

小牛顿

实验王

XIAONIUDUN

SHIYAN WANG

接轨科学课·扫码看视频·动手做实验

力的应用

小牛顿科学教育有限公司 编著

神奇的杠杆
牛顿运动定律
看不见的摩擦力
液体中的力学
平衡特技表演
力与能量的转换



全国百佳图书出版单位

化学工业出版社

北京市绿色印刷工程
优秀青少年读物绿色印刷示范项目

小牛顿 实验王
XIAONIUDUN
SHIYAN WANG

力的应用

小牛顿科学教育有限公司 编著



温馨提醒：请在成人监护下，安全做实验！



化学工业出版社

· 北京 ·

本著作中文简体版通过成都天鸢文化传播有限公司代理，经小牛顿科学教育有限公司授予化学工业出版社独家出版发行，非经书面同意，不得以任何形式，任意重制转载。本著作限于中国大陆地区发行。

北京市版权局著作权合同登记号：01-2018-4214

图片来源

Shutterstock: P1~P4、P7、P11~P16、P18、P19、P28~P30、P32、P34、P35、P42~P44、P46、P47、P52、P56、P58、P59、P62、P64、P66、P67、P74

Dreamstime: P67、P76

漫画

白嘉彰

小牛顿编辑部

编辑督导/高源清 汪承娟 李昭如

实验指导老师/蔡正立

执行编辑/苍弘萃 林鼎原 余典伦

美术编辑/施心华 张彦华

照片摄影/江育翰

影片制作/蔡亲杰

剪接/白嘉彰

特别感谢刘科佑、刘科宏、王友序、顾晏瑜、吕海澈5位小同学热心参与实验并协助拍摄。

图书在版编目(CIP)数据

小牛顿实验王. 力的应用/小牛顿科学教育有限公司

编著. —北京: 化学工业出版社, 2018.5

ISBN 978-7-122-31754-4

I. ①小… II. ①小… III. ①力学-科学实验-儿童读物 IV. ①N33-49②O4-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第051108号

责任编辑: 刘莉珺

装帧设计: 尹琳琳

责任校对: 边涛

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装: 中煤(北京)印务有限公司

880mm×1092mm 1/16 印张5¼ 2018年11月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 29.80元

版权所有 违者必究

编者的话

新的婴儿潮世代将要来临，但刻板的应试教育，早已无法满足高速增长的社会对创新人才的大量需求，愈来愈多的父母遵从儿童教育应用型人才考虑，希望将自己的宝宝培养成有教养又具追求灵活创新的人格特质，而非只是会考试的书呆子。“小牛顿实验王”书系，抓住现今小学教育转型期这一发展契机，推出每个小实验都搭配有实验视频的新作品，一步一个脚印地带领小朋友进入科学创意新视界。

“小牛顿实验王”以小学科学课为主要内容，强调做中学、学中做，边学边玩边做实验的理念。将生冷硬的科学实验趣味化，主要包括生活物理、生活化学、地球科学、生物秘密等类别。

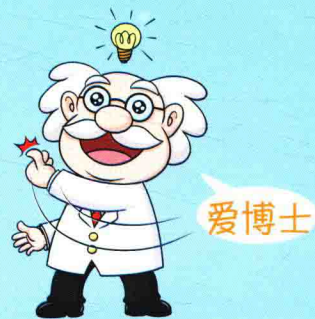
在这一分册中，“小牛顿”以“经典力学”为主题，制作了《力的应用》分册。“力”是个既抽象又具体的名词。当我们提很重的水桶时，要出很大的力；当我们骑脚踏车时，腿也要出力。不过，要是真的问我们“什么是力？”时，却又不容易回答。

“力”是物理学家很早就开始探讨的东西，他们发现不同的物体互相摩擦时，中间会有摩擦力阻碍物体移动；使用特定的机械搬运东西时，如齿轮、滚木，却有省力的效果。后来随着科学家的研究，“力学”这门学科就逐渐形成。

