



奇妙的机械

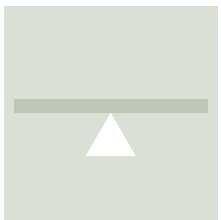
手册



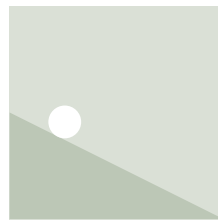


机器是使人们工作更加轻松的工具。在物理学中，无论何时你用力移动物体就是做功。滑板、汽车、自行车、铁锹、船只、门、电灯开关和楼梯都是机器。

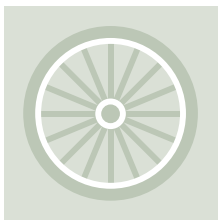
简单机械就是最简单的工具。简单机械有六种：斜面、楔子、螺丝、杠杆、轮子与轮轴以及滑轮。



杠杆



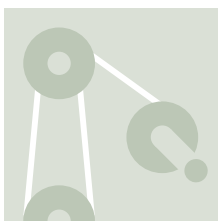
斜面



轮轴



螺丝



滑轮



楔子

简单机械通过如下方式让工作更加容易：

改变力的方向。当你升起旗杆上的旗子时，你往下拉缠绕在滑轮上的绳子就可以把旗子升起来。

改变力的距离。假设你需要把一个重箱子搬到大楼的第二层。通过斜面（如一组楼梯）搬运比直线抬升更加容易。但是如果你沿着楼梯搬运箱子，通过的距离会比垂直抬升的距离长。

改变力的强度。开瓶器就是一个杠杆。你可以施加一个微弱的力向上拉动开瓶器经过一段较长距离，它便会对瓶盖产生短暂但强劲的力量。

简单机械能使工作变得轻松，但是它们不会减少所做的功。虽然它们能够改变力，但是它们不能增加力。总是存在力与距离的权衡。如果距离增加了，那么力的强度就会减少。如果力的强度增加了，那么力经过的距离会缩短。

简单机械需要能量或电力做功。在很多情况下，你通过用力推或者拉提供施加力所需要的能量，但是能量也可以从汽油或电力获取。所有这些都是输入力。机器的反应或效果就是输出。输入和输出的能量总值总是守恒的。

自行车也是一个机器，它能使你轻松抵达目的地（而且还更有趣！），但它不会减少抵达目的地所需的功。你还是要用脚蹬或用手推，有时候你还要用力推。但是，机器和人配合，就可以穿越城镇，或者制造船只和建起摩天大楼！

在你使用该应用程序前

做一次寻宝游戏。在你的家里能找到什么简单机械？在你的教室呢？在你家附近呢？在一个复杂的机器里面呢？

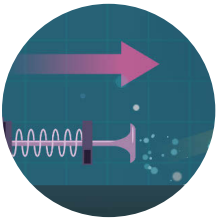
列一个清单。记录每一天你用到多少个简单机械。

在应用程序中

我们鼓励开放式玩耍和探索。摆弄每种机器都会带来有助于学习的惊喜与奖励。您和您的孩子可使用杠杆来摧毁一座城堡，用斜面来弹奏音乐，用滑轮来装饰天空，用螺丝来抬升鱼缸，借助轮子与轮轴骑行穿越障碍训练场，用楔子打破一座冰山。

留心观察每一种简单机械。

识别各种简单机械，知晓其用途，并懂得如何使用它们。尝试识别可以帮助你完成工作的各种机器的部件。



推一推，拉一拉，每种机器都玩一下。

通过点击或拖动每种机器来施加输入力。观察机器对输入力做出什么反应。

对每种机器都做些改变。

改变每种简单机械：移动杠杆的支点、增加一个滑轮、改变斜面的长度或高度、选用不同螺纹的螺丝，试用其它规格的轮子和楔子。注意对机器的每项改动会怎样影响它对输入力的反应。



