

說圖學力

楊孝述 楊逢挺 合編

10
科學技術出版社

內 容 提 要

本書根據物理學中力學部分的原理，結合了日常生活中所遇見的事物以淺顯的文字編寫而成，並附以豐富的插圖。每章雖各成段落，但仍有連貫系統，且偏及初步物理學中有關力學的主要部分。

本書可適合高初中學生作為課外讀物之用，亦可備中小學教師們補充教材時之參考。

力 學 圖 說

編 者 楊孝述 楊逢挺

*

科學技術出版社出版

(上海建國西路336弄1號)

上海市書刊出版業營業許可証出079號

大眾文化印刷廠印刷 新華書店上海發行所總經售

*

統一書號：13119·14

(原中科院印18,200冊)

開本 787×1092 1/32 · 印張 8 1/8 · 字數 180,000

1956年4月第1版

1957年2月第4次印刷 · 印數 10,021—20,020

定價：(10) 0.85元

52.10
1643

序

初學物理學的人，最覺得困難的，是不容易正確獲得各種觀念與了解各種原理。他們雖然把原則、定理、背誦到爛熟，但是遇到實際生活中的事象，依然不能應用。於是所讀到的物理學，好比是抽象的玄學，並非具體的科學，這樣去學習物理學，真是事倍功尚未及半哩。學習自然科學，最要緊的是“理論”與“實踐”能够打成一片，物理學決不是玄學，而是可以實證的科學；物理學上所論的許多事理，從日常生活中隨處可以找到例證。我們學習物理學，一方面固然為的是“明理”，另外更主要的目的，是會得據以“解決實際生活所遇到的問題，進而改造自然，改善我們生活的環境”。所以學校中的物理學科，一方面要有“教學”；另一方面更要注重“實驗”，以鍛鍊學生觀察的能力、工作的技能。但是，限於經濟的困難，現在我國的中學校，往往不能有完善的物理學實驗設備與機械模型，這就造成了學生的學習，教師的講授上的主要困難的來源。不得已求其次，注重物理學在日常生活方面的應用，而多用插圖輔助說明的書籍，對於學生的學習，亦可有許多幫助的，我國的出版界又很少這樣的出版物。

本書內容大都取自科學畫報，但是經過徹底的修改，並增添問題，以便討論、複習。本書的插圖非常豐富，說明力求淺顯，使初中學生可以讀得懂，高中與大學初年級的同學亦可備作參考，中小學的教師則可採取到許多補充的教材，包括文字與插圖。本書的取材，是各方面都顧到的，因為不受編輯教科書那樣的許多限制。許多事項，是沒有一本教科書中曾經詳論到的，却可從本書中發見，尤其是許多大幅的精美插圖，更非一般教科書中可以

405625

看到。又有許多原理，我們是採用講話式的筆墨敘述的，以求生動有趣，容易使讀者領悟，這亦非一般教科書所便於採用的格調，然而，對於自修的讀者，却是很適宜的寫法。我們所加意注重的，是物理學在日常生活中的應用，因為我們相信，祇有從注重實際生活上的聯繫的學習，才是正當的有效的學習途徑。例如，力學圖說的圖 5，圖 6，圖 7 說明槓桿的應用，圖 19 說明滑輪的應用，圖 29 說明斜面的應用……，都很切合實際。本書雖然是集合許多文章所編成的，內容却很有系統，徧及初步物理學的各部分材料，所以對於初學的人，一定不無幫助。內容不完備之處，請讀者指示，以便再版時增訂。

本書材料的收集的工作，大部分由楊逢挺先生擔任，付印時又經薛鴻達先生校對與修改過。最後，還得感謝原初為科學畫報撰稿的幾十位先生。

楊 孝 述

一九四九年八月

目 錄

第一章 簡單機械

一、槓桿——原始的機械·····	1
第一座機械 施力與阻力 千百萬哩的推動 槓桿的臂 摩擦的損失	
二、輪軸·····	12
搖柄代輪 機械利益 船上的絞盤	
三、滑輪·····	17
滑輪是槓桿的變相 功的原理 滑輪組 滑輪的應用	
四、斜面劈與螺旋·····	27
斜面的原理 曲折的山路 平衡力 斜面的利益 劈 螺旋的價值 斜面的應用	

