爆外面紙包紮的力，突圍而出，砰！碰！劈！拍！

便熱鬧起來。

綠酸錒，二氯化錒，一樣地能製造養氣，但是不會得產生淡氣。沒有多量的氣，所以不發生爆炸作用。要是我們把火柴梗頭上供給養氣的藥品，和花爆中供給養氣的藥品，互相調換，那末花爆啞然，火柴要劈拍了！所以，同是供給養氣的藥品，各種的用途各不同。要達到爆炸的目的，一定要能燒成多量的氣，使膨脹起來。膨脹才能破壞，破壞才能有熱鬧的聲音。軍火的功用也在破壞，所以軍火都是爆炸物。這話太長，以後再說。

說花爆種類雖多，概括起來不外三大類。一是鑿聲音的，像鑿響，百子等，完全是爆炸作用。二是花筒，不使火藥的力把筒壳破壞，叫多量的熱氣，帶了燒紅的鐵粉，從一個細孔中沖出。我們看了鐵粉的火星，沖成梅蘭竹菊的花樣取樂。三是欣賞動作的，像九龍取水，流星，金蟄釣魚，太極圖等。

讀者要是高興把學過的力學溫習一遍，第三類的花爆，給我好多資料。九龍，流星的動作，全靠牠們的尾，這尾，是箭上帶有的。在空中作遠距離的運動，沒有尾便東碰西撞，方向不能正確。尾是使物體一直向前最重要的裝置。四面空氣的壓力，壓迫了尾，使牠不容易改變方向。因此物體便能直進。尾，實在和船

或飛機上的舵差不多。舵能動，所以能使船或飛機改向。尾不能動，所以物體直進。要是船或飛機的舵裝呆定了，牠們也好像箭，九龍，流星一樣，只向一個方向前進。紙箭是大家會得玩的。摺了一個尾，便一直向前飛了。

太極圖是中央穿了線放的。火藥的膨脹力要向包圍力最小的一端飛去。因為中心有線穿牢，所以這飛去的力，便成功一種離心力，線的拉力，就是向心力。兩力平衡，便成功圓運動。

金魚釣魚是不穿線放的；另外有一竹片，和本身成十字形。放時兩頭同時着火，各各要向包圍力最小的一端飛去。兩端的力一樣大，並行而且方向相反。這樣的力便使牠旋轉起來，愈轉愈急，離心力愈大。但是轉動的物體，轉是不會得側倒的。所以牠只有沿着軸的方向，向上將起來。

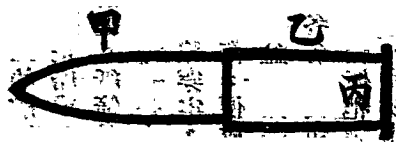
花爆雖是玩意兒，一方面有化學的作用，一方面有不少力學的原理。遊戲不應將學科學是隨時隨地有的；愛科學的人，俯拾即是。科學近在咫尺，不要失之交臂。

軍事用的火

乙交軍事的目的在破壞。軍器的破壞作用，差不多全靠火的力。所以軍器的總稱，叫做軍火。棉花爆藥用的火藥，從前也用在槍砲的子彈裏。一來，因為牠燒得太慢，力量不強。二來，因為燒過以後有濃黑的煙，討厭的灰渣。自從棉花火藥發明

以後，老式的黑色火藥，大家都棄置不用。棉花火藥只有輕微的白煙，沒有灰渣，並且燒得快，力量大。黑煙就是沒有燒完的細炭末，這不但給敵方做清楚的目標，在自己陣地，也張起一重烏黑的幕帳，可以阻礙視線。

槍砲的子彈實在不過是一個箭頭或一只鏢罷了。箭的發射是靠弓上弦的彈力；子彈的發射是靠火藥的脹力。如圖，甲是彈頭，就是箭頭或鏢。乙是藥筒，裏面裝滿火藥。這藥筒可以當作是弓上的弦。拿子彈裝在槍砲管裏，後面有機抵住，四周盡是銅牆鐵壁，只有管口一端空着。火藥燒起來時，變成好多的氣。氣膨脹起來，有很大的力把彈頭甲向前推動。氣膨脹得



很快，推動的力量很大，彈頭出管口時，空氣激烈的振動，砰！彭！等聲音，便傳到我們的耳朵裏來了。

推動的力大，所以彈頭在空中飛行得很快。遇到人體物體的阻礙，這動力便變成破壞的力，使人體受傷，物體破裂。槍子是很輕的，沒有幾兩重。我們拿在手裏去打人，決不會使人皮開肉爛。砲子雖重，若是我們拿上手裏去打物，恐怕要打坍一座牆也不是容易的事。從槍砲中發射出來的子彈却不同了。飛行很快，力量很大。人畜碰到，非死便傷；房屋遇到，牆坍壁倒。因為沒有大力，決不會很快的飛。所以凡是進行很快的物體，一定有很大的力；我們碰到，便要受到這大力的破壞。

彈筒中的火藥，不會得自己發火，所以筒底裏面，如圖中的丙處，要塗些引火藥。引火藥彷彿是火柴。火柴是靠摩擦，子彈引火是靠槍砲上機的打擊。打擊處在筒底外面。這一打擊可以生熱，筒底是銅做的，外面受打生熱，立即傳到裏面引火藥上。引火藥並不多，受熱燃燒，却能生好多的熱。這熱便使全筒火藥在短時間內，很快的燒。

引火藥和火藥的性質不同。火藥要燒得很快，燒成功好多氣。引火藥要能由

少許的熱便燒；燒時產生很多的熱。火藥，平常用的是棉花火藥；引火藥是雷汞。這等都是用硝酸做的；都和黑火藥裏的硝石是同族兄弟。硝酸，俗名硝強水，會得使皮膚爛破。硝石，硝酸，棉花火藥，雷銀，雷汞，形狀不同，性質各別。但是大家都含有硝的基。這硝基就是組成我們空氣中的兩種主要東西，養氣和淡氣合成的。棉花火藥是棉花的纖維和硝基合成的；所以叫做硝基纖維。雷汞可以叫硝基汞；雷銀可以叫硝基銀。

說也奇怪，在空氣裏養氣和淡氣是各不相謀。養氣很頑皮，喜歡到處和別人家開玩笑。東惹西惹，老是鬧得人家發火。淡氣却安分淡泊，用冷靜的態度，處處在調和養氣的烈性。牠們兩位，相處雖是很久，但是從不結合；並且好像有些不高興結合的樣子。要是牠們喜歡結合的話，那末空氣早不存在，處處都是硝基合成的東西了。礦石裏的硝石，是養氣淡氣和一種金屬結合成的。

在空氣裏的養氣和淡氣自己不會結合。用科學方法，造成硝基和別物結合以後，却成功了我們的軍火。硝基和別物的結合，有一個通性，就是容易燃燒。燃燒時，硝基裏的養氣和淡氣分家；養氣仍去惹人家發火，淡氣仍還牠本來面目，淡泊的氣。軍火科學家勉強把一位獨身主義的淡姑娘和一位頑皮的養先生結婚。

牠們的本性實在大不相同，所以儘管生了子女，棉花火藥，硝石，雷汞，雷銀，一遇熱，牠們二位立即要鬧離婚。並且一言即決，離時養氣先生還要大發脾氣，大鬧一陣子，然後散場。

說彈頭像箭頭或鏢，那麼有頭無尾，在空氣中急速飛行時，不怕改變方向的嗎？上次說過，要向一直線進行，尾是不可少的。子彈射以沒有尾，子彈上裝尾是很不便的。沒有尾，的確容易向四處亂射。科學家另用別法來解決這問題。上次也說過，物體旋轉時軸的方向上飛，不會得向四方亂動。我們使彈頭也像金盆釣魚般旋轉，不是可以防牠亂射嗎？用什麼方法使牠旋轉？這很容易解決的。只須槍炮管內壁做成螺絲形，那麼彈頭在離管前沿着螺絲形走，便成旋轉了。

彈藥的作用是發射，就是把彈頭推向前進。炸彈爆炸的目的却在向各方爆炸。所以炸藥的性質，應當和彈藥不同。彈藥的燃燒，我們固然要牠快，愈快，力量愈大。但是應當有一限度。要是快到來不及等彈頭向前飛出，氣的眼力已經超過了槍炮管的抵抗，那麼炮炸裂，發射者自己反而受害。炸藥的燃燒愈快愈好，不必有什麼限制。快到極點，可以把彈殼破壞；這破壞力傳到人物，爆炸的

目的才能達到。

炸藥燃燒，有的要比彈藥快到幾千倍。例如一斤黑火藥，可以在二十分之一秒內燒完；有的炸藥一斤，只須十萬分之一秒便可燒完。兩者的比，不是五千比一嗎？要燒得這樣快，仍舊要用硝基製的東西。冬天裏潤皮膚的香蜜，是用甘油做的。甘油和硝基結合，是一種強烈的炸藥。形狀有些像牛乳。一粒莢豆般大的硝基甘油，浸在水裏，因為玻璃箸的摩擦，爆炸起來竟把一桌子的玻璃試驗器具打得粉碎。這是我親自經歷過的。消毒用的石炭酸和硝基結合成的則是黃色粉末的苦酸，也是一種炸藥。類似的，還有好多種，各種的性質微有不同。炸彈裏用的，常常是幾種合成的。雷汞雷銀，也是一種炸藥。炸藥都可以作用引火藥。別的結合，極不牢固。一遇熱，便要分離。分離時養氣燒起來，淡氣還到原來的形狀；因此產好多的氣。氣膨脹起來，便發生發射力或爆炸力。燒得稍慢的，宜發射；燒得最快的，宜爆炸或引火。燒得較慢的，破壞力小，危險性少，做花爆供我們遊戲。

燃燒彈的作用又和炸彈不同，目的是在引火。主要作用在維持較長時期的熱

，使火蔓延；養氣的供給，可以不成問題。現在用的大多是鋁粉和養化鐵，鋁就是我們用來做器具的很輕的金屬，俗名叫做鋼精。養化鐵和鐵銹差不多。牠們本身不會得發火，發火仍用炸彈常用的引火藥，係雷汞雷銀等。牠們燒時有很多的熱，這熱傳到物體房屋上，便燃燒起來。有的燃燒彈裏，還有各種容易燒的東西，像綠酸鉀，石臘，棉花，凝固的火油，硫黃等等。

水

打開曆本一看，一年二十四個節氣，立春以後是雨水，清明以後是穀雨；春節裏有兩個節氣是關於雨的。春天的雨水，和我們的農事是有極大的關係。種稻的南方，尤其需要兩次充足的水。春季沒有水不能下種；夏季沒有水不能成長。都市裏的人討厭雨水，因為出門不便。鄉村裏的人早在等待雨水；春雨不來，不能下田工作。

田裏的水若完全等天上落下來，是不可靠的。雖說一年四季的氣候循環往復，但是落雨的日期，雨水的多少，却年年變化，不能恒久一律。把水儲蓄起來，可以隨時取用。河流多的地方，河道便是自然的水池，距河流遠的地方，只有用