移动滑块来查看每种机器是怎样工作的。

在每种机器上施加输入力，箭头会跟踪你的操作以及机器的反应或输出。

箭头会指示出你施加给机器的输入力。它填满的部分越大，表示你施加的力越大。

问题讨论

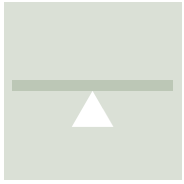
各种简单机械都有什么部件？

每种简单机械可以帮你做什么工作？

如果不使用简单机械，当你试图做同样的工作时，会发生什么情况？

你曾使用过这种机器吗？

你能对这种机器做什么改变？这会如何影响你正在做的工作？

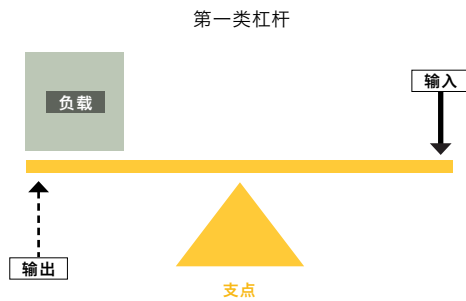


杠杆

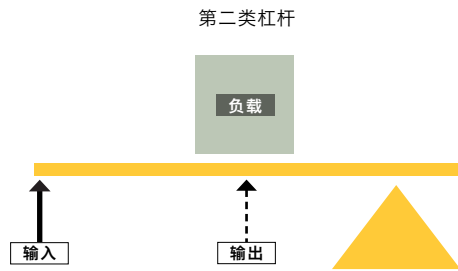
杠杆是围绕一个固定支点旋转的杆。跷跷板、手推车、和镊子都是杠杆。

L它是如何工作的？

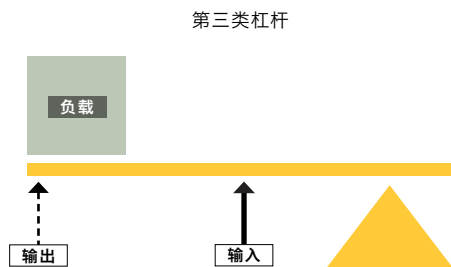
杠杆可以用来抬起、弹射和平衡物体。一共有三种不同类型的杠杆，每一种都能以不同的方式助力你的工作：



第一类杠杆的中间区域有一个支点，这个支点在你施加的输入力和输出力之间。它能改变你施加力的强度、距离和方向。你可按下杠杆的一端，把支点另一侧的负载举起。跷跷板就是这样工作的。开瓶器也属于第一类杠杆：你可以轻轻地推动杠杆长臂以便在短距离内有力地提起物体。或者，也可以在杠杆短臂上施加强劲的推力以使杠杆的另一端长距离移动。



在第二类杠杆上，输出力或需要移动的负载位于中间区域，处于你施加的输入力和支点之间。第二类杠杆能改变你施加力的强度和距离（这与第一类杠杆不同。在第一类杠杆中，你施加力的方向是不改变的）。想一想独轮手推车的工作原理：当你经过较远的距离以较小的力拉起杠杆的一端时，位于中间较重的负载会只会很容易地向上移动较短的距离，与此同时，支点位于杠杆的另一端。



在第三类杠杆中，你施加的输入力作用于杠杠中部，而负载（或输出力）在一端，支点则在另一端。它能改变你所施加力的距离和强度。当你在较短的距离内对镊子的中间部位施加力时，只需较小的力度，它们就能使位于支点另一端的物体移动较长的距离。或者换句话说：这种杠杆更为精致。这就是为什么镊子更适合我们笨拙的双手无法完成的任务的原因。