在第1章中，我们将追随早期力学大师——阿基米德的脚步，一起来探索力。阿基米德不但提出了“杠杆原理”，还利用这个原理发明了“阿基米德汲水器”。我们将重现阿基米德当时的实验，

并探究其中原理。第2章就要看力学大师——牛顿的研究。由于“力”无法被看见，不过，对某个物体施加力之后，那个物体就会动起来，因此就可以观察。牛顿统整了力与运动的关系，并且提出经典的“牛顿三大运动定律”。在这一章中，也将分别用三个小实验来理解什么是牛顿三大运动定律。第3章则从牛顿力学的角度出发，来观察什么是摩擦力，以及学习该如何记算摩擦力。第4章爱博士将替我们介绍什么是水的“表面张力”。这章中，会设计许多有趣的小玩具。第5章和第6章，则分别是力的应用。我们要来看看，如何利用“力学”的知识发明出“平衡玩具”“云霄飞珠”及“投石机”。

“小牛顿实验王”中的每一册都附有12个科学微影片，用平板电脑或手机扫描书里的二维码即可观看，再按照书中提示的要点，一步一步教你做到会，影片展示的实验操作技巧，加上书的辅助，让孩子们不会有实验做不出来的烦恼。



目 录



小隆

第 1 章 神奇的杠杆

- 04 实验 1-1 做一个杆秤
- 07 实验 1-2 阿基米德汲水器
- 14 科学轶事：叙拉古的阿基米德



第 2 章 牛顿运动定律

- 20 实验 2-1 敲击积木塔
- 23 实验 2-2 弹珠赛跑
- 26 实验 2-3 空气火箭
- 32 科学轶事：羽毛与铁锤，谁先落地？



第 3 章 看不见的摩擦力

- 36 实验 3-1 拉不开的两本书
- 39 实验 3-2 转不停的指尖陀螺



CONTENTS

小晰



第4章 液体中的力学

48 实验 4-1 浮水的黏土

51 实验 4-2 电线水黾



第5章 平衡特技表演

59 实验 5-1 重心与平衡



第6章 力与能量的转换

68 实验 6-1 云霄飞珠

71 实验 6-2 自制投石机



第1章

神奇的杠杆



神奇的杠杆

宏伟的金字塔、坚固的城堡、华丽的皇宫……要是能亲眼见到这些建筑奇观，一定会对于古代人的建筑技术感到相当佩服吧！你有没有想过，古人没有起重机，也没有机器人或其他大型的机械工具，要怎么把重达几百吨的建筑石材搭建起来呢？还是真如谣传所说是外星人建造的呢？其实古人们是利用一些简单机械与力学的原理，让自己以微小的力量也能撑起笨重的石块，他们运用的就是“杠杆原理”。

杠杆原理是利用一根坚硬的长杆，在长杆的下方设置一个支撑点后，只要在另一边轻轻地施加一点力道，就能在另一边抬起重物了！想想看我们玩跷跷板的经验吧。两人坐在跷跷板的两侧，如果两人的体重不同，体重轻的人会被跷跷板抬起来；如果让体重轻的人往后坐，或是让重的人往前靠近支撑点，跷跷

给我一根棍子，一个支点，我就能举起整个地球。



没礼貌！他可是两千多年前伟大的古希腊科学家——阿基米德啊！



一个人举起地球？这怎么可能？



他在说什么呢？这家伙是疯了吧！



板就有可能把重的人抬起来，这就是最基本的杠杆原理。

杠杆原理早在数千年前就应用在古人的生活中了，尤以2000多年前的古希腊科学家——阿基米德，更是将杠杆原理实际运用到现实中，巧妙地组合出各种不同的机械与机具，像是帮助农民灌溉用的汲水器、拉动大船的机具以及攻击船舰用的投石机等。他曾经说过：“给我一根足够长的棍子，一个支点，我就能举起整个地球。”这句话乍听之下似乎太过狂妄，不过从理论上来说只要符合足够的条件，他确实没有夸大其辞。