井或塘蓄水。河井塘等實在兼有積極消極兩種功用。積極的蓄水，供田裏的需要。消極的是排水，做田裏過剩水的尾閘。合積極消極兩方面說，河井塘實在是一種調節水量的重要機關，冬天的雪水，春天的雨水，田裏不需時，可以積在河井塘裏。田裏雨水要是過多，我們可以用方法把水從田裏運到河井塘裏，若逢田裏須水，天上不落雨的時候，我們又可用方法把水從河井塘裏運到田裏。

運水是種田時重要工作的一種。田的地位，常常比河井塘高，所以排去田裏過剩的水，問題比較簡單。要從比田低的河井塘裏把水運上來，方法比較複雜。近山地方的田，高高低低，各處都有；調節水量的塘，也是高高低低，各處都有。要是佈置得法，田裏須水時，從高處的塘裏放進來；田裏多水時，向低處的塘裏放出去。這樣，利用水向下流的本性，不必化多少力量，田裏的水可以調節得很合宜。在平地上，不能這樣利用，所以運水便成了很繁重的工作。

水車是各地方通行的運水機械。有的用手搖，有的用腳踏，這是用人力發動的；此外也有用牛力運轉的。太湖流域有好多鄉村裏近年來推行「幫浦」，大多用火油引擎發動。有好多村莊有合作制度來置備這省力省時的新利器。這新利器，很受農人歡迎，推廣得很快。

水

新利器實在是一種最古老的機械。就應用到農事上說，的確是新近的事。大家都知道的罷，瓦特的蒸器機，最早就是應用在運水的幫浦。幫浦是俗名；科學書裏叫做唧筒。自流井上汲水用的手搖的抽水機，救火用的水槍水龍，機器工廠裏取水的幫浦都是唧筒。應用的方面各不同，發動的力各不同，科學上的原理却沒有什麼兩樣。

水連續一體不容易分開。唧筒是一個密閉不易洩漏的器，有出入的二門。利不用不洩漏而能自由進出的活塞，使筒裏的空間或大或小。活塞進入筒裏，筒中空闊縮小；原在筒裏的水，推門而出。活塞從筒裏拉出時，筒中空闊放大，連通筒下的水，推門而入。實在就是先使筒下的水運到筒裏，再從筒中運到外面。因為各門的方向，只向一面開，所以一經從筒下昇進了筒，便不再退下；一經從筒裏流出外面，便不再退回筒裏。

筒下的水，為什麼會得上昇？這是因為水面上有空氣壓力的緣故。地球上無論什麼東西，都在空氣裏，所以包圍地球百里高的空氣，對於地上一切物體都有壓力。每一平方公分大的面積上，受到空氣的壓力，約有一公斤多。我們身體的面積，有多少平方公分？共受多少壓力？我的手掌約有十一平方公分，掌上受到

空氣的壓力，有十一公斤，但是我一些也不覺得重。這是因為手掌手背，連同四個都受到同樣大的壓力，均衡相抵，所以不覺得重。要是把我們身體裏的氣，抽淨了，即使四周壓力相等，也要把人身壓縮成功一團糟！可不是嗎？我們偶患重傷風，耳朵內通到嘴裏的管閉塞住了，耳膜內外的壓力不均，我們便感覺得非常難過。

關於空氣壓力的話很多，詳細以後再說。幫浦裏沒有空氣，外面空氣的壓力壓到活塞外面，活塞有柄支持，所以壓力達不到筒中水面。但是連通筒下的水，不論是河是井是塘，水面都露出空中，每一平方公分有一公斤的壓力。這力足夠把水壓上唧筒中去，到十公尺多高。若在河井塘外裝一密閉的罩，把水面空氣抽盡，那麼幫浦雖動，水決不再會上昇。水上昇，是利用空氣的壓力。

為什麼空氣的壓力，可以使水昇到十公尺高？水每一立方公分，重一克。一克就是千分之一公斤。空氣壓力，每平方公分是一公斤，就是一千克，不就是等於一千立方公分水的重嗎？一公分的面積，不是要一千公分高，才能有一千立方公分嗎？一公尺是一百公分；那麼一千公分，就是十公尺高。實際上唧筒不免洩漏，所以不過八折九扣。要用唧筒把河水運到九公尺以上高處，不用別法是不可

能。別法也並不困難，就是筒中的水，不使牠自由流出，用人力或機力把活塞下壓使水向外射出。這樣，加了人力機力，儘可把水壓高到二十公尺三十公尺；就是要到一百公尺也不是難事，只須加強活塞的壓力就行。水槍水龍，都是用活塞壓水向外射出的。

井上的幫浦，不加另外壓力，有時也能把比十公尺更深的水抽上。有好多新式的自流井，開到十二公尺十六公尺深，才得到清潔的水。自流井得水地點，雖在十二公尺或十六公尺以下。但是井底一通，水即上流。所以井水面和幫浦的距離，往往仍不過三五公尺或六七公尺。上面所說九公尺的限度，要從水面算起，水底的深不論多少都是一樣的。因為空氣的壓力，是加在水面的。

水性向下流，是大家知道的。井底水向上流，不是反常了嗎？城市裏的自來水，也會得從地下管子裏流到三層樓上，我們並不要用幫浦。水性向下流這一句話，或者可以改作『水性要面平』。這樣，井泉和自來水向上流的理由，便可以說得通了。井底雖深，但是水源却在高處，所以一經鑿通，水性要面平，便昇上來了。我們看了井水回的深，可以推想到水源的高。例如井底深十五尺，井水面却只深七公尺，我們可以推想，水源在地下七公尺處。城市裏樓房若比自來水的

水源高，水便流不到。要流到，須另用壓力。用了壓力，四五十層的高樓上，也可以得水。

水性爲什麼要而平？因爲水自己的壓力。高處壓力大，低處壓力小。壓力大處向壓力小處流，到雙方壓力相等才靜止。壓力相等，高低便一樣。向下流是要從高處向低處，要而平。「向上流」，只不過就井底和井面的一側看。若就水源和井一起看，水源高，井低；流到井面和水源同高才靜止。自來水也如此。單就地下水管和樓房說，水管比樓房低。若就水源和樓房一起看，水源比樓房高，所以水向樓房流。研究科學要看得遠大，單看一側面，往往要弄錯。看得遠大，才能把各式各樣的事物尋出關係來。尋出統一的關係，便是科學的使命。

水和生物

田裏沒有水，稻不能下種，田裏水不足，稻不會成長。不但是稻，一切植物要發生，要成長，都缺不了水。所不同的，不過是需要水的份量有多少罷了。就是耐旱的仙人掌，雖不必像稻一樣的要種在水裏，雨水少的沙的土中也能生活；但是絕對沒有水的沙漠裏，却什麼植物都不能生存。不但植物，動物也不能離了水生活。我們不呼吸空氣是不久便要死的。我們斷絕食物，還可以維持幾天的生

命；只要喝相當的水，要是絕食連了絕飲，不久便要死亡。所以，我們可以說，水和生物的關係，和日光空氣有同等的重要性。

我們先看種子的發生。例如上年晒乾的穀或大豆，種子裏的水，差不多被日光晒乾。沒有水的種子，保存時非常方便，就是不會得變化，不會得發黴，不會得在不必要時發無謂的芽。這種保存方法，名叫「乾藏法」。秋冬季收穫的水菓，也可以用乾藏法保存過年。到次年春季拿出來吃，決不會得黴爛。用日光晒乾的，不會得再恢復原狀。所以秋天收的葡萄，春天只能吃葡萄乾。要是另用別法，乾藏以後，再想方法在應用時重行加水，使水菓恢復原狀，那末一年四季，水菓可以不斷；「時鮮」這一句話，便被科學打倒了。例如冬季收的橘子，保存時是橘子乾。到明年夏天吃時，水份還原，依然和新鮮橘子一樣。這樣，不是沒有什麼時鮮不時鮮了嗎？

多年乾藏的豆，得到水，仍舊會得萌發。別的種子，也是這樣。乾藏的種子，彷彿在那裏休眠，和動物的冬眠差不多。沒有水給牠，牠還是睡着不醒。給了牠水，只要溫度適宜，牠便動了。爲什麼水能使牠動呢？我們都知道動物和植物都是由無數細胞集合成的。一個單獨的個體，實在是無數細胞的集體。最下等的

動植物，只不過一個細胞。高等的動植物，無數的細胞分化成功各式各樣的形狀，分任個體中各方面的動作。各種動作的集體，便是生物的生命。休眠的種子，細胞不動作。種子萌發，便是動作的開始。從此生根，抽莖，着葉，開化，結果，各式各樣的動作集合起來，繼續演出，便成功植物的全生活。細胞裏有液汁，乾燥時，細胞動作難，得到了水，細胞動作容易。這理由是很明顯的。

種子萌發，個體便開始生長。初時還沒有根和葉，不會得向外界去吸取食物。種子裏常儲藏相當的養料。乾燥的種子，養料也乾涸變硬。又乾又硬的養料，固着不得流動。有了水，又乾又硬的養料變得柔軟，漸漸的溶化在水裏。水是流動的，萌發的細胞便容易吸取溶在水裏的養料。得到了養料，細胞便能得生長，繁殖。這理由也是當然的。這兩方面，不可缺一。要是水只能使萌發的細胞活動，不能溶化儲藏的養料供給牠，牠雖動，也不會得生長。反過來，要是水只能溶化儲藏的養料，不能使細胞活動，那末溶化了的養料依然是水裏的養料，不會得變一株嫩綠的植物。

植物的種子，形式和動物的卵不同，構造也比較簡單。例如穀，只不過一小點胚和一大粒胚乳罷了。米的大部分就是胚乳；是種子裏儲藏的養料。用機軋的

米，小點的胚，往往和胚乳脫離。土法研的米，常相附着，很容易看到。胚，就是稻的生活細胞。牠動，牠吸收胚乳裏的養料，才萌發生長。豆的胚乳，保存在二六瓣裏。這瓣名叫「子葉」。動物的卵，構造要複雜得多。不過牠們的作用是同等的，都是發生新個體：所以牠們所具備的條件也是同等的。什麼條件？就是生活細胞和養料。沒有生活細胞，新的個體從那裏來？沒有養料，在未生吸取食物的器官（動物是嘴，植物是根和葉）時，不是仍要餓死？這兩個條件，都缺不了水；沒有水，一切都不能動。

成長的植物，要維持牠的生活，仍舊不能沒有水。天旱時，田裏要常常加水，園地上要常常澆水。水在植物體裏，從根吸進去，從葉子散出來，川流不息的在行動着。移植花木時，往往根部受傷，吸水量減少，葉子的散水量若仍舊，入不敷出，植物便表現出一種乾枯的樣子來。要是入水過少，散水過多，移植後往往枯死。暫時摘去若干葉子，減少散水作用，可以救濟枯死的弊病。至移而未植時，放在密閉的器中，可以防止葉子散水，免得在未植前枯死。採集植物的採集箱，就是一種密閉的器，可以防止葉子過多。摘花供在瓶裏，瓶中不可斷水。有時還要把葉子修去若干。不但使姿態美觀合於畫理，同時還可以減少葉的散水作