力和距离之间如何权衡？

你可以轻轻按动杠杆长臂在短距离内提起重物。如果要将一个物体移动较远，你必须在杠杆短臂上施加强大的输入力。

一些杠杆会产生与输入力相反的输出力，也有一些杠杆会产生与输入力方向相同的输出力。

在应用程序中



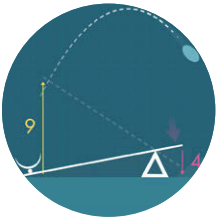
按下杠杆。

球会出现什么情况？

当你把这个杠杆的一端按下或施加输入力时，另一端将会向上移动。你能更轻松地提起物体-或在这种情况下，在重力的帮助下往下压——将物体发射进城堡内。

这是哪一类杠杆？

因为支点位于输入力和输出力中间，所以这是第一类杠杆。



移动支点并且按下杠杆。

当施加的输入力接近或者远离支点时，会出现什么情况？

当输入力距离支点较近时，你必须在较短的距离内施加较大的力，但你可以移动杠杆另一端的负载经过较长的距离。这是弹射器的工作原理。

如果将支点移至远离输入力并且靠近输出力的位置后，你可以在较长的距离内施加较小的力，这样输出力的强度就会变大。这是开瓶器或撬棍的工作原理。

请注意在这两个例子中，杠杆可以改变力的距离和强度，但不会增加你行动的能量。

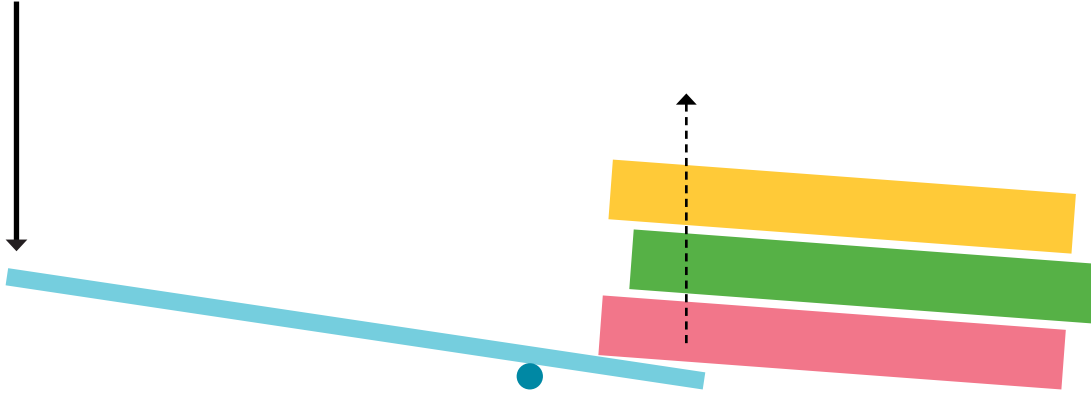
进一步学习

问题讨论

请你在家里找出一个杠杆并使用它。支点在哪里？你在哪里施加输入力，而输出力又在哪儿呢？它是什么类型的杠杆呢？

杠杆应用在很多的体育运动中。你能想到体育运动员使用的杠杆有哪些吗？

试验



你需要：

一个结实的尺子（或者其它长的、结实的平坦物体）

一支钢笔或铅笔

一摞书

做一个杠杆

让您的孩子用双手将一摞书举高两英寸。

问他（她）只用两个手指能否把书举起来。

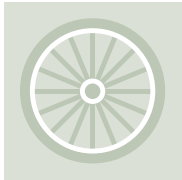
将尺子的大约两英寸插到那摞书下。

在靠近那摞书的位置、而不是书的下面，与尺子垂直、在尺子下插上一支铅笔。

保持铅笔的位置，让您的孩子用两只手、然后用两根手指、最后用一根手指向下按压尺子。

在您的孩子利用尺子和铅笔做杠杆时，需要几只手或几根手指才能举起那摞书？

与直接将那摞书举起相比，利用尺子做杠杆举起那摞书感到比较容易还是比较难呢？



轮子与轮轴

轮子与轮轴是一个轮子在轮轴上旋转。轮轴是固定轮子的圆柱体。在自行车上，轮轴将轮子固定在自行车架上。如果没有轮轴的话，轮子最终会滚离。

它是如何工作的？

轮子与轮轴能通过改变力的强度和距离，帮你移动负载或你自己（或二者！）你可在较短距离对一个轮轴施加强大的输入力，从而在较长距离移动轮子。你也可以在一个较长距离对一个轮子施加较弱的输入力，并以强大的输出力移动一个轮轴。

轮轴也能改变力的方向。在你坐在自行车上蹬着脚蹬做旋转运动时，自行车向前做直线运动。

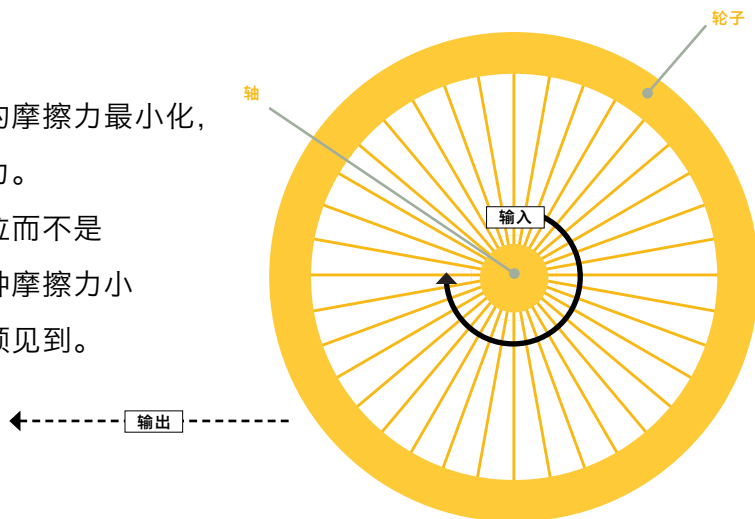
轮子与轮轴也能帮助以较小的摩擦力移动物体，从而使劳动更加容易。轮子比平的物体与地面接触面小，这能消除拖动中的摩擦力。