第二章 力

一、力的合成與分解·····	39
合力與分力 力三角形 推與拉那個省力 風箏	
二、摩擦力·····	49
摩擦的因果 怎樣減少摩擦 摩擦力也有用的	
三、假使沒有摩擦力·····	55
步行與滑跌 溜冰之道	
四、離心力的意義與應用·····	60
圓周運動 向心力與離心力 離心力的應用 地球面上的離心力	
五、偉大的萬有引力·····	75
地球拉住它的物體的力 地球也拉住了月球 太陽系的成因 萬有引力 宇宙的存在全靠萬有引力	

六、海潮漲落的原因·····	87
七、重量與質量有什麼不同·····	89
你的體重隨地不同 重量改變質量却不變 你為何不覺得地球在 旋着 天平與秤	
八、平衡的祕密·····	94
怎樣保持平衡 重心 平衡的實例	

第三章 運動

一、物質的慣性·····	103
慣性 慣性的影響 如果慣性停止了	
二、運動的意義與種類·····	108
動與靜的相對性 運動的種類·····	
三、靜止物體與運動物體·····	112
兩顆石子 靜止與運動的定義 靜止中的馳馬 速度與速率 速度比較表 什麼是勻速度 加速 從靜止發動 紙與銅元	
四、關於速度的幾個問題·····	124
加速度的意義 加速度運動的算法 速度的合成 力的平行 四邊形原理	
五、地球的轉動·····	134
怎樣知道地球是轉動的 太陽的視似路徑 一個傘的實驗 古代的理想 真確的事實 擺動的鏈條 擺的擺動 佛科 擺證明些什麼 地動的其他證據	
六、稱地球的重量·····	145
地球的重量 應用模型的求法 加文笛許怎樣稱地球 擺錘的 性質 一個天文家在深井中 在天平上的水銀 數學的神奇	
七、動量與衝量·····	153
動量的意義 火車撞車的危險 為什麼鏈能夠敲釘入木	
八、力與其反力的幾個實驗·····	158
九、功與功率·····	162
騎腳踏車上山 功率的意義 利用機械來作功	

第四章 分子力

一、物質分子力的性質	169
表面張力 毛細現象 粘滯性 多孔性 壓縮性 內聚性 擴散	
二、分子力舉例	180
內聚力與附着力 易碎的物質	
三、油爲什麼能平服怒濤	183
四、物質的彈性	185
彈性的例 鋼的彈性 足球被踢時的情形	
五、物質的三態與奇妙的分子	189
物性 物質的三態 汽水冰 一切物質都有三態 分子 原子	
六、原子內幕	195
原子組成的家族 電子的結構 電子的軌道	

第五章 水

一、比重的意義與求法	204
浮沈的現象 阿基米得原理 比重的意義 阿氏原理的應用	
密度 比重的求法	
二、液體所生的壓力	215
器底壓力之怪現象 液體必尋自己的水平面 液體的深度與壓力	
三、液體的傳力——巴斯噶定律	222
液體的性質 巴斯噶定律 一個似乎矛盾的事實	
四、都市給水是怎樣的	229

第六章 空氣

一、空氣是物質的證據	232
空氣是物質嗎 空氣的壓力	
二、我們周遭的空氣	235
大氣 馬德堡實驗 大氣的壓力	
三、氣壓計	240
水銀氣壓計 無液氣壓計 氣壓計預測晴雨	

第一章

簡單機械

一、槓桿——原始的機械

1. 槓桿可以分幾種？那一種省力？那一種省時？
2. 什麼叫做槓桿定律？
3. 秤，筷，拔釘鉗，剪，鑷子，各是何種槓桿？
4. 試舉出日常生活中所用屬於槓桿的機械六種，並說明每種的支點，力點，與重點。