古人运用杠杆原理建造出各种惊人的工程，你是不是佩服他们的智慧呢？现在我们也来做实验见证这神奇的杠杆原理吧！



你知道吗？

中国古代的科学研究

战国时期的墨子除了是一位彰显墨学的哲学家，他也是杰出的科学家，在力学、几何学、光学等科学领域上有许多贡献。他在《墨经》中提出杠杆原理，并用到力矩、重（重物）、权（重锤，类似砝码）、本（重物的力臂）、标（重锤的力臂）等概念，发现如果杠杆是水平状态，那边增加重物会使那边下垂，若想恢复平衡则移动支点使本缩短标加长，若接下来两边再加等重的物品，则标这边必定会下垂。这些记录可以说明墨子对于杠杆原理的理解得十分全面。

此外，墨子也利用杠杆原理制造了一种称为“桔槔”的简易起重机械，不但能提起重物，还能帮忙守城士兵击退敌人，实际应用在职场上。可惜战国末期，墨家逐渐没落，许多科学研究与器械技术也跟着失传。



做一个杆秤

实验 1-1

实验器材



小碟子



长吸管



胶带



细绳



钢珠



弹珠



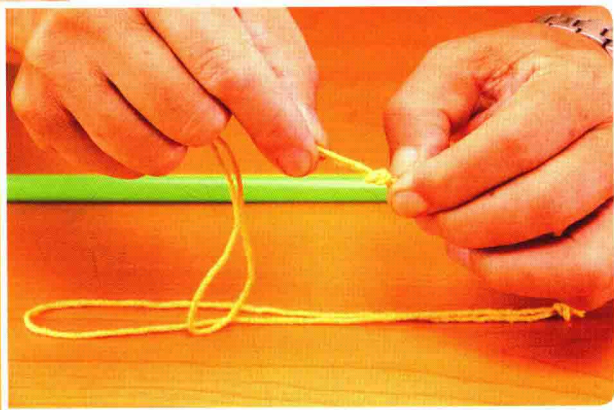
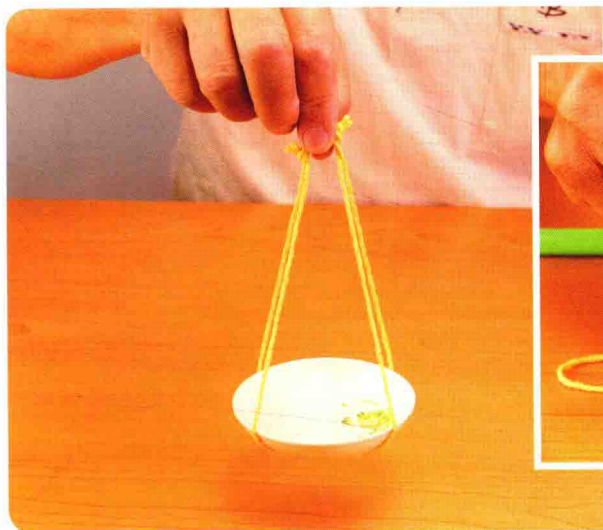
想知道物体有多重？
利用杠杆原理，想称什么
都没问题。