力和距离之间如何权衡？

不同尺寸的轮子可用于不同的情况。如果受到同等的输入力，较小的轮子将产生更大的输出力，但行走的距离较短；而较大的轮子能产生较小的输出力，但能行走更长的距离。

而且，尽管轮子能帮助使地面的摩擦力最小化，轮子与轮轴之间仍然存在摩擦力。

但相比在坑坑洼洼的土路上拖拉而不是滚动物体所产生的摩擦力，这种摩擦力小于地面的摩擦力，而且也能够预见到。



在应用程序中



旋转轮轴。会出现什么情况？

在你旋转轮轴时，你在一个较小距离上施加了大量的力，以使轮子移动较大的距离。

轮轴正向哪个方向旋转呢？而骑自行车的人又再朝哪个方向移动呢？

在你以圆周运动向轮轴施加一种输入力时，骑车人无论是在自行车上或是滑板车上，都会向前作直线运动。轮子和轮轴改变了力的方向。



点击选择不同的轮子。轮子的形状如何影响它的运行状态？

尽管方形轮子采用与圆形轮子同样的方式固定在轮轴上，它无法像圆形轮子一样持续移动。即使你能够鼓起足够的力量连续转动一个方形轮子，你骑车也会感到颠簸。

只要两个面接触，就会有摩擦力--这是一种与你的输入力相反的推力。与方形轮子不同的是，圆形轮子在旋转时，其表面只有一个点接触地面。因此它们与地面接触不会产生很大的摩擦力。

在一般情况下，需要更大的输入力来旋转更大的轮子，而只需要较小的输入力就能转动较小的轮子。虽然对于较大的轮子每转完整的一圈能走过更大的距离，你必须使用更多的力来维持较快的速度。

当你推动滑板车时，轮子与轮轴的使用是相反的。当你用脚推动踏板时，你对轮子在较长的距离内施加了较小的输入力，这相应能以较大的输出力驱动轮轴。



骑过障碍。哪种尺寸的轮子骑起来最好？

在你与骑车人一起骑车的时候，你会遇到小山、斜坡和沟坎。观察不同尺寸的轮子在遇到这些不同类型的障碍时的不同反应。

使用较大的轮子，轮子每旋转一次，你能够向山上爬更远距离。与较小的轮子相比，较大的轮子每旋转一次需要施加更大的力，但是对较小的轮子每施加一次输入力，只能提升一段较小的垂直距离。