用，延長供玩的時日。原因是枝下沒有根，吸水比較緩慢。要是葉面散水作用依然不減，不是入不敷出？

水在植物體裏流動是事實。我們再要問一問理由是爲什麼？因爲生活是動。動不可沒有力。力的來源是養料在體內的變化，科學上名這變化叫「新陳代謝」。把陳的消耗，便生力，這力是動的源。動就活。陳的消耗，個體減少，所以必須補充。補充是全靠養料。養料從外界吸到體內，在體內向各方流動補充，都要靠水。沒有水，泥土裏的養料吸不進根；沒有水，乾固的養料在體內行動不自由，水能溶化泥土裏的養料，水又能搬運養料到各部份。工作完畢時，功成身退，再從葉子裏散到空中。

動物的生活，何嘗能缺水呢？我們的血裏不是不能缺少水的嗎？夏季傳染到霍亂病，體內水份過少，醫生要注射鹽水來維持病人的生命。這又是一個人體不能缺水的證據。血液循環，也在運輸養料，供給新陳代謝，維持活力。動物吸取的食料或者不全是液體。但是食物決不完全乾固像沙石，裏面也含不少的水份。例如植物體內便有好多的水。食物以外，好多動物還要飲水。

動物學，植物學，生理學，物理學，化學，都是科學的門類。我們研究時，

儘可分立。實在動植物體人體內生命的活動是物理學中研究的力；養料變化和新陳代謝的作用是化學中的分解化合。物理學化學同時在動植物人體裏出現。科學的本身是合作的，是集體的；決不是分門別戶的，孤立的。

上面說了一大批水對於生物的益處，我們也不要忘了水對於生物的大害。水量過多，可以把生物淹沒致死。淹沒並不是什麼直接加害到生物體上，不過把生物生活所須另外二要件，空氣和日光遮斷罷了。生活慣在水中的魚虫水草，是不怕水災的；因為牠們對於水，空氣，日光三要件的需要，身體的構造有適當調節，不使某一方面過度。不慣水中生活的，驟然遇到了大水，身體的構造來不及改變；適應不得法，一方面過多，別方面便缺乏。遮斷了空氣，呼吸窒息。缺乏了日光，溫度不足。這樣，便成功「淹死」。

植物根部要是積水過多，別種細小的植物儘量繁殖起來，便成功黴爛。所以，一方面我們要澆水灌溉，另一方面又要講究排水。總之，水是好的，重要的。但是量的多少却是個重大關鍵，過猶不及。有益的水，過少和過多都是有害。科學不單是籠統的講好壞，也應該注意量的大小多少。好壞是質，大小多少是量，質和量是不可偏廢的！

微妙的工廠

植物是微妙的工廠，牠的出品種類繁多，可以說集化學工業的大成。工廠的宣傳廣告，往往要誇耀自己廠地的面積廣大，占地幾十畝或幾百畝；工人數量衆多，有幾千人或幾萬人。這微妙的工廠，從來沒有過這等誇大的宣傳。牠是可大可小的，伸縮自在的。集體組織起來，可以成功幾萬頃的耕地，百十方里的森林；疏散開來，只須一寸土地，便能獨立經營。我們的工廠要有價值幾千萬元的機器。這微妙的工廠，本身的細胞，就是機器。細胞的體是很微細的；不用顯微鏡，我們的眼睛看不見；細胞的工作是很複雜巧妙的。所以我們叫牠是微妙的工廠。

微妙工廠裏最常見的出品，是粉和糖，牠用的原料是水和炭養氣，水是不值錢的；炭養氣是動物呼吸，物體燃燒時產生的廢料。空氣裏炭養氣的含量要是過多，要阻礙我們的呼吸。房屋要流通空氣，理由就是爲此。但是微妙工廠裏却收集這等廢料拿去製造糖和粉。照化學家的分析，糖和粉都是從三種極平常的元素，炭、輕、養合成的。三元素合成的比例，經常比養多一倍，恰和水裏輕和

養的比例相似，所以這等物質亦叫做「炭水化物」。我們拿了烏黑的炭放在清澄的水裏，不會得造出炭水化物來。我們拿了炭養氣來，不容易把牠分解成功炭和養。微妙的工廠裏，却很輕便的把炭養氣拆開來；用牠的炭和水合起來成功粉和糖。多餘的養氣，放回空氣中。這工廠還兼任空氣的掃除工作，就是替我們掃清過剩的炭養氣。植物吸水，除了上次說過的作用以外，還要做創造用的原料。所以水和植物的關係，更其密切。

微妙工廠的機器，就是葉上細胞裏綠色的小粒子。細胞已經是很細的了，細胞裏的綠色小粒子。不是更其細了嗎？這微細的機器和我們工廠裏的機器比，不是只有幾萬萬萬……分之一嗎？機器雖細，工作却很偉大。細微的機器，沒有輪子，沒有汽鍋，這工廠裏不用燃料，並不需要堆存好多煤。那末，發動的力，從那裏來？省便得很，只須太陽光的照射。太陽光有強大的熱力，科學家早想收集利用。有人用過集光的儀器，把日光的熱力彙集起來，用作動力。試驗可以說是成功，但是離開實用還遠。成本太大，手續麻煩，不很合算。綠色小粒子，不需要複雜的裝置，只要日光照到，牠便開始工作。這機器不是妙到極點嗎？微妙工廠裏的原料，如此便宜，動力如此省便，所以牠的出品，粉和糖，無代價的供我

們採用。這又是妙微中更微妙的。

我們生活必需的養料，是粉，糖，油，蛋白質，維生素一名維他命等。微妙工廠裏，出品最多的是粉和糖，上面已經說過。油的出品也不少。花生，菜，豆，茶等，種子裏都有多量的油，可以供我們吃。桐油，柏油，棉油等又是我們用來做塗料燃料的。蛋白質，豆瓣裏含得最多。維生素在菜葉和水果裏。這微妙工廠的出品，色色俱全。我們的生命，除鹽以外，差不多完全要靠他的出品來維持。即使有人不愛吃素，專吃鷄鴨豬牛羊肉；但是鷄鴨豬牛羊的食料，却仍舊是植物。要是有一天，微妙工廠全體停工，試想，這世界上的生命，怎樣維持？所以這工廠不但微妙而且十分偉大。

微妙工廠的出品，除上面幾種重要的以外，還有美麗的顏色。有的可以做我們的染料，像紅花的紅色，靛青的藍色等等。自從礦物裏製造顏料的科學發達以來，植物染料的用途漸漸減少。不過供我們觀賞的鮮花，還沒有方法代用。香料呢？香水，花露水，線香，檀香，調味的茴香，那一種不是微妙工廠裏的出品？味也逃不出牠的範圍。甜的是糖，酸的是酸模，酸漿，苦的是苦瓜，辣的是胡椒，辣椒。只有鹹味的鹽，這工廠裏是不做的。五味以外，還有好多我們還說不出

名稱的奇妙鮮味。我們調味用的「味精」也是用植物的麩做成成功的。色，香，味三方面，這微妙工廠都會得製造；並且出品精美，有好多，人工還不會得做造。

特殊的出品，茶葉裏有提神解渴的「茶素」，烟葉裏有毒性的「烟精」；這是嗜好品。治瘡的特效藥是鷄那樹皮中的「鷄那霜」；鎮痛藥，是罌粟果壳裏的嗎啡；退熱用的水楊酸（阿斯匹靈的主要成份），發散用的薄荷，外科用的碘酒，以及強心的人參等等，我們用來治病的藥品，好多好多，又是這微妙工廠裏的出品。但是牠也造好多毒藥，我們誤了便送命。塗料用的漆，也是一種特殊的出品。太多了，細帳恕不詳開。

還有更微妙的呢？工廠的本身，簡單到不過是單獨的細胞，但是牠的工作仍舊是同樣的偉大。不！實在比上面說是更其偉大。上面說的各種出品，都儲藏在工廠裏。每一工廠體積不大，所以存儲的數量有限。我們要多方採集，才能得到相當的數量供用。細菌的製造能力，和牠的繁殖力同樣的大。例如醋酸把酒造成醋，出品的量，比牠的本身，大了不知多少倍。麴菌和酵母菌的形體，比細菌稍複雜，但是微小得仍舊要用了顯微鏡才能看得見。釀造醬，醬油，酒等，都是麴菌和酵母菌的偉大工作。牠們的出品，數量也比本身大好多倍。

最微妙的是豆根上的根瘤菌和泥土中的硝化菌。豆替細菌做好一個安逸的窩，就是根瘤。細菌住在窩裏，收集空氣中的淡氣，製造淡化物，供給豆做養料。豆根吸收了這等淡化合物，運上去，再製造名貴的出品。牠們彼此共同生活，互相幫助，從來也沒有鬧過意見，發生過爭執。硝化菌不需要道地的窩，就住在泥土裏，吸收泥土中的淡化物，製造硝酸。硝酸是植物重要的養料，所以硝化菌和根瘤菌一樣，是微妙工廠的一個附屬工廠。沒有牠們先把淡化物造成較複雜的原料，微妙工廠裏就造不出名貴的出品。空氣裏的淡氣，存量多極。但是人工要用淡氣直接製造淡化物或硝化物是極不容易的事。已經有幾個方法經過科學家的努力，試驗成功。但是手續麻煩，方法迂迴。微細的細菌，却從容不迫，在泥土中毫不費力的工作。這不是微妙中最微妙的麼？

硝，以前說過，是軍火中的主角。硝，現在看來，又是微妙工廠裏的重要原料。硝中的淡氣在世界上，常循環着。植物的微妙工廠拿硝去製造蛋白質。動物吃了蛋白質，排泄出來；一部份分解開來到空氣中，一部份在泥中。根瘤菌把空氣中的淡氣造成複雜的淡化物，硝化菌把泥土中的淡化物造成硝酸，再給植物吸收去造蛋白質。植物的製造，是把簡單的變成複雜的。從動物體排泄出來，再從

複雜的分解成簡單的。

炭，也是這樣的循環着。植物吸了炭養氣造成複雜的粉和糖。動物吃了粉和糖；在身體裏經過新陳代謝作用，成功簡單的炭養氣，放到空中。植物的工作，都是把簡單的造成複雜的，所以我們說牠是微妙，又是偉大。

動物的製造本領

動物的製造本領，並不比植物差；並且還要勝過植物。動物體內各式細胞製造本體的本領，和植物一樣。除此以外，還有許多獨特的本領。我還記得幼時在私塾裏讀的「三字經」上，有兩句：「蠶吐絲，蜂釀蜜」，蠶吐絲的本領真不小！一個繭，是一條連續不斷的絲做成功的。吐絲的地方，並不是牠吃桑葉的嘴，是在下嘴唇中央，突起的一個小洞裏放出來的。沒有吐出來以前，並不是絲，是一種粘性的漿汁。這汁從突起的小洞裏擠出來，見風凝結，便成功絲。粘性的漿汁，是產生在二個彎彎曲曲的細管裏的；當然，這是細胞的特殊工作。細管名叫「絲腺」，在腸子的兩側。