人之異於禽獸的一點，是他會利用機械做工作。人類從遠古時代起，就已經會得製造或利用機械了。

機械，是用輪軸、槓桿、彈簧、斜面、與曲柄等簡單機械構成的複雜組織，如紡織機、印刷機、軋米機等。

但是我們應當知道，人類在製造這類複雜機械以前的石器時代，已經能夠應用各種簡單的機械。這些機械，古人若不知應用，人類的生存決不能延續到今日。

若沒有機械幫助，不但工廠內不能製造任何物品，即在最簡單的家庭內，也不能進行一切工作。

斜倚壁上的樓梯、開關抽屜的鑰匙、切菜的刀、釘鉸鏈的螺釘、汲水的轆轤、擦火的火箸等家用器具，也都是機械。工廠內所用的複雜機械，不過是各種不同的基本機械的集團罷了。基本機械就是簡單機械，主要地講，有槓桿、輪軸、滑輪、斜面、螺旋。

第 一 座 機 械

人類發明的機械當以槓桿為最早。倘使我們要移動一塊笨重的石頭，或者開一個木箱蓋，都得用一根鐵棒來撬起。把棒的一端，置在所要移動的重物下面，再將棒的近物處攔在一個堅固穩定的突起物上，然後將另一端用力壓下，就可以撬起重物。鐵棒是槓桿中最簡單的式樣，而槓桿又是機械中最簡單的式樣（圖1）。

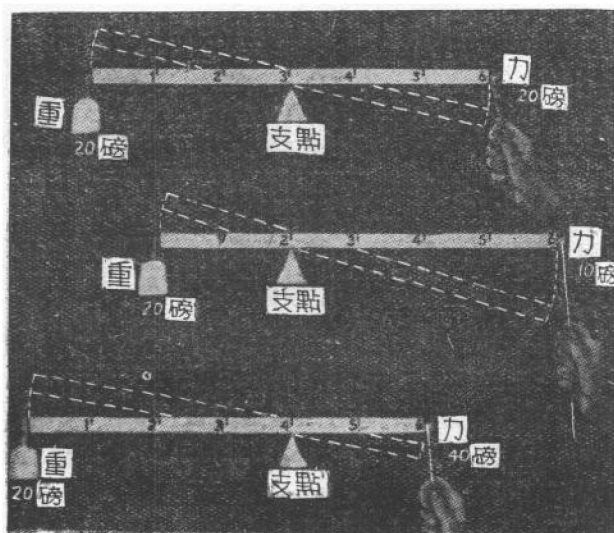


圖1. 用第一類槓桿所得的利益，可以從此圖中表現。加在長臂上的小力，能够舉起在短臂上的大重。小力乘長臂長度之積，等於大重乘短臂長度之積。

槓桿就是一根堅硬的棒，攔在固定的一點或力口上，能够在那所攔之點或力口上自由轉動。這種棒可以是直的，也可以是曲的，最簡單的例如秤桿。此外我們日常習見的例甚多，如小兒游

戲的軒輊板、剪刀、鉗、榨甘蔗的榨床、鏟、鑰匙、划船的槳、獨輪手推車等，說也說不盡許多。

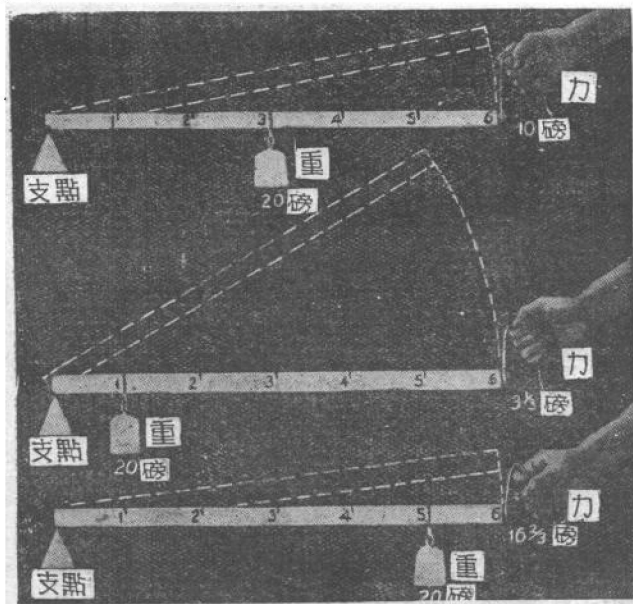


圖 2. 這是第二類槓桿工作時的情形。力與重均在支點的同一邊，作用於相反的方向。重臂是從支點至重點的距離，力臂是從支點至力點的距離。它的原理與第一類槓桿相同，就是力乘力臂之積能够平衡重乘重臂之積。用這一類槓桿，力總是比所起的重小。