扫二维码
看视频

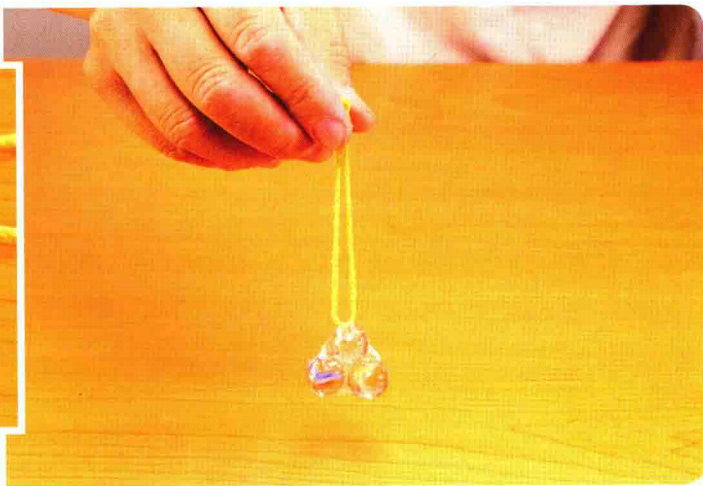
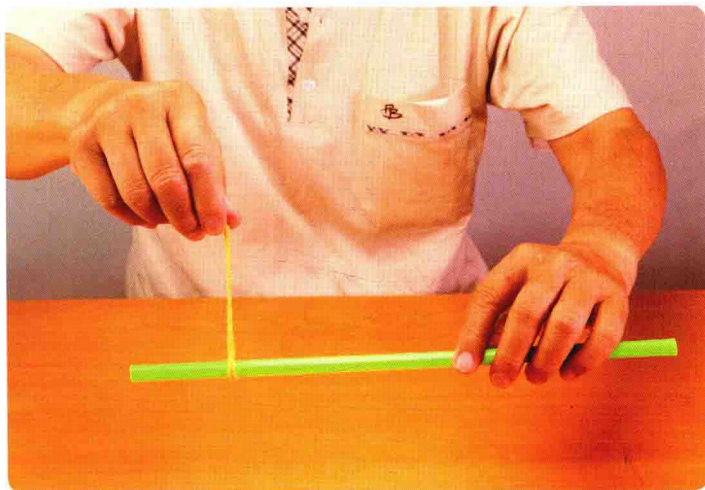
实验步骤

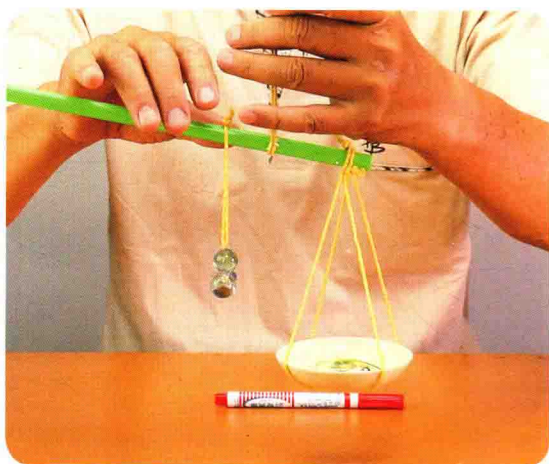
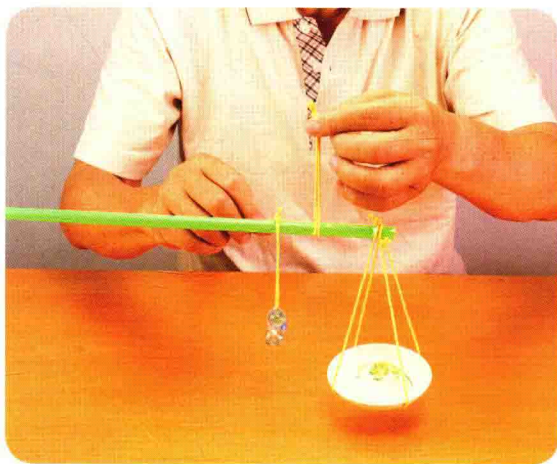