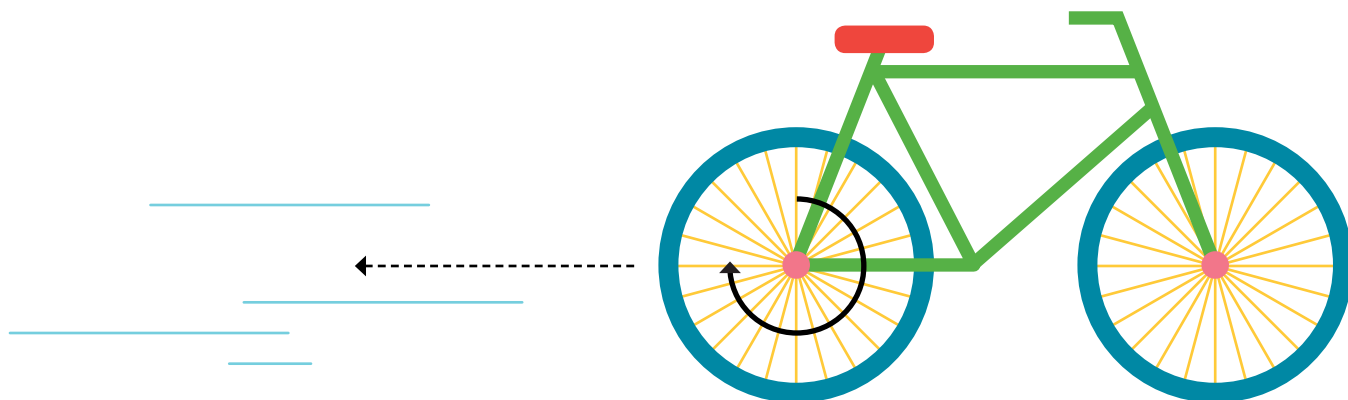
进一步学习

问题讨论

轮子与轮轴被视为一种杠杆。你认为支点在哪呢？阻力在哪？施力点在哪？

为什么轮子总是圆的？

试验



你需要：

一辆自行车，滑板车，或者滑板

观察并感受轮子与轮轴是如何工作的！

与您的孩子一起骑自行车，玩滑板车，或者滑板。

请注意您施力的方向。

请注意您移动的方向。

在自行车上，在你踩脚蹬时，你循环往复地以圆周运动施加输入力。轮子和轮轴改变了你施力的方向，因此你向前作直线运动。每踩踏一次脚蹬，你在较短的距离内对轮轴施加较大的输入力，以使用较小的力移动轮子通过较大的距离。

在滑板车或者滑板上，你向地面上蹬向前运动。这也改变了力的方向。但是，滑板车或滑板上的轮子和轮轴的工作原理和自行车的工作原理是相反的。你对轮子在更长的距离内施加了较弱的力，而轮轴则以更大的力旋转了更短的距离。



滑轮

滑轮是将一根绳索缠绕到一个轮子上。旗杆和搬运钢琴的人（有时！）使用滑轮。

输入 →

它是如何工作的？

滑轮能将负载吊起或搬动。你可以借助滑轮利用下拉的力量将旗子在旗杆上升起。滑轮能通过改变你用力的方向使劳动更加容易。当你利用滑轮向下拉把物体举高时，你得到了重力的额外帮助。设想手里拿着一面旗试图直接爬上旗杆，把旗子钉到旗杆顶端！

滑轮也会改变输入力的强度与距离。你在较长的距离内施加较小的输入力，就能以较大的力量在较短的距离内使负荷移动。如需吊起或移动较重的负载，你可以使用更多的滑轮，但你也得添加更多绳子。如果你把滑轮的数量加倍，你同样得把绳子的长度及施力后所经过的距离加倍。

力和距离之间如何权衡？

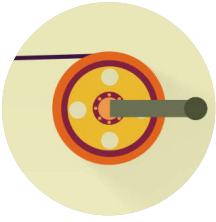
通过在绳子的一段长距离上施加较小的力，滑轮能够较容易地提起重物。如果你拉动绳子的距离或者施加力的距离长于负载移动的距离，通常使用较长的绳子比施加较大的力更方便。

滑轮能够成为非常强大的工具。阿基米德曾使用一种名叫“阿基米德爪”的滑轮式机器保卫他的祖国叙拉古。这种机器能把战船打翻或把它们从水中抓出来，再把它们扔在石头上。

负载

↑
输出

在应用程序中

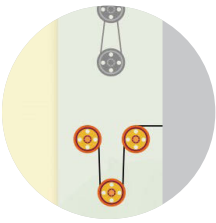


把滑轮拉到一个物体附近， 旋转绞车把它提升起来。

滑轮是如何帮助你完成工作的？

滑轮可以帮助你提升物体到高处。你向下拉绳子施加输入力，缠绕在定滑轮上的绳子就可以把负载提升起来。使用定滑轮，在一个方向上施力，可以在不同方向上移动物体。

但在这里，你不光是往下绳子拉。你使用绞车来拉绳子。当你旋转绞车时，就拉紧了滑轮系统的绳索。随着绳子变短，滑轮上固定的物体便被吊起来了。



点击进行选择，为一个定滑轮添加动滑轮。

动滑轮和定滑轮的区别是什么？

定滑轮固定在墙上、天花板或其它固定装置上。在你使用它们时，它们不会移动。

动滑轮和需要提升的负载固定在一起。它们会随着负载一起移动。

滑轮数量是如何影响你能提升的重物的呢？

使用多个动滑轮，你可以移动更重的负载。但是每个动滑轮都需要一根双折绳。使用双折绳，拉动绳子就可以移动物体你所拉的距离的一半。由于拉动的绳子只有一半距离，力的强度因而翻倍。所以，如果你必须拉动更长的距离来把物体提升到相同的距离，只需要较小的力就能实现。