人造絲是我們模仿了做的假絲。我們用的原料是棉花一類的纖維。把纖維溶

化在鹼性的藥品中，先做成功漿汁。這一段工作，彷彿蠶體內的絲腺。再把漿汁壓過細洞，在酸性的藥液中凝結成功細絲。這一段工作，好像蠶下唇突起的吐絲洞。我們用的機器很複雜；特別要用力壓。蠶吐絲的機器很簡單，並不要用多大的力，看她作繭時，好像是很自然的。

蜘蛛的紡絲機器，是在肚子的末端，也不過是小小的突起，好像是乳。不要弄錯，這不是餵小蜘蛛用的乳；小蜘蛛是不喝乳汁的。這叫紡績器，裏面通到絲腺。粘性的漿汁，從紡績器上小洞裏擠出來，見風凝結，便成功絲。蜘蛛紡的絲有兩種，一種是不粘的，一種是粘的。開始結網從四角到中心的幾條經，是不粘的，所以牠在上而爬來爬去，很是方便。做成了經，再從外面向中心盤進去，結起好幾層八角形的緯來。這第一次的緯，彷彿我們造房子時搭的架子，也是不粘的。牠沿着這架子，從中心向外面，再紡出一種很粘的絲來。這才是真網。一面放出粘的絲來結真網，一面把沒有粘性的架子拆去。到最外一層止，粘絲結的網，大功告成，不粘的架子，同時拆完。從此，這網的緯絲上，牠自己也不敢爬。太粘了，一碰到便要被絲粘住。別的飛虫，常常上當。牠却在不粘的經上往來，用顎裏的毒汁，咬死被粘的飛虫，吸牠們的液汁，充飢。

蠶吐絲是一種獨特的製造，蜂釀蜜却不過是一種採集儲藏的工作罷了。蜜原是植物工廠裏的出品，蜂採集了吸到身體中的蜜囊裏去。吸夠了，回到窠裏，再吐出來儲藏起來，供冬天的食用。蜜蠟是蜂自己分泌出來的。會做蠟的，還有一種水蠟虫，這虫寄生在水蠟樹上。牠分泌出來的東西，可以製造白蠟。

蜂的製造成績，要算牠們的窠最偉大。因為牠們是集體生活的，所以需要能容全羣的窠。窠的質地，就是牠們自身製造的蠟。窠的形狀是無數很整齊的六角形的集合體。長腳的黃蜂也會做窠，人家簷下窗前，庭園中的樹上，常看見像倒掛着的蓮蓬似的就是。窠裏也分許多格，各格長圓，好像細的筆套管。質地像牛皮紙，比牛皮紙還要堅韌。要是在蜂高興替我們造平薄的紙，恐怕這種牛皮紙是世界上不容易有可以匹敵的。有一種生在山裏的土蜂，身體比長腳蜂大，顏色也黑。常常要來害人家飼養的蜜蜂。牠們的窠，形式和長腳蜂做的有些相像，也是成功半球形的。但是大小却要比長腳蜂做的大好多倍。幾年前，我杭州住所附近的電桿木上，造成了一個土蜂的大窠。下面望上去，約有半只常用的網籃那麼大。那時杭州市內，才改裝自動電話，豎了新的電桿木，換了新的電線。這大蜂窠做在舊的電桿木上。電話局把舊桿舊線拆除，碰到了這大蜂窠，大家嚇得不敢動。

手。後來，聰明的工人，想出先用火攻的方法，把蜂驅逐走了，才開始拆線。大蜂巢整個的從棹上弄下來，放在地上，足夠可以裝一只普通的網籃。

蟻螞的做窠本領，也並不比蜂差什麼；不過牠們的窠做在泥土裏，我們不容易看到吧了。有一回，一隻花盆被人不小心，打做兩半，恰巧這盆的泥土裏有一個蟻窠。從破盆中拿出整塊的泥來時，很清楚的，可以看到裏面的公路網和牠們的住屋，倉庫，育兒所等等。要是沒有這等湊巧的機會，我們不必去找了有蟻窠的花盆，打破了再看，我試過一種很好玩的方法。小學生用的石板一塊，玻璃一塊，厚紙一塊；夠了，這三件東西，可以做一個很好的蟻窠。玻璃的大小，要比石板木邊略小，但是比石板略大；四週約有一二分可以攔在石板邊上。這樣攔了，石板和玻璃間有極薄的空處一層。這空處，填上細的泥土。玻璃的一角，要截去。這些，一角上石板露出，不被玻璃遮蓋，彷彿成功了一個門戶。厚紙和石板同大小。準備完成後，拿一只面盆，一把泥鏟，到庭園或荒地去找蟻窠。牆腳樹根邊，很容易找到。用迅雷不及掩耳的手段，把蟻窠連泥連蟻，一起鏟起來放在面盆裏。多帶些泥，可以免得牠們亂逃。注意捉到蟻王，是全羣中最大的。拿回來，倒在上面準備好的「窠」上。石板上是玻璃，中間是細泥，玻璃上是厚紙。

外面鋪來的一切，倒在厚紙上。石板下面填高約一二寸，放在一只水盆裏，盆裏放水約一寸多。這樣，我們準備好的窠，彷彿成功一個孤島，靜放在暗處，放些甜的東西給牠們吃。一天以後，牠們已經找到玻璃截角處，從厚紙上搬到石板和玻璃間的泥土中去了。我們可以把厚紙上的泥土清除，但是不要把厚紙揭開來。再等一兩天後，牠們的窠已經做來有些樣子，慢慢的移開厚紙的一半，可以看到牠們窠裏的真相。切勿把厚紙完全揭開。蟻窠怕強光，把厚紙完全揭開時，牠們會得全體逃出窠來。即使孤島的四週是水，牠們一個個涉水搬家，情願淹死在水裏，決不肯再回去。沒有蟻王，也留不住牠們。這方法我試過兩回，有一回沒有捉到蟻王，不到三天功夫，全體都淹死在水裏。牠們涉水找蟻王，忠心之至！

動物學上，白蟻不和蟻同屬一類。但是白蟻也集團生活，也會做窠，這裏的白蟻，窠常做在木料裏。牠們在木料中造公路網，我們外面一些也看不出。牠們裏面的公路建設愈發達，我們的木料愈空虛。要是這木料原來是我們房屋上的梁柱，內部空虛到力不勝重時，劈拍一聲，房屋便倒下來了。從此白蟻的公路建設，根本推倒。非洲的白蟻，本領更大。牠們採集了泥土木片，用自己的唾液塗起來，建築成一二丈高的塔。

鳥類做窠的本領也着實不小。燕子做在我們梁上的窠，所用的材料，不過是些泥土和柴草；所用的工具，不過是牠的嘴。唾液是唯一的塗料，做成後非常堅實耐用。南方有一種燕子，用海草塗了唾液，做在石壁上的窠，我們叫做「燕窩」，當作名貴的補品呢。日常看見的鵲，在樹上做窠，既巧妙，又偉大。集無數的樹枝，只用一只嘴，把樹枝搭成功一只窠，豈不是很巧妙？四月上旬裏，有一夜忽然起了狂風。清早起來，看見樹上的鵲窠被風吹落在地上。偉大！農夫收集去當柴燒，一只籬還裝不完。鵲倒霉，狂風使牠們家破鳥亡。小鳥還不會飛，跌死在地上，被人拿去過飯。農夫出乎意外，狂風送他幾十斤樹柴。鳥類做的窠正多着呢。要是與研究的話，等牠們小鳥成長以後，最好在秋季以後，我們多方收集，開一個鳥窠展覽會，不是很有趣的嗎？

動物的動

較高等的動物和較高等的植物，最重大的區別是動。所以名叫動物，就是因為牠們會得動。動物動，有好多花式。若是歸類，可以概括成功三種作用。一種是吃，一種是身體的遷移，一種是繁殖。身體的遷移最繁多，最顯著；但是爲什

麼要遷移？仍不外要得到食物，或者完成繁殖的工作。要是嚴密些說，動物所以動的原因，只有爲了吃，或者爲了繁殖。吃是本身的成長發達，生命的維持。壽限到了，雖吃，也免不了死滅。個體儘死滅，只要繁殖，種族能綿延不斷的永遠生存。植物的生活，也是這樣，不過牠們大多數不必把身體遷移，便可達到目的。牠們吃的動，繁殖的動，還是有的，我們不看見植物遷移，便以爲牠們不動。實在，生物一定是不斷的在動。生長繁殖，非動不可。我們可以說生命就是動。但波動却不完全生命。風雨雖動，大家不認牠們有生命。牠們動，只是遷移或者是波盪，不會得生長繁殖。

鄉村裏最常見的是幫助我們工作的牛，幫助我們守夜的狗，還有的，是終年到我們穀倉裏來偷東西吃的鼠。牠們吃的動法，很顯明的表現出三種不同的典型，一整天幫我們工作，到旁晚才回來休息，老牛是辛苦了。牧童拿稻草裹的豆餅飼牠。牠可以躺在地上吃。牛是反芻的；吞飽了，再吐出來重又細嚼。吞的時候很從容，重又細嚼時，更其閒暇。上顎和下顎，很平坦的左右移動。速度很緩慢，差不多半秒鐘移一次，但是節奏正確，可以和錶裏的的擺輪聲相合。白齒把食料慢慢的磨細，是一種很合衛生規律的吃法。

白天裏黃狗最享福，因為這時候不是牠的班。天稍暖，牠可以揀一處最涼快的樹蔭下石條上，睡一整天，也不會得犯曠職的罪名。我們吃飯時候到了，家裏並不搖鈴召集，牠却很守時刻的來了。我們給牠些骨，牠很快樂的接受。牠老實不客氣，用舌頭一舐，用嘴唇一銜，即使半尺長的大骨，也很牢固的被牠夾住。牠開始工作了。尖銳的犬齒，彷彿石匠用的尖鑿，先把大塊的骨鑿成小塊以後，再用臼齒咬嚼。尖銳的臼齒，依舊像小的尖鑿。牠依舊側着頭，一振一振的咬嚼。牠的動作比老牛快一倍多。要是給牠柔軟的肉，牠不高興多嚼，急急的吞下後算完事。

鼠是夜裏出現的小賊，鬼鬼祟祟的偷東西吃，我們不容易看到。夜深人靜，有時牠不怕我們暗淡的燈光，在屋角隱處，私下吃。我們不做聲，可以看到牠吃的動作。真正是一副賊相？賊眼睛東探西望，後腳和尾巴坐着，前脚老是在嘴邊一刻不停的動着。頭前後的振着，嘴唇上下的動着。門齒扁薄，鋒利得像木匠用的平鑿。鑿壳的速度，比黃狗還要快三倍多，一秒鐘有五六次或七八次。有時，牠要把這不斷生長的不平鑿磨，憑空把我們的衣服器具鑿上不少的洞，不磨，儘是生長，牠會得發生意外。我養過一對小白鼠，用鐵皮做籠，玻璃做蓋，裏面沒有