1 剪下两段细绳，各自在末端打结，成为两个绳圈，再将小碟子固定在两个绳圈上。

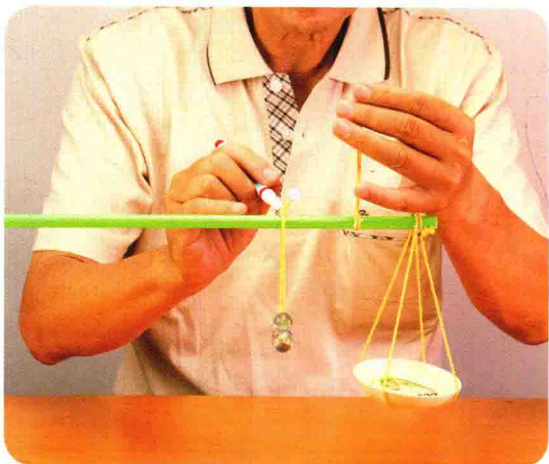
2 取一段细绳，绑在长吸管上约 $1/6$ 的位置并固定好，作为支点位置。

3 再取一段细绳，将3颗弹珠用胶带固定在绳圈上，作为秤锤。



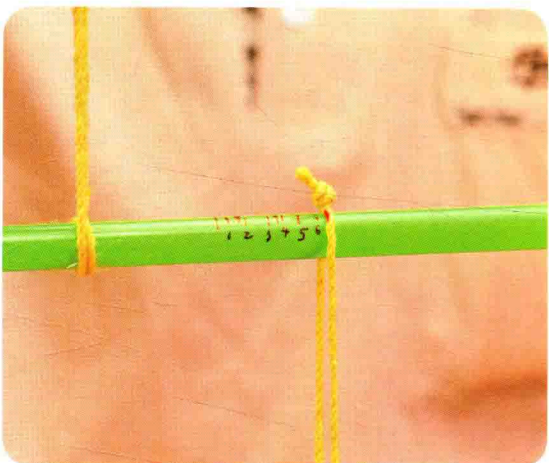


4 将小碟子挂在长吸管上离支点距离较短的一端，用胶带固定好，秤锤则挂在另一端。调整秤锤的位置直到长吸管呈现水平（表示已经归零），用油性笔在秤锤的位置做上记号。



5 在小碟子里加入1颗钢珠，观察长吸管是否开始倾斜。要怎么调整秤锤才会平衡呢？

6 依序放入2颗、3颗、4颗……钢珠，并依不同数量的钢珠调整秤锤的位置以达到平衡，再用油性笔在长吸管上做记号。