槓桿所攔的固定點稱做支點。在支點兩邊的槓桿部分，稱做槓桿的臂。自支點至用力的一點的距離稱做力臂，自支點至荷重的一點的距離稱做重臂。

施 力 與 阻 力

用一根鐵棒撬動一塊巨石，或撬開一只箱蓋時，在棒的較長一

端上所施的肌肉力，稱為施力，或單稱力。石的重量或釘吃住木箱蓋的摩擦力，稱為阻力，或單稱重。

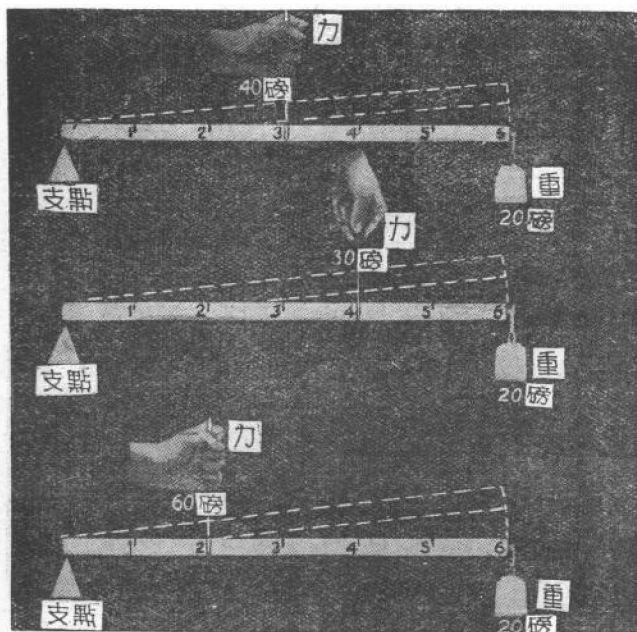


圖 3. 在第三類槓桿上，力與重也同在支點的一邊，並且作用於相反的方向，不過力至支點的距離比較重至支點的距離近。用這一類槓桿，力不論加在何處，總是比所起的重大。

施力與阻力總是互相反抗的。倘使要維持它們的平衡，那麼在兩力相等時，它們離開支點的遠近必須一樣。這裏所謂平衡，是說槓桿在力之作用下，不移動也不轉動。這個情形可以從天平上看出。天平上的力臂與重臂是相等的，我們置 5〔兩〕綱在天平的左盤內，也就需置 5〔兩〕砝碼在右盤內。兩個重量壓在兩邊盤上的力量相等，其臂又相等，才能維持天平的梁於水平狀態。

古代原始人所發明的槓桿，就注意到一件事，就是：倘使在槓桿的一端上所受的力，大於另一端上所受的力，為維持槓桿的平衡計，受大力的臂須較受小力的臂短：

我們常見挑擔的人，若兩端所載的重相同，便將扁擔的中點擱在肩上；若兩端的重不相等，則把扁擔的中點移前或移後，務使較重的一端離肩近，較輕的一端離肩遠。長臂上的小重，便可以來平衡短臂上的大重了，其關係為：大重對小重之比，等於長臂對短臂之比（圖 1）。

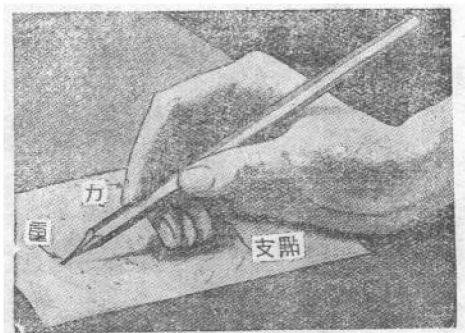


圖 4. 我們握住鉛筆寫字，也是應用槓桿的原理而工作。重是筆尖上所受到的壓力，力是中指的壓力，支點是靠檯上的腕下或小指下。

因為這個原理，便使槓桿成為極有價值的機械。人類靠它的幫助，才能造成偉大的功績。希臘的大科學家阿基米德氏曾經說過：給我一根充分長而充分堅強的棒，再有一個支持物擱這個棒，那麼憑我本身的力氣，也可以撬起這整個世界。