可以供牠們磨齒的東西。不多幾天一只死了。細檢牠的全身，只看見牠嘴唇張開，被門齒撐緊了，合不攏來。門齒比嘴長出了三分光景，牠嘴裏好像裝了一只彈弓，只得張開了嘴餓死。

牠們身體的行動，也顯示三種不同的格式。老牛是穩健的，黃狗是敏捷的，老鼠是竄越少規律的。老牛就是在工作時，也不肯輕易舉步；腳踏實地，拿持久來克勝緩慢，黃狗的行動，雖不在奔跑時，也是抬高了頭，用迅速的拍子，得！得！的走快步。牠寧可急急走到了，躺在地上休息，決不肯在路上踱方步，浪費時間。老鼠的行動，彷彿無時無刻不在逃難。回頭四顧，一穿而過；不到牠黑暗的小洞裏，不輕易在外面停留。牠們行動的速度，若拿火車汽車比，老牛彷彿是貨車運貨汽車，速度雖不很快，但是力大可以載重，可以耐久，可以及遠，黃狗像火車汽車中的客車，長驅疾馳，中途不稍停頓。老鼠像鐵路上的搖車，或者汽油腳踏車，輕巧靈便，但是力小不能負重。

牠們身體的大小，形狀和動作是相稱的。老牛有偉大的身體，腳上的蹄，彷彿是堅固的雨鞋，在又濕又軟的水田裏，一步一步的踱着，穩健不容易跌交。黃狗有中等身材，胸部開展，肺量充足，腹部緊小，最宜走快步或者跑步。只有天

熱時，牠身上的皮大衣累贅，不容易出汗，所以只有伸出了舌頭喘氣。除了大熱天，牠長距離急走，也不會得呼吸急促。實在，牠是愛冬季的。雪中奔走，牠始終沒有表示過半點的懼。老鼠的體形，前半細，像一個圓錐；後半粗，像一個球。連合起來，彷彿是橫放的不倒翁。前腳細小，沒有多大的力；後腳和尾巴合作，很便於跳。所以牠的行動是跳和走的合併，可以叫做衝。

身體的大小，和行動速度的快慢，有密切的關係。體積大了，質量多，不宜動得快，力是和速度質量都有關係的。質量既多，還要速度加快，不是大費力了嗎？行動的快慢，和生活，食物有密切的關係，吃草的，食料固定；儘可踱方步走去，地上的草，決不會在短時期裏逃走。即使別的動物也要去吃，但是固定的食料，份量充足，也不怕立刻被吃完，吃活東西的，食料活動，所以要有靈敏的感覺，如目光嗅覺等，和迅捷的動作，才可以把食物捉住。要是老牛想捉水田裏的青蛙吃，恐怕牠奔跑得滿身是汗氣喘吁吁，一輩子也捉不到一個。像老鼠等弱小動物，常常容易做貓的俎上肉，所以牠的生活，始終在恐怖中掙扎。在牠看來，到有光的地方出來尋食物，處處仇敵，的確像逃難。只有牠黑暗的洞裏，才是保全生命的安全地方。如此生活，所以如此行動。要不然，早被別的動物吃完，

種族已滅亡的了。

鳥類的行動，主要的是飛。同是飛，也有三種不同的典型，第四次裏已經談過。雀寄居在我們家裏，分我們的穀吃，不必遠行，所以體大翼小，飛時頻頻振翼。若要叫牠跟了燕作長途飛行，恐怕沒有幾里路後便跌死了。生活在樹上的鴉鵲，牠們的食物不在樹上，所以必須飛得較遠。鷹的食物更難找尋，必須高瞻遠矚，用迅雷不及掩耳的動作，才能捉住。要是牠不能像飛機般翱翔空際，不將餓死！

鳥的嘴和腳，也有幾種不同的形式。我們拿最常見的幾種細細比較，便可以看出生活，形體，動作的關係。吃穀的鷄，有堅硬的嘴，成功三角錐的樣子。一啄即得，只要硬得不容易磨損，另外沒有什麼問題。鴨在水裏舀東西吃，身體像船，腳像槳，嘴像我們用的湯匙。用着匙，連湯帶物一起舀上來。但是牠嫌得水太多，所以這湯匙旁邊有細隙，把水流出了，再吃柔軟的小虫小魚。鶴鷺也吃水裏的小魚小貝，但是牠們的吃法不同，所以嘴和腳的形式也和鴨兩樣，牠們不高興遠游，不高興潛到水裏去捉，牠們有長腳，緩步涉水，立在水裏用長頸頸伸下水去，長嘴一夾，小魚小貝便逃不脫了。牠們的嘴，像我們的筷子；在湯裏夾魚

吃，非常便利。魚狗，亦名翠鳥，羽毛翠綠，非常美麗。牠的嘴像短筷。牠不像鴈的潛水，也不像鶴的涉水，躲在水邊上，看準一條小魚，迅速飛去，用筷一夾，小魚便上當了，例子正多呢。鷹的嘴像鉤子，被鉤了的小雞，不容易脫逃，燕的嘴扁闊；張大了彷彿我們張手拍蚊子的情形。且飛且吃；用不着在地上啄，所以嘴也就軟了。

這裏所談，只不過是極小的一部份。留心觀察，處處可以看到有趣的真理。

熱和衣

天氣漸漸的熱了，冬天裏穿得使人動作不便的皮衣，棉衣，跟着也一件一件的脫下來了。農夫和工人在工作時，嫌得太熱，有時赤了身，還是汗淋淋不停的流出來。赤身裸體，雖說是太野蠻，缺乏禮貌，但是衣服的儲備量無多，並且沒有人閒着洗濯的苦農苦工，要他們夏季裏穿得端端正正的。的確是一個很困難的問題。牽涉到人力和財力，不僅僅是禮貌規矩罷了。另外，有一派的衛生家，盡力提倡裸體，日光浴，說這是最健康的方法。要是這話是確的，那末農夫工人們夏天裏不穿衣服，恰恰適合最健康的方法。紫紅的皮色，顯示出一種有動力的美來。

；對於外來的侵略，有一種堅強抗抵的表示。白面書生，相形見拙，要是不甘永做病夫；趕快學他們赤了身把皮膚晒黑。

原來皮膚裏的色素，我們黃種人得天獨厚，是一種最自然的保護利器。這一層色素若是發達，可以使我們的身體內部和空氣隔離。這可以說是一件自身製造出來的衣服。身體內部和空氣間有了這一件衣服，可以防止熱和別種病害的侵入。白面書生，動輒傷風，就是因為缺乏了這一件自身製造的寶衣。這的確是件寶衣，農夫工人有了這寶衣，即使在工作時，偶然碰到意外的小傷，只須幫他們塗一些紅色水銀劑，或者碘酒，這一件寶衣，不久便可結好，白面書生的創口，却沒有這樣容易治好；往往經過好多日子，還是要敷藥，換紗布。這寶衣的製造，很像植物的綠衣。要靠太陽光的大力。愈在太陽裏晒，色素愈發達，皮膚愈強健，這寶衣愈強健，愈不怕太陽晒。白色人種不及有色人種；我們千萬不要羨慕他們的白，躲在黑暗處，不使皮膚見太陽光，皮上晒不到太陽光，色素使退化；這一件寶衣便消失了。

自身製造的寶衣，是衣服的基本。在天熱時，或者只需要一件基本的寶衣已夠。要是空氣的溫度或者過高或是過低，一件寶衣不夠，我們還要加上別的衣服

。天氣愈冷，我們加得愈多，愈厚，這是大家都知道的。我們要問，這是什麼理由？爲什麼衣服多了可以防冷空氣的侵襲？爲什麼衣服厚了，可以保護身體上的熱不被冷空氣奪去？熱是一種物體內部的動。這動能傳遞到別的物體，名叫熱的傳導，直接傳熱的程度，各種物質，各個不同。金銀銅鐵等金屬物質，直接傳熱最容易，另外的物質，傳熱比較難。短短的一枝火柴，一端着了火，拿在手裏，木梗並不很熱。若是同樣長的一條鐵絲，一端碰到火熱，我們便沒方法再把牠拿在手裏。木梗傳熱難，火的熱，傳不到手上來；鐵絲傳熱容易，三四百度的火熱，立即傳遍全體，人手便被焦灼。所以，我們若用金屬做小衣，穿上等於不穿。空氣溫度一變，立刻傳遍全衣服，同時就達到我們的身體。天熱，衣服也熱；天冷；衣服也冷，穿衣和不穿衣，有什麼兩樣。古代帝王，常喜歡用金銀來表示他們的富有天下。我們儘搜括全國金銀，一人獨佔，但是仍不敢用全金或全銀做一件龍袍。全金全銀的衣服，完全等於廢物。他們支支節節，只得仍用不易傳熱的絲綢做衣料；表現富有，僅僅用金銀絲繡些花樣罷了。用金銀絲織衣料，並不是不可能的。冬冷夏熱，失却衣服的作用。衣服的作用，是要冬暖夏涼。

最不容易傳熱的是熱水瓶；兩層玻璃，中間抽去空氣，成功真空，保暖二十

四小時，夏天裝了冰結淋也不容易溶化。要是我們想法造一種軟玻璃，拿來做一件中間真空的夾衣服，那末冬暖夏涼，一定最合理想。單就冷熱的一方面想。這辦法很不差。只要努力科學，不難完成這理想的衣服。再從另一方面想，我們的衣服，決不能這般緊密，通氣也是衣服的一個重要條件。爲什麼要通氣？因爲我們的皮膚，兼做一種排泄作用。除了大熱天工作奔走時出汗滴外，無時無刻沒有汗在慢慢的蒸發，橡膠做的雨衣是不通氣的；因爲要牠不漏水，所以只得使牠不通氣。雨衣穿得太久，汗的蒸發不能散到空中，往往內衣裏面可以看見發生水滴。所以我們若把皮膚用漆塗了起來，汗的排泄不通，人便不舒服，生病，或者竟會得死。

這問題的困難點，是：衣服最好不通氣；不通氣，才可以絕對的保暖。衣服又不得不通氣；不通氣，要阻礙汗的排泄。究竟通氣好，還是不通氣好？怎樣可以使保暖和排汗兩全？現在通行的方法，是長時期經驗中得來的，確是一種兩全的方法。最主要的關鍵，還是我們四圍的空氣。空氣不容易傳熱，實在很可以用來保暖。但是空氣是流動的；尤其在兩方冷熱不同時，流動得更快。熱的空氣漲大了，重量變得輕，往往向上動；冷的空氣使從下面流來補充。這叫對流，是一