7 做好记号后，把要测量的物品放在小碟子上，如果秤锤要移动到6的位置，杆秤才能平衡，这个物品就是“6个钢珠重”。



扫二维码
看视频

阿基米德汲水器

实验 1-2

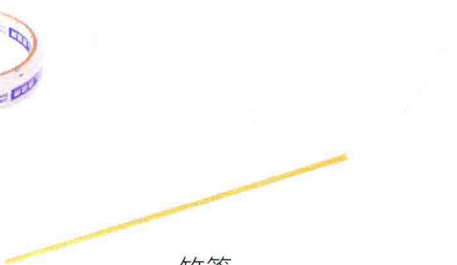
实验器材

小塑料瓶



胶带

塑料片



竹签

水管



剪刀



可弯吸管



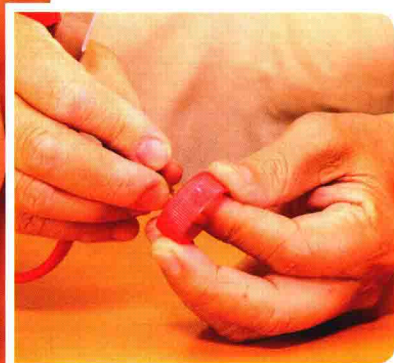
扫二维码
看视频



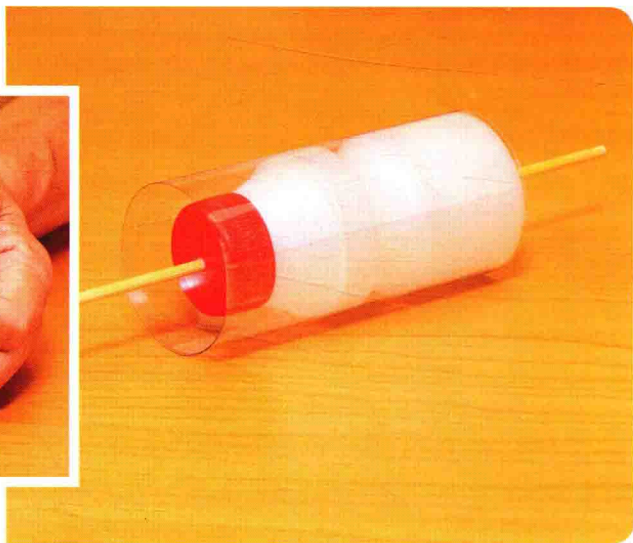
哼哼，这可是我得意
的发明呢！



实验步骤

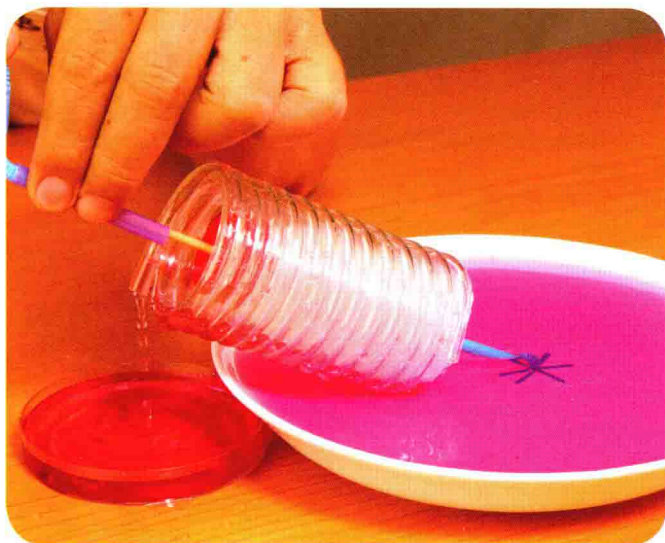
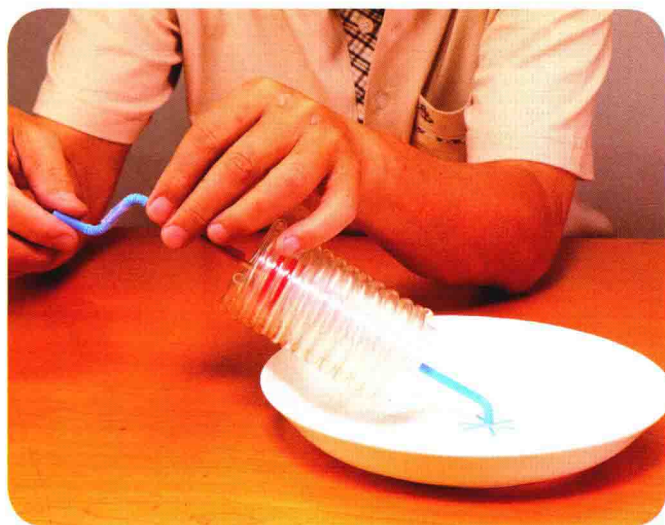
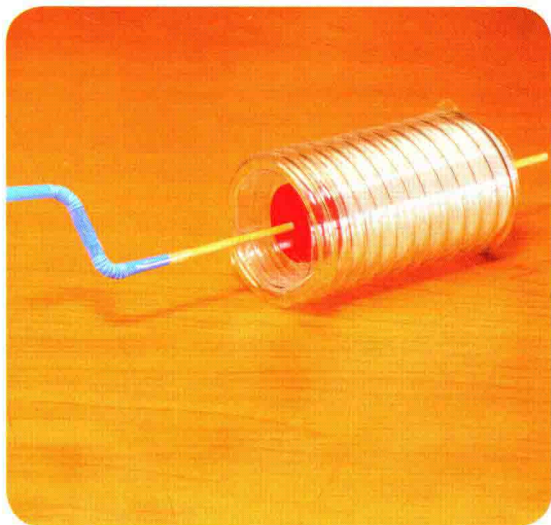