千百萬哩的推動

在理論上，這位希臘科學家是說得不差的，但是在事實上當然不能做到。因為那根充分長的棒需得與地球至最遠恆星的距離

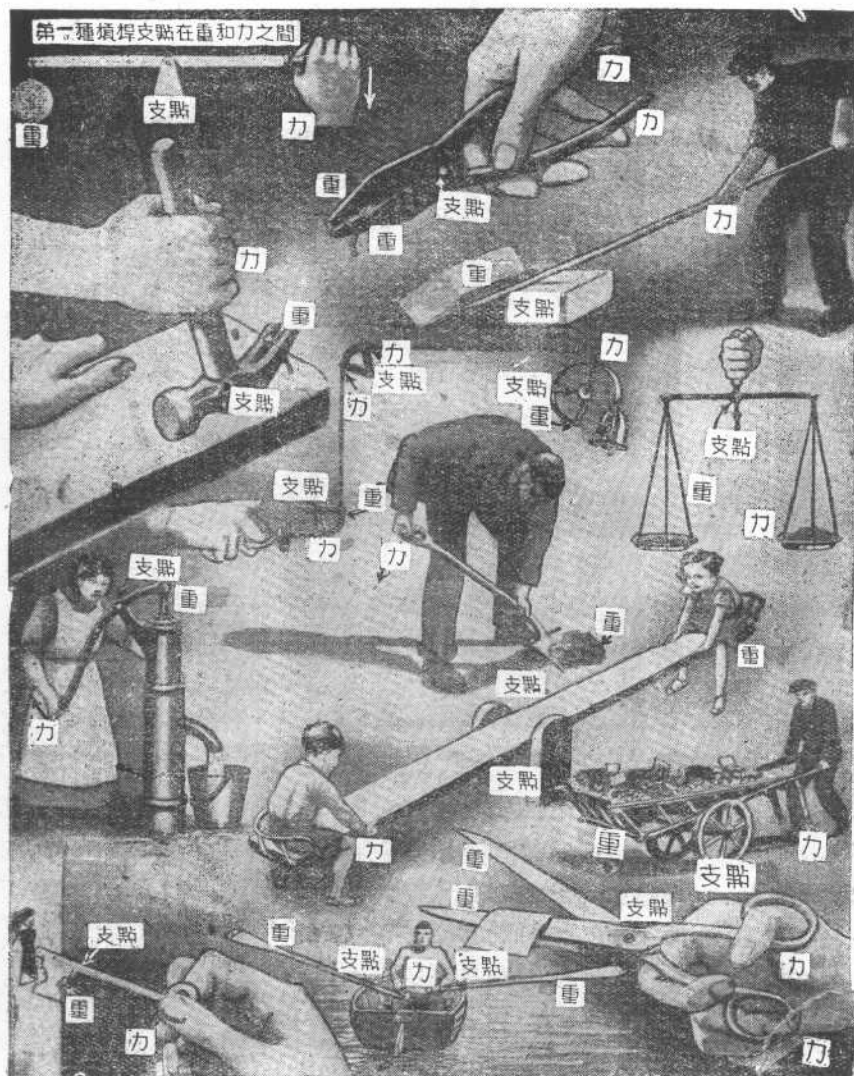


圖5. 我們一看這幅圖，就可以明了槓桿對於種種日常生活的重要。
圖中左上角的一個簡圖表示第一類槓桿上各部分的位置。

那樣長，並且他須把他所執棒的一端推下 10^{18} [哩]，才能把地球撬起 1 [吋]。

要明瞭應用各式槓桿，能夠得到些什麼利益，只要記住槓桿定律：力乘力臂之積，等於重乘重臂之積。這個定律怎樣解說，讀者可參觀圖 1, 2, 3, 就可以明白。

最簡單的槓桿式樣雖然是支點在中間，重量在支點的一邊，而施力於支點的另一邊，但是這並非這三種要素的唯一排列法。

我們可把槓桿分做三類。在第一類中，支點在二力之間，即普通所稱的重與力之間；第二類槓桿的支點在桿的一端，力在桿的另一端，而重在中間；第三類槓桿的支點在桿的一端，重在另一端，而力在中間。