種間接傳熱的方法。到兩方溫度相等時，對流才會停止，水也是這樣。凡是不容易傳熱的液體氣體，在兩方溫度不同的情境中，都會得對流。我們衣服的作用，實在就是對流的調節。

我們身體的溫度平常是三十七度。要是空氣的溫度也是三十七度或者三十八度，那末我們皮膚外的空氣，對流停止，汗的蒸發困難；一滴一滴的汗珠結在皮膚上，悶熱得氣也透不過來。扇風，是人工幫助空氣對流，汗的蒸發略為暢些，我們便覺得涼快了好多。要是扇來的風還是三十七、八度；熱風逼人，更其難過。空氣的溫度若比我們的身體低得不多，皮膚上汗的蒸發仍不痛快，所以二十七、八度的天氣，我們已經覺得熱了。十八、九度是我們覺得最舒服的氣候，皮膚上汗的排泄不受阻礙。再冷，我們便要加多衣服來防護。衣料是多孔性的，所以空氣能經過細孔對流。假定空氣的溫度是十八、九度，我們穿上一二層多孔性的衣服，空氣對流，衣服外層是十八、九度，近皮膚處的空气是二十多度。這一二層的衣服，是夠保持這情況，我們不覺得熱，也不覺得冷。空氣溫度若高到三十度左右，我們裸了體，還覺得汗的蒸發不痛快，要扇風幫助空氣的對流；若再加上一二層衣服，不是反使空氣的對流受到阻礙？



要是空氣的溫度降到近零度，一二層的衣服，還不夠使空氣的對流減慢。假定我們穿二件棉衣，空氣的對流便分成五層。（如圖）甲是外棉衣，乙是內棉衣，丙內襯衣；外空氣和甲，甲和內外棉衣間的子，子和乙，乙和襯衣間的丑，丑和寅。從外河說起，第一層的對流，溫度大約另度到三四度；第二層，在三四度到七八度間；第三層在七八度到十一、二度間；第四層在十一、二度到十五、六度間；第五層皮膚上，在十五、六到二十度左右。若是減少一層對流，近皮膚處的溫度不能保持二十多度，只有十五六度，我們嫌得冷了。要是減到只剩一二層對流，近皮膚處不過七八度或三四度，誰能耐得起這冷？反過來，空氣溫度加高到三四度時，我們可以減少一層對流；再高到七八度時，再減少一層對流；……到了二十幾度。皮膚不必用衣服來使對流緩慢；到了三十度左右，要扇風幫助對流。總之，衣服多一件，便是加多一層細孔，使空氣慢慢的經過細孔對流。多經過一層細孔間的對流，溫度的變化便慢一步。目的是要使皮膚處的空气，保持相當的溫度。溫度可以保持了。對流，空氣仍通，汗的蒸發不受阻碍。這就是兩全的方法。

大熱天太陽光直接射到皮膚上，白面書生有時會得中暑，有時皮膚會晒得脫落一層。就是自身製造的寶衣的農夫工人，也不耐長時期受烈日的晒。盛暑時農夫耘田，往往穿上一件最最破舊的老青布衫；有時也拿雨天用的蓑衣來代替。破舊的老布衫，補綴得最多，比我們的夾衫還要厚些呢。這時的目的，全在防禦日光的晒，汗的蒸發只好不管，結果，老青布衫汗得透濕。

衣，不僅是科學的問題，還有美的問題，禮貌的問題，……太複雜了，這裏單就科學問題的一部份，談了些粗枝大葉。

熱和食

我們已經脫離了茹毛飲血，進化到熟食時代，所以食和熱的關係，也同衣服和熱一樣的重要。我們的食物是用杯盤盛的，我們食時是用筷子挾的。盛熱菜的盤，磁的比金屬的難傳熱，搬運時少燙手的機會。冬天裏的暖盤暖鍋都是金屬做的，加了沸水炭火，搬運時很容易燙手。搪磁盤，雖不容易打破，但是盛了熱水熱粥，往往不能上手。搪磁裏是鐵皮，傳熱比磁器玻璃器容易。筷子用金屬做，挾熱菜時，也很容易燙手。盛食物取食物的器具，因為常常要用手拿，所以宜用

不易傳熱的物質製造。

玻璃同磁一樣，不容易傳熱，是一種很好的飲食用器。不過，玻璃器碰到驟冷驟熱時，很容易破碎。要補救這一個缺點，有二種方法。一是臨時的，先在玻璃裏放一只金屬的匙，然後把沸熱的飲料倒進去，可以避免杯子破裂。因為玻璃的脹縮很慢，所以驟熱驟冷，內部的組織變化不勻，產生弱點，一碰便碎。弱點往往在冷熱交界處，例如熱飲料加十分之八杯時，下面十分之八熱，上面十分之二冷，上下膨脹不同，弱點便在十分之八冷熱交界處。加了一只金屬的匙，匙柄攔到杯口，飲料的熱，一部份也經過匙傳到上面十分之二處，使上面和下面的溫度不至於差得太大。

根本辦法是鍋裏盛了冷水，把玻璃杯浸在冷水裏，把水煮沸，再放冷；冷後便成功熱水杯。水難熱，也難冷。浸在冷水裏慢慢的熱到一百度，再等牠慢慢的冷下去。經過這一番手續，可以使玻璃內部的組織變成勻密。製造時若是冷得過速，內部留有弱點；現在這樣做法，便把弱點除去。要全體浸在水裏，要一只一只獨立。我家的老媽子，曾經玩過一套把戲。朋友送我一打玻璃杯，我教了她煮的方法，忘記說了最後的一句話。鍋子小，她把杯子分作六雙，每一對一疊。如

法泡煮，等到冷後拿出來，凡是在裏面的一只，都分作二截。截斷處，極整齊，恰恰在交界處。這理由，很容易明白。壺在裏面的部分和壺不到的部份，膨脹不同，所以內部組織變化不勻，交界處便產生弱點。假若我們要把玻璃杯切去一段，那倒是一個很好的方法。截瓶底的方法雖不同，根據的理由是一樣的。譬如我們要截斷一長瓶，在要截的地方用細銅絲緊緊繞縛。繞好，把銅絲在火上燒。燒熱後，突然浸到冷水裏去。拿出來，解開銅絲，輕輕一拍，瓶便截斷，截口光滑。有時，不等解銅絲輕拍，已經截斷。

煮食物用的鍋子，恰恰和盛食物用的杯盤相反，要用容易傳熱的金屬製造。要是用了不容易傳熱的物質做鍋子，燃料一定要耗費得多。試驗化學用玻璃的燒瓶燒杯，是因為金屬容易起變化，所以不得不耗費些燃料。鍋子宜用金屬，但是用手拿到的地方，如柄等，却宜用不傳熱的木料。金屬的灶，有好多處比磚灶容易傳熱，如火門，烟囪等。這是四十年前事了。友人辦女學，率先要改良自己的家庭，特地修理了地板房，裝了鐵灶，想成立一個清潔衛生的模範廚房。沒有三天五天功夫，他夫人不習慣，動輒燙手，弄了好幾處火傷，從此創巨痛深，疾鐵灶如仇，重新回到老廚房去工作。

平常的食物，大多是放在水裏煮的。水中加了鹽等作料，煮沸的溫度要比一百度高。這種溫度是夠使食物煮熟。惟有米飯，需要更多的熱才能全熟。飯鍋蓋要緊密，就是爲了要得到更高的溫度。水的煮沸在平常情況時，是一百度。上面壓力加得愈多，水沸的溫度愈高。鍋蓋緊密，水面蒸發的氣，不容易散開；聚集在水面上，發生壓力，使水不容易煮沸。等到水沸，溫度已超過一百度；米粒已能軟化。要是開了鍋蓋，或者蓋上漏氣，那末水面蒸發的氣，隨時向空氣中飛散，水面壓力小，到一百度便已沸了。從此溫度不再加高，米粒不及軟化，便成生飯。水在沸時，雖加熱，溫度也不升高，這名潛熱。水沸時吸收的潛熱，足夠使溫度再升高五百四十度。多加壓力，要求到一百幾十度才沸，也不是難事。取得壓力也很容易，只須水面緊密不和外面空氣相通；蒸發出來的氣愈多，溫度愈高，壓力也愈大。泡茶不須高溫度，和煮飯不同。

若是某種菜肴，百度左右不夠煮熟的，通常用兩種方法。一是放在飯鍋裏蒸。飯鍋裏的溫度比一百度高，所以蒸的菜肴，往往比煮的更軟。在密閉的器裏燉或煨，情形和煮飯一樣，利用蒸氣的壓力，使溫度升高。燉煨的菜肴比煮的更爛；不過時間要長久。又一法是利用油。油的煮沸，溫度要比水高好多。沒有沸的

油，溫度已比沸水高許多。油煎油炒，便是利用這等高溫度使菜肴在短時間裏成熱。

大熱天在廚房裏煮飯弄菜，往往滿身流汗。我們太熱了，來談談冷飲冷食吧。最起碼的冷飲冷食，只須用井水。井水用手去觸，覺得冬暖夏涼。其實，這是我們溫覺的不正確。井像一條長管子，井愈深，這管子愈長，裏面和外面，空氣很難對流，所以冬夏間，井水溫度的相差，比上面空氣溫度的相差要少得多。就是夏天裏，上面比井裏熱，冬天裏上面比井裏冷。井水冷，可以使食物涼些。

城市裏，有冰箱，不但可以得到冷飲冷食，還能防止食物變壞。夏天裏的冰，有的是臨時造的，有的是冬天裏採集了儲藏的。前一種叫人造冰，後一種叫天然冰。冰廠的建築最單純。一所不容易傳熱的稻草屋，只有一扇出入的門，四面都不通氣。冬天裏採集池沼中天然結的冰塊，藏在地坑裏，四週蓋上稻草，上面有稻草屋，外面空氣的變化，不會影響到裏面。稻草是很難傳熱的，夏天裏運送冰，也要拿稻草包着蓋着。

人造冰是利用液體阿母尼亞化氣時的吸收潛熱，使水結冰。上面說過，液體化氣，需要潛熱。阿母尼亞化氣，吸收很多的熱，可以使水結冰。化成氣體的阿

母尼亞，還可以利用，只須加上較大的壓力，仍舊可以使牠變成液體。不過，變成液體時，潛熱重放出來。這熱，我們用水吸收，使冷水變成熱水。二道曲曲彎彎的管子，二副唧筒，便可循環不息的利用。一道管子裏液體的阿母尼亞化氣；用唧筒抽，減少壓力，使牠化氣容易。管子通過水裏，水便結冰。又一道管子裏，用唧筒壓，加多壓力，使氣體的阿母尼亞變成液體。管子通過水裏，水發熱，熱水可以供別用，一面造冰，同時一面造熱水。最重要的，是加上去的壓力。

冰箱裏的冰慢慢的變成水，也要吸收潛熱。箱內空氣，食物的熱，就是供給冰的吸收。冰箱密閉，外層用不易傳熱的木料造。裏層雖是鐵皮，但鐵皮和木板間填上一層很厚的木屑細砂，所以不易傳熱。只要門蓋緊密，箱裏空氣不容易和外面對流，裏面常常能保持相當的冷。