- 1 用剪刀在小塑料瓶底部及瓶盖上各挖一个小洞。
- 2 用塑料片包住小塑料瓶的外围，再用胶带固定好。
- 3 用一根竹签穿过小塑料瓶底及瓶盖上的小洞。





扫二维码
看视频



- 4 将水管从小塑料瓶底部一圈一圈缠绕上去，一直缠绕至顶部，用胶带固定好。
- 5 剪下可弯吸管的弯曲部分，接在竹签的一端并用胶带固定，做成汲水器的把手，如此一来汲水器就完成了。
- 6 试着顺时针转动汲水器的把手，是不是能够顺利旋转？它是省力的工具吗？
- 7 现在用汲水器汲取盘子中的水，转动汲水器的把手，是不是能很轻松方便地将水抽取上来呢？



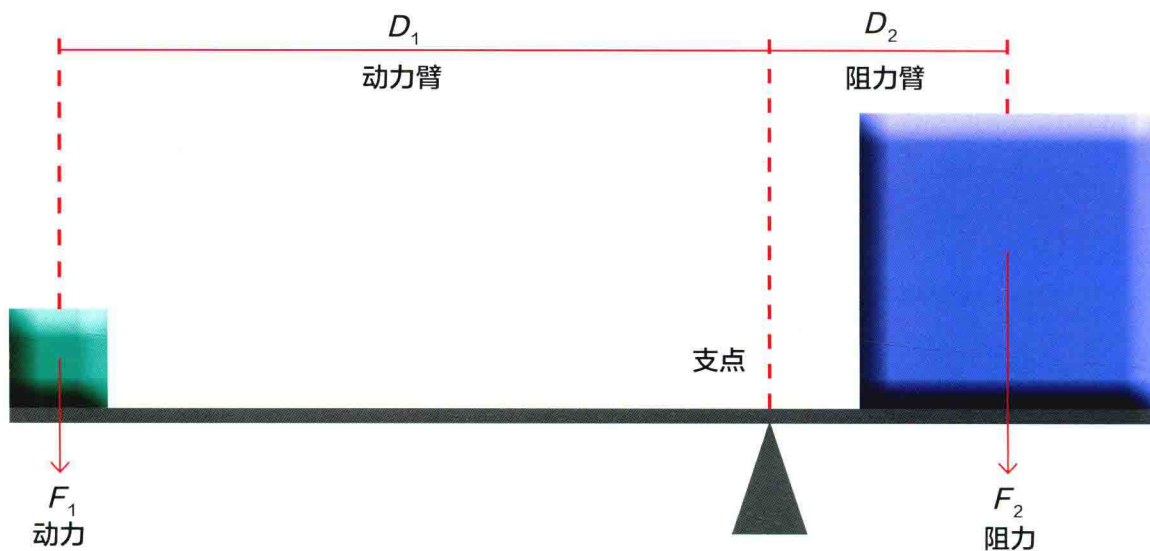
原来如此

杠杆原理是利用杠杆上两边施力点与支撑点间的距离调整来达成平衡的。施加力道的地方称为施力点，另外一边则称为抗力点，杠杆中间固定支撑的地方称为支点，杠杆可以在固定的支点处摆动。力的作用线到支点之间的距离叫作力臂。如果动力臂越长，或是阻力臂越短，我们就可以用更小的力道抬起更重的物体。

简单来说，利用杠杆原理，只要施力的地方离支点越远，或是让重物离支点越近，需要花费的力气都会越小。当杠杆足够长时，我们便可以只用一点力气就能抬起笨重的物体，蚂蚁举大象呢！

动力 动力臂 阻力 阻力臂

$$F_1 \times D_1 = F_2 \times D_2$$



我们将施加的力量与力臂的距离相乘称为力矩，杠杆原理就是利用两边的力矩大小相等而达成平衡的。