對於這三類槓桿的實例可參看圖 4, 5, 6, 7。有許多例是兩個槓桿合併的，像剪刀、火鉗等是；也有許多例，槓桿不是直的，却是彎曲的，像拔釘的爪鉗、抽水機的柄等。

在這三類槓桿上，兩個力無論怎樣的大小不同，只要把支點的地位調整得適宜，都可以使它們平衡。

槓 桿 的 臂

在第一類槓桿上，例如撬棍，可施小力於長臂的一端，以增大另一端上的力量。反之，也可施較大的力於較短的臂上，使長臂以較大距離移重，而得較大速度。例如划船的槳或揚旗的長竹竿。

在第二類槓桿上，力總是比重小；在第三類槓桿上，力總是比重大。

用一切槓桿時，其本身的重量與摩擦力當然要連同計算在內，不過在這裏為簡便起見，我們暫且不管。

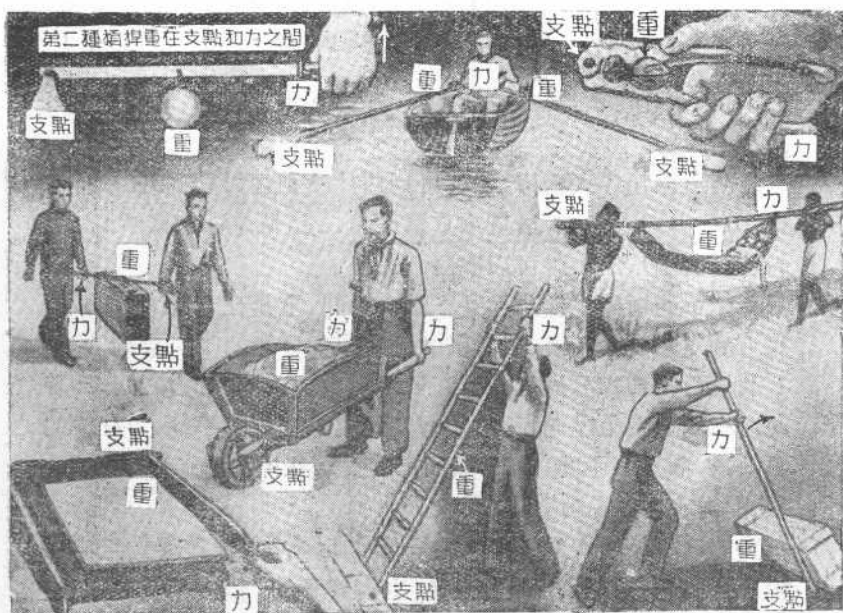


圖6. 這圖表示日常動作上的第二類槓桿的应用例子。
圖中左上角是第二類槓桿的簡圖。

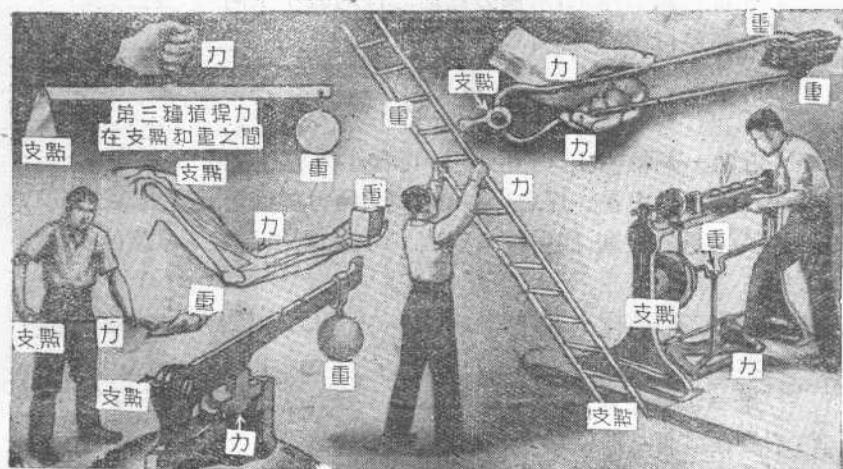


圖7. 這圖表示第三類槓桿怎樣应用于家庭与工厂中。
圖中左上角是这一类槓桿的簡圖。

無論那一類槓桿，在日常生活中時常在應用着，不論工作或遊戲，在家庭或在工廠，你祇要留心，隨時可找到槓桿應用的例子。

我們用一根槓桿來做一件工作時，常把同一器具從一類槓桿變為另一類槓桿。例如一個人要從地上提起一個梯倚在壁上，他起先握着梯的一端，把另一端靠住地板來支持，然後開始舉起（圖6）。這時候的梯子屬於第二類槓桿，地板支持的地方是支點，梯的本身為重量，而手提的一端為施力的位置。但是在梯子既舉起以後，手握的位置移到近梯的底部，這時，重點在力點的上方，這槓桿就變為第三類了。

划船的槳也是這樣。槳在水中而把船推進時，槳葉是支點，槳架處是重點，而槳柄端上的手施着力。但是槳葉升出了水面時，就變做槳葉是重點，槳架為支點，人的手施力了。