冰結淋，又是城市裏夏天盛行的冷飲。煮沸的牛乳雞蛋湯，在桶裏旋轉，便會得結成冰。主要關鍵，還在外桶裏的冰和鹽，鹽溶化在水裏要吸收不少的熱。冰變成水，又要吸收不少的熱。雙管齊下，把內桶裏熱吸去，溫度降落，結成冰屑。旋轉是幫助內桶裏液體的對流。愈近外面，溫度愈低，愈到中央，溫度愈高。一路旋轉，一路不斷的拌攪，中央和四周的溫度，一樣的降底，全部凝結勻細。

鹽溶在水裏要吸收熱，所以加熱時可以使鹽溶化得快。石灰溶在水裏却要放熱。化石灰時，放出來的熱，可以使水沸，放幾個雞蛋在裏面，不多幾分鐘便煮熟了。

熱和住

房屋的作用，除儲存所有物外，直接和我們生活的關係，和衣服一樣，是調節冷熱。要是氣候的溫度，常常在二十度到二十五度間，房屋的作用，只有在下雨時才顯著。溫暖地帶的人民，住所往往比較簡陋。空氣溫度變化大的地方，房屋的構造比較複雜。只供遮雨用的房屋，門窗的問題，不十分嚴重。簡單的棚，只要上面不漏水，便可滿足需要。若要達到調節空氣溫度的變化，門窗的關係便非常重要。

這又和衣服一樣，兩個不同的需要，並且是相反的需要，要同時解決。就調節溫度的需要說，空氣愈不動愈好。空氣不容易傳熱。只要室內空氣不動，室外冷熱的變化，便不會得影響到室內。但是另一方面，我們要呼吸，要不斷的換新

鮮空氣，室內空氣愈流通愈好。流通便生對流，對流便簡接使室內的溫度跟了室外起變化。這樣，我們便不能保持室內適宜的溫度。深井古窟裏，空氣的對流，比較困難。井窟裏的溫度，比較穩定，少受外面冷熱變化的影響。然而空氣不新鮮，往往堆積着不少炭養氣。人若不留心，貿然進去，或者會得發生意外——窒息死去。所以我們要進古井石洞時，往往先點一個火試探試探。要是火熄滅的話，便是不宜呼吸的證據；沒有把裏面空氣換好，一定進去不得。

一層層的衣服，是一種調節空氣對流的妙法。房屋上若要採用同樣方法，勢必要做好多層的門窗。門，或者還可以用這方法。窗兼透光；層數愈多，透光愈難，這方法徒勞無益。雙重門，三重門，在道地的建築是常有的。門和門間，往往是一丈左右或更長的一道甬道。狹長的甬道，形式彷彿是井或岩洞，空氣對流比較難，所以外門只能使甬道和室外的空氣對流；內門只能使室內和甬道的空氣對流。除非二道間同時開通，室外和室內的空氣不會得直接對流。在冷天，可以保持室內的熱不外散；在熱天可以保持室外的熱不侵入。

用窗通空氣，不容易防止室內外空氣的對流。最理想的方法是把窗的作用減少一半；專供採光，不司換氣。這樣，窗不必能開，只須在牆上裝透光物質便行。

。換氣用風扇，一扇出，一扇進。裝了自動控制的電扇，每隔一二分鐘扇一次。不必開窗，室內空氣新鮮。大規模的建築，有好多已經採用這方法。

房屋的通氣比衣更重要。所以用減少對流的方法來調節溫度，不很適用。冷天裏，我們不阻止室外冷空氣流入，我們用另外的方法使新鮮空氣到了室內也暖起來。火爐、火盆是一種方法。燃燒發生的炭養氣，極容易滯在室內；尤其是火盆，沒有烟囪，全部混在室內空氣裏。最好是在室內裝管子，使熱水或水蒸氣在管子通過。燒水的爐子，另在別處，室內的空氣，不受到惡影響。連合了上面說的通風方法，可以使室內外溫度有了顯著的差別，自然會發生對流；熱氣從上方的洞流出，冷氣受下方的洞流入。取熱的管子，裝在冷空氣流入的要道，一進室內，空氣便熱起來。室內吹不到冷風，在室內的人，常常有溫暖的空氣呼吸。

在熱天裏，這許多管子，仍舊可以用。只須改接到前回說過製冰的裝置上。並不是把冰送到管子裏。固體的冰，很不容易在管子裏通過。只須把冷的鹽水，借唧筒的力，使在管子裏通過，已經足夠把三十度的空氣，降到二十度左右。這方法也能幫助空氣流通，使室內得到新鮮空氣，供人呼吸。室外熱，空氣自會得向室內冷處流。進到室內，碰到冷管子，熱被鹽水吸去，冷空氣向外流。所以，

人少時，不用扇，只須高低不同處有通氣洞，空氣的對流很暢快。冷管子裝近進氣洞，一進室內，空氣便發冷，進氣洞要比出氣洞高，這是和冷天時的情形，恰恰相反。

把住處的空氣溫度，用這樣麻煩的手續調節，科學的確能克勝自然，控制自然。不過，室內外空氣相差過遠時，另一方面仍免了一種弊病，就是：人出入時，身體受到溫度的急變，極容易傷風。即使臨時加減衣服，有的人皮膚少鍛鍊，仍受不起這急變，鍛鍊皮膚，使我們自生的衣服會得適應冷熱的變化，實在是最重要的根本辦法。

用上面所說的方法調節室內的溫度，因為手續太麻煩，所以要化好多的錢，不是平常人家所能做到的。平常的房屋，只要材料用得適當，造法略為改良，也可以使室內空氣，冬天裏比室外暖些，夏天裏比室外涼些。譬如屋頂的材料，鐵皮很容易傳熱。瓦和稻草都比鐵皮難傳熱。稻草容易引火，城市裏不相宜，屋頂上鋪很稀的瓦，實在不及稻草好。上次說過，藏冰的屋子全是用稻草。人住居，草屋頂冬暖夏涼，也很合宜，稻草本身難傳熱，並且是多孔性，保持好多空氣在裏面，不容易對流。用兩層磚砌的空心牆，中間停留着一層不流動的空氣，也

有同樣的作用。

房屋的高低，也有不少關係。屋頂低，上面受到的熱，容易影響到下面，屋頂高，熱空氣常在上部，較涼的空氣在下部；屋頂受到的熱，便不容易傳到人住的下層。大熱天，大家喜歡睡在地上，理由是下層空氣比較涼些。不習慣的人，久睡地上，熱天也會得傷風。樓房上層往往比下層低，在熱天裏樓上的溫度常比下層高。在樓下，上面多了一層八九尺或一丈左右的空氣。樓上較熱，熱空氣輕，只會向上，不會得對流到樓下來。有好多地方的鄉村裏，樓上不住人，常做堆存稻草米穀的倉庫。人住在樓下，比平屋冬暖夏涼，新式房屋的平頂，也有同樣的利益。平頂間有一層三角柱的空氣，可以阻止屋頂受到的熱影響平頂下面來。

房屋的作用，除調節溫度外，還可以避風雨。風、雨、以及一切氣候的變化，原因仍不外是熱的變化。假定地上的溫度各處相等，天天相等，日夜相等，那麼一律在同溫度下，空氣不容易對流，風從那裏來？在同一溫度下，水還可以蒸發；但是空氣不對流，蒸發便很容易停止。空氣中水蒸氣飽和時，水便不能再蒸發。空氣溫度不變動，水蒸氣又不會得凝成雨滴。這樣，雨從那裏來？沒有風雨植物動物不得生活，人又怎樣？風雨太過了份，要造成風災水災。絕對沒有風雨

，不又要造成生物絕滅的大災？風調雨順，我們最需要的是不過份的變化，變化的起因是溫度的差別，溫度差別的主動，是太陽的輻射和地球的轉動。

太陽的熱

取熱的方法，比較取冷省便。最省便的，是太陽的熱。譬如洗了衣服，掛在太陽光裏晒，就是利用太陽的熱，使衣服上的水蒸發。農家收割了稻子，也要把穀和稻草等晒乾，然後可以儲藏。直接利用太陽熱，不外乎放在太陽光裏晒。園藝家用的溫室溫牀，有一種最簡單的，是完全利用太陽的熱，不加發熱的肥料。只須造一所玻璃屋或玻璃棚，有太陽時，讓太陽光晒進去，沒有太陽時用稻草等蓋起來。這樣，裏面可以保持相當的溫度。太陽的熱很大，有過一種試驗，用複雜的裝置，把太陽熱聚集起來，能使使發動機運轉。太陽的熱雖是很大，可惜普遍分散，非用複雜的裝置，不容易集合起來。這是將來科學家努力研究的問題。

取熱的方法，最普通的是生火。火是物質和空氣中養氣急速化合時的現象。這熱名叫「化合熱」。好多物質和養氣化合時，都發生不少的熱。尤其是我們用的燃料，如木柴、茅柴、炭、煤、火油等等，在燒的時候，多有很大的熱。日常

煮飯煮菜泡茶，火車輪船飛機以及工廠裏一切機器的轉動，都要用這等燃料取熱。木柴茅柴等是晒乾的植物。炭是植物製的。煤是古代植物埋在地裏變成的。火油也是古時生物埋在地下變成的。我們還記得，植物的製造本領非常大；吸收空氣中的炭養氣，造成糖和粉。但是這種工作，只有在太陽光裏才做；只有綠色的植物才會得在太陽光裏做這工作。說到這裏，我們燃料燒時發生的熱，牠的根源，仍舊是太陽的熱。太陽的熱，幫助綠色植物製造養料，供給牠自身的長大。植物長大起來，身體裏包含好多的炭質。這等炭質，便是燃料的主要成份。要是沒有太陽，我們的燃料，從那裏來？燃料發的熱，我們可以說就是儲蓄在植物體裏的太陽熱。

電學的研究，近來非常進步。電爐電灶，不論是家庭裏或工廠裏，一天一天的推廣；將來恐怕要普及到鄉村也難說。電熱和太陽有關係嗎？還是逃不了太陽熱的轉變。爲什麼？試問發電的動力從那裏來的？最普通的發電機是用蒸氣做動力。蒸氣是水熱時變的。使水熱，我們仍舊要用上面說的燃料——煤。太陽的熱，儲蓄在燃料裏。燃料的熱變成蒸氣的力，蒸氣的力再變成電力；電力再變成電爐電灶的熱。

水力發電，也是常見的。這樣，水流動的力變成電力；電力再變成熱，好像和太陽是沒有什麼關係。不！仍舊還免不了。爲什麼？水從高處向低處流，才有動力。高處的水，仍舊是太陽把牠從海裏搬上去的。海水受到太陽的熱，蒸發上昇。水蒸氣在空氣裏四方分散。在半空中聚成雲。遇到冷，再結成雨。高山上的水，全是雨水。所以水力發電，是：太陽的熱，把水搬上山，山上的水力再變成電力。風力也可以發電。風是空氣的對流。對流的起因，是溫度的差別。空氣溫度發生差別的主要原因，是受到太陽的熱。總之，無論發電用什麼方法，電熱的來源，我們仍舊一一可以追溯到太陽。