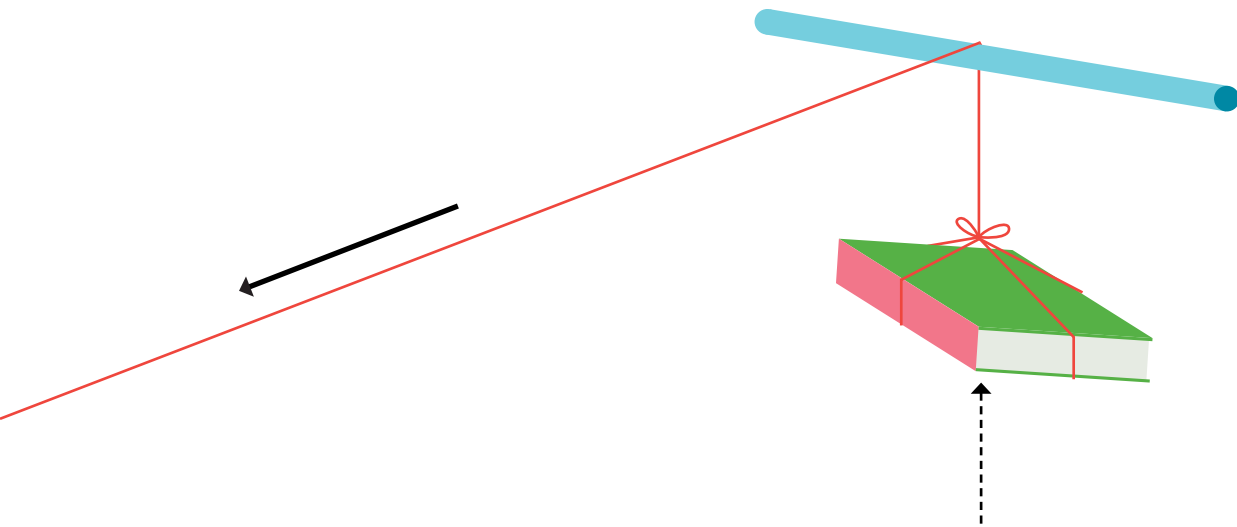
进一步学习

问题讨论

你能想到什么家务活，如果使用滑轮做起来会更容易一些吗？

在家里你能找到什么样的滑轮？在你家附近呢？在学校呢？

试验



你需要：

一条长绳

一块石头、一本书或者其他重物

一个栏杆或扶手

制作一个简单的滑轮

在你的重物上绑上一根绳子。

尝试用绳子将物体提起。提这个物体是容易还是困难呢？

把绳子未扎紧物体的一端套在栏杆或扶手上。

向下拉未扎物体的绳子一端把物体拉上来。

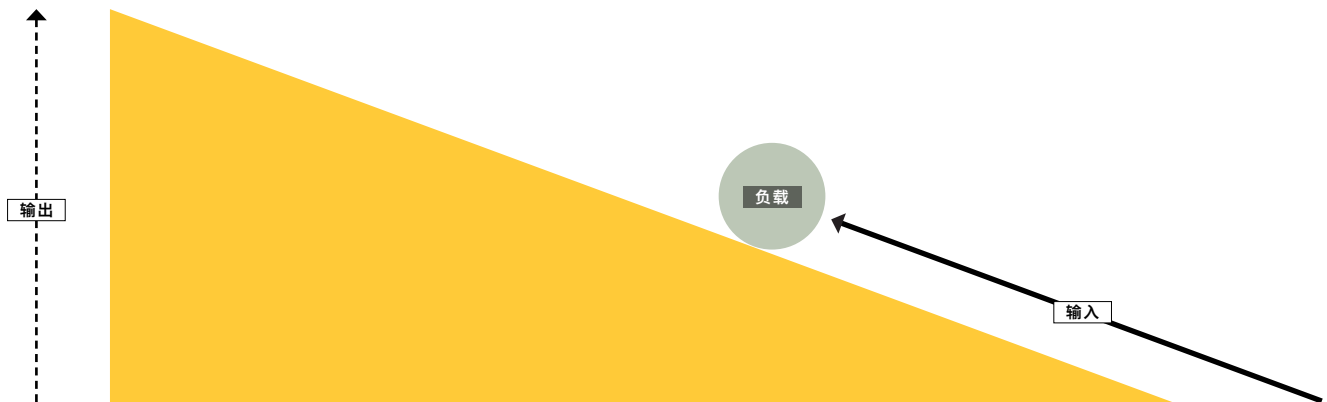
把绳子套在栏杆或扶手上之后，用绳子拉起物体是更容易还是更困难了呢？

滑轮是怎么帮助你工作的呢？



斜面

斜面是一头高一头低的平面，例如搭在窗台上的一块长条木板。山坡和楼梯也是斜面。在建筑像金字塔之类的古建筑时，斜面可能已经被用于搬运沉重的石头。



它是如何工作的？

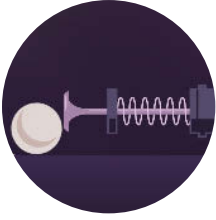
斜面可以帮助你逐渐提高或者降低一些物体。它能改变你施加的力的方向和距离。你可以在一个较大的距离施加一个水平输入力，从而在垂直方向把负载提升一段较小的距离。

假如你要把一个箱子从一楼垂直提到二楼。你需要在相对较短的距离施加大量的力做大量的功。然而，你也可以通过楼梯，慢慢地把箱子从一层楼逐渐移到上面一层楼，但是要经过较长的距离。

力和距离之间如何权衡？

如果不是在较短的距离上施加较大的力，你可以在较长的距离上施加较小的力来做功。

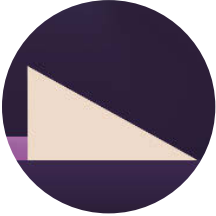
在应用程序中



点击、按住并放开下面角落的弹簧，让弹球沿斜面向上滚。

它们移动了多高？

弹簧按住的时间越长，释放出来的力越大。弹球的重量很大（试着用你的手指垂直向上拖拉一个弹球），但斜面有助于提升弹球。



拖动斜面，让它进行伸缩。

需要用多少力才能把弹球滚到一个陡峭的短斜面上呢？那又需要用多少力才能把弹球滚到一个平缓的长斜面上呢？

对于一个陡峭的短斜面，你需要很大的力才能把弹球滚上去。尽管所需的力增加了，但弹球所经过的距离会短些，所需的时间也会少些。

对于一个平缓的长斜面，你只需一点点力就可以把弹球滚上去。尽管所需的力减少了，但弹球经过较长的距离所需的时间也会相应增加。



尽管斜面的长度可能变化，但其高度却始终不变。由于你总是发送弹球到同一高度，你做的功也是一样的。

拖动并调整较小的、浮动斜面。

这些斜面的角度是如何影响弹球的运动的呢？

由于你调整了这些斜面的角度，所以你改变了它们的垂直高度。与位于底部的斜面不同，这些平面可将弹球向上移动较短或较长的距离。越陡峭的平面可将弹球向上移动越长的垂直距离，但需要做更多的功、或施加更大的输入力才能完成。

进一步学习

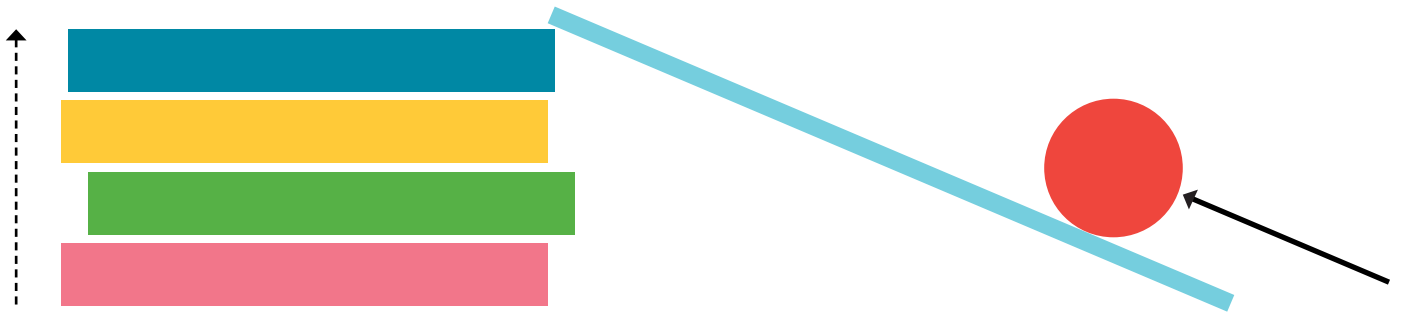
问题讨论

为什么楼梯和小山被认为是斜面？

假设你要把一些东西从一楼移动到二楼，你愿意通过短斜坡还是长斜坡来移动它们？哪种方式比较容易？哪种方式最快？

还有什么情况下，你会使用斜面来帮助你完成工作？

试验



你需要：

一摞书，4-6英寸高

一个结实的尺子（或者其它长的、结实的平坦物体）

一个圆的、有一定重量的物体，例如一个橘子、镇纸或球

做一个斜面

把尺子支撑在一摞书上，一头支在书堆的顶部，而另一头支在地上。

让您的孩子用两个手指捏着物体，并将其提升到书堆的顶部。

再让您的孩子用手指把物体沿着斜面滚动或滑动上去。

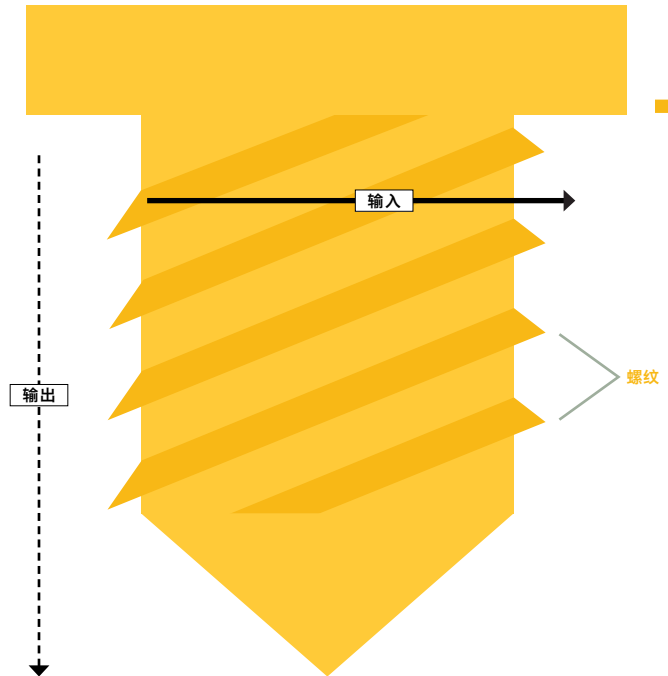
对比将物体提升上去和沿着斜面滚上去，哪一种方法更容易？

将物体沿着斜面滚上去需要经过较长距离，但所需要的力较少。尽管如此，还是会有些孩子认为将物体直接提上去更容易。问他们，如果物体非常重以及他们提升的高度非常高的话，他们的答案是否会变化？



螺丝

螺丝是缠绕在圆柱周围的斜面。墙螺丝、螺纹瓶盖和螺旋千斤顶都是螺丝的例子。



它是如何工作的？

螺丝被用来把两个东西连接在一起，用于提升或降低物体。它能改变你施力的距离和方向。你可以经过较长的距离对一个螺丝施加较小的输入力来旋转螺丝，它就会上下移动较小的距离。

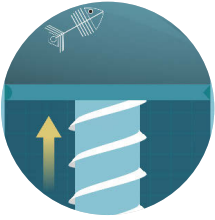
苹果汁、葡萄汁和葡萄酒以前用螺旋压榨机压榨。水果被放在一个大桶里。转动螺丝许多次可将桶盖向下移动一个较短的距离。继续向下可将水果挤压并榨汁。

力和距离之间如何权衡？

即使把一个很短的螺丝拧进墙里，你不得不旋转很多圈。你需要花更长的时间在更长的距离上来旋转螺丝，但是比起把螺丝直接推进墙里要容易得多。

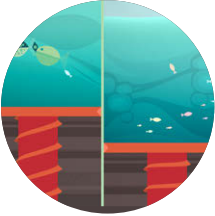
而且，因为你能把螺丝拧进墙里，但是不能把墙推进螺丝里并使它旋转，所以螺丝具有自锁的功能。这个特点使得螺丝适合固定物体。

在应用程序中



向上滑动扭动螺丝把鱼缸提高。

当你在较长的距离上施加较小的力来旋转螺丝时，螺丝在短的距离上产生较大的输出力而下上下下推动。于是螺丝就能提高或放下沉重的鱼缸。



点击来选择和使用不同的螺丝。

它们的外观和工作原理有什么不同吗？

每个螺丝有不同数量的螺纹。有很多螺纹并且螺纹卷绕角度较低的螺丝被称为细牙螺丝。有较少螺纹并且螺纹卷绕角度较陡峭的螺丝被称为粗牙螺