槓桿的大價值，是在用小力勝過大阻力，與用輕物體移動重物體。不過我們需得記牢，機械本身不能產生功，它只能把輸入的功傳遞罷了。譬如一個人用 50 [磅] 的力把一槓桿的長臂拉下 2 [呎]，這槓桿上輸入的功是 100 [呎·磅]。槓桿用這 100 [呎·磅] 的功可以把短臂上 100 [磅] 重升起 1 [呎]，或把 200 [磅] 重升起 $\frac{1}{2}$ [呎]。這個輸出的功，並不是槓桿本身所能產生，它祇是傳遞所輸入的功而已。

一個小孩用了一根鐵棒就可撬起一塊巨石。看起來好像鐵棒能够做功，因為沒有鐵棒，他就不能夠撬起那巨石。其實並不如此，功是小孩施出的。

我們把以前所說的槓桿定律再來申述一下：支點一邊的力乘力所移動的距離，等於另一邊的重乘重所移動的距離。換句話說，一具機械上輸入的功等於它輸出的功。因為槓桿長臂的一端比短臂的一端移動得距離大，所以加在 6 [呎] 長槓桿臂的一

端的100〔磅〕力，能够移動加在1〔呎〕長的另一臂之端的600〔磅〕力了。

在槓桿上，與在其它許多機械上一樣，我們或是犧牲力來增加運動，或是犧牲運動來增加力。當然，因為摩擦力與槓桿本身重量的關係，我們從機械中所得到的功，決不能像所加入的功一樣多。

摩 擦 的 損 失

一個機械不論它的構造若何巧妙，總有一部分功，因摩擦而損失。機械中功的輸出量決不能與輸入的量相等。可是竟有些聰明人會白廢心力，窮年累月，孜孜不歇地想發明一個永動機，真是奇怪。所謂永動機，是不須原動力來傳動，也不須燃燒什麼燃料而會自己永遠動作，就是毫無所費，而能永遠輸出有用的功的機械。那些妄想永動機的人們，如果對於力學有較深切的認識，那麼妄費的精力，就可移到旁的有用的事業上去了。

研究各類槓桿及其不同的形狀，是一件很有趣味而有益的事，例如桿秤，是我們從古用來稱物的器械，屬於第一類槓桿之不等臂者。堆棧中稱貨的都用鋼製的桿秤。中國的戥子用木或獸骨做桿，小的只約5,6〔寸〕長，用絲線繫在一定位置作支點，一端掛一小盤，長臂上懸一可以移動的重。戥子可以稱輕小之物，十分靈巧便利。

槓桿臂或曲或直，在運用上並無分別。例如拔釘的爪鉗，微彎的鉗頭即是槓桿的短臂，鉗的木柄即是槓桿的長臂。釘在木內的釘有時雖用2000〔磅〕的力量也拉它不出，但是用這樣一個小小的爪鉗，就是小孩也可以把釘拔起了。

雙槓桿用途也極廣，例如鉗、剪、火鉗等。用一種刀頭極長而