取熱的另一方法是摩擦。摩擦的動力不外機器和人力。機器的轉動，總逃不了上面說的蒸氣力，水力或風力等等，牠們的起源，都可以推到太陽。人力或動物的力，大家都知道是自己身體裏發出來的。就這一點說，身體彷彿是一架機器。我們身體裏有生火的爐子，這爐子裏常常要裝燃料。燃料，就是我們的食物。食物在身體裏變化，發生相當的熱力。要是拿食物能發生的熱，當牠們和煤炭等燃料發生的熱，同樣的測定：醃肉一斤，約有二千八百卡；乾黃豆一斤，約有一千五百卡；牛肉一斤，約有七百卡，雞蛋一斤，約有六百五十卡……

說到這裏，我們要把「卡」的意義弄一弄清楚。溫度是寒暑表上所表現的。單位是用「度」。度只能表示熱的高低，不是熱的多少。多少和高低不同。譬如一把小的水壺，內容只能放半升水，現在盛的水是二十度，把牠煮到一百度，共須熱四十卡。零外有一只鍋子，裏面盛了二十度的水五十斤，就是二斗五升。若要煮到一百度，共須熱二千卡。同是從二十度昇到一百度，就是加八十度；大鍋裏的水比小壺裏多五十倍，需要的熱，也要大五十倍。小壺容易煮沸，大鍋難煮沸，這是日常看到的，大家都知道的。因為需要的熱多，所以難熱。表示熱多少的，名叫卡。卡是什麼？就是一升水，溫度昇高一度的熱，名叫「卡路里」，省稱卡。有的，用這單位的千分之一，就是一公分重的水昇高一度，叫卡。若要分得清楚些，前一種叫大卡路里，後一種叫小卡路里。現在我們用大卡路里，省稱卡。一斤醃肉的熱有二千八百卡，就是一斤醃肉在人體裏當作燃料時，可以使二斗八升的水從另度昇高到一百度。

我們要保持健康，一天裏要加三千卡以上的燃料。這是一個極略的概數；各人各不相同。多動時需要較多，靜臥時需要較少；勞働的人，需要更多。這等熱有兩種作用：一是維持生活，一是動作。動作時，耗費熱力；不論動作的大小，

決沒有不費熱力的。大的動作，所費熱力多些；小的動作，費得少些。擦一支火柴取熱點火，我們身體裏也消耗一些熱力。當然，這熱力是由我們食物供給的。醃肉，牛肉，雞蛋，是動物性的食物。豆米麥是植物性的食物。牛，豬，雞的生長發育，也需要養料。牠們的食料，不外草，穀，糠等植物。說來說去，一切維持生命，發生熱力的資源，仍不外是植物。植物體的食料，是太陽光幫助牠造成。太陽的熱力儲藏在植物體裏，轉輾遷移，到我們身體裏，再變成熱力。

我想到西遊記裏的孫行者，一個筋斗可以跳十萬八千里遠；但是遇到釋迦牟尼佛却始終跳不出他的手掌。太陽太陽！彷彿是釋迦牟尼佛；跳來跳去，誰也跳不出牠的熱力範圍。這並沒有什麼希罕；實在是正常的理。我們生活在地上；地是太陽系裏的一個行星。在這個系統裏，一切都應當和太陽有密切的關係。要是太陽的熱減少或加多，直接間接都能影響到地上的一切，不但生物要受到影響，山海江河都可以起激烈的變動。所以太陽的熱不但是一切生命的根源；就是我們的科學，也有好多起源在太陽。

波 動

熱是什麼？這問題有些難答。現在的普通說法，熱是一種動的表現。動的花

樣真正多。地球和星各循軌道繞了太陽轉，是一種大規模的動。地球每天自轉一回，這種動也很可觀。月亮繞了地球轉，也有一定的軌道。轉至朔望弦的月形，給我們的詩人吟詠；轉出沿海潮水的漲落，浙江觀潮，又變成一種熱烈的節場。月亮轉是一種動，潮水漲落也是一種動。詩人的吟詠，看潮的節場，又都是人的動。

動物的身體，大都會得動。植物身體的內部也和動物一樣，在生活時，永遠不息的動。即使死去，屍體依然會腐化。腐化是別種微細生物寄生在屍體上動的結果。顯微鏡世界中，小的動物，小的植物，就是小到只有一個細胞，都在那裏動。吸取食料是動，分裂繁殖也是動。

沒有生命的物體，何嘗不動！風吹着；空氣的對流，從來沒有停止過。江河裏的水流着；海洋裏的水一刻不停的在對流。滄海桑田，風和水的動，常常使我們的土地山林也跟了變動。大石塊風化，會得漸漸變成細砂，水底下的沉澱物，又會得堆積成功岩石。我們雖不看見愚公在移山，但是山土岩石的一部份，始終在變動。要是達到火山爆發，那便在短時間裏來一次大動。就是像白湯鯽魚等的湯裏，用顯微鏡可以看到微小的粒子，不斷的在動。

二、世界都在動。不動，便不成世界，科學研究各式各樣的動；利用各式各樣的動，代我們人的動，補救我們想動而不得動。有的很有規律，有的沒規律。我們因為研究時的便利，定出幾種比較動的方法來。一種名叫速率，就是用時間和距離兩個條件來比較動的快慢。通例，時間是限定用一秒鐘或一點鐘做標準；再看在這一定時間裏動了多少距離。例如一秒裏動五公尺的，比一秒裏動三公尺的快。又如一點鐘動八十公里的，比一點鐘動四十公里的快。有規律的動，速率當然也有規律。就是快慢不等的動，我們仍舊可以用平均數來表示牠的速率。人物機器的動，快慢不能絕對一律，在開始時，總是由慢加快；到將停止時，常常是由快減慢。

要是動的地位成功一來一往的，比較有規律。這等動像掛鐘裏的擺，我們叫做擺動。水面的波動，全體看，好像和擺不同，若把一個波獨立看，一上一下，一高一低，實在和擺沒有什麼兩樣。單獨看名叫擺動，也可以叫振動，全體看名叫波動。波動，可以當作無數的擺連續在一起看。

比較波動的快慢，我們仍舊可以用速率來表示。例如從出發點起，經過五秒鐘後，波動前進了十五公尺，那末這波的速率，在一秒鐘的標準時間裏是三公尺。

。擺動振動，老是一個範圍裏來來往往的動；經過很長久的時間，也不前進。這種動也有快慢，但是不能用速率來表示。例如一只鐘擺，老是在左右各三十公分的範圍裏來往，經過一秒鐘如此，經過一點鐘、一天、一星期，仍然如此。我們另外用方法比較。時間仍舊拿一秒或一點做標準；動得快的來往的次數多，動得慢的來往的次數少。這叫頻率，亦叫週率。一秒裏來往一次的鐘擺，每秒的頻率是一；一秒裏來往十次，頻率便是十秒。

波動的比較可以兼用兩法。就全體看，從出發點起，經過一秒鐘，前進到某一處，是速率。從一個波看，在一秒裏，上下幾次，高低幾次，或者前後往來幾次，是頻率。從速率和頻率兩者，又可以得知一個波的長短。例如有一個波，一秒鐘後，前進到三公尺處，牠的速率是每秒三公尺；在這一秒裏，牠的頻率是五十，就是上下或前後來往五十次。一秒鐘裏前進三公尺，即三百公分；這時間裏共產生了五十個波，那末每一個波，不是只有五十份之三百公分，即六公分長？換句話說，就是第一次動，只在六公分的範圍裏。這一個波，激動了周圍，在第二次動時，六公分範圍裏的波以外，從六到十二公分的範圍裏激起第二個波。第二個波再激動牠的外圍，到第三次動時，六公分以內仍舊，六到十二公分間第二

波仍舊，十二到十八公分間又產生第三個波。照此類推。到一秒鐘時，原來的波動滿五十次，共計激起了五十個波，前進到三百公分處；每一個波長六公分。

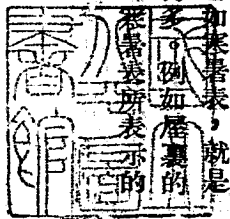
熱是波動，聲音，光都是波動。聲音的頻率小，熱的頻率大，光的頻率更大。就是說，音的波長，熱的波短，光的波更短。我們的感覺是分工的，耳朵只管頻率小波長的音，皮膚只管頻率較大波較長的熱，眼睛只管頻率更大，波更長的光。每秒頻率比十六再慢，耳朵聽不出；快到二萬以上，耳朵又聽不出。耳朵的聽覺，只限定在每秒頻率十六到二萬間。過與不及，耳朵都管不了。在空氣裏，音波的速率，每秒約三百三十二公尺。我們能聽到的聲音，波最長的約二十一公尺，最短的不過。〇一六六公尺，就是一公分半多些。

每秒頻率從二萬到二千萬萬間，我們的感覺不能直接感得。從三千萬萬到四百餘萬萬萬間的一段，我們覺到是熱。熱波向四方分散，名叫輻射。輻射的速率比空氣裏的音波要快到將近一百萬倍，每秒能射到三萬萬公尺遠。所以熱波最長的不過是千分之一公尺，即一公厘；最短的只有。〇〇〇七二公厘。頻率每秒四百餘萬萬萬次，快得來不及數牠的次數。波短得只有。〇〇〇七二公厘，我們沒方法用尺量。太短了，用公厘做單位不方便，另外定一個名稱，叫做恩斯特倫，

簡稱恩；就是一公分的一萬萬分之一，就是一公厘的一千萬萬分之一。用了這單位，熱波中最短的有七千二百恩。

我們眼睛感到的光，頻率比熱還要大，在四百餘萬萬到七百五十萬萬之間。光也向各方向分散輻射；輻射的速率和熱的輻射同，也是每秒三萬萬公尺。所以光波最長的是七千二百恩，最短的約四千一百恩。比光再短的波，我們又不能感覺到。

我們的感覺，這樣分工，非常巧妙。但是，有時，很容易發生錯誤。譬如溫覺，春末夏初，我們穿的衣服容易過多；秋末冬初，容易過少。從冷天漸漸溫暖，冬季裏的棉衣皮衣，老是不肯脫去。從熱天漸漸寒冷，老是不高興換夾衣。大熱天在屋子裏的人，覺得悶熱得不耐；從屋外太陽光裏走來的人，却覺得非常涼爽。聽音，看光，也會得發生錯誤。單憑感覺的觀察，不能作為正確的科學根據。所以研究科學者要注重測定和實驗。測定是用儀器代感覺。譬如寒暑表，就是測定溫度的儀器，用寒暑表測定的溫度，比我們的感覺要準確得多。例如屋裏的溫度是二十度，不管人從太陽裏走進來，或者從冰廠裏走進來，寒暑表所表示的溫度決不會貿然的變動。



中華民國二十八年拾月初版

新青年叢書科學雜誌（第一冊）

每冊實價國幣四角

外埠酌加運費匯費

著者 俞 子 夷

主編者 新青年半月刊社
浙江省戰時教育文化事業委員會

發行者 浙江省戰時教育文化事業委員會
書刊發行部

印刷所 東南日報第二印刷廠

經售處 全國各大書局

（本書校對者周大燧）

#3

802215

47

802215

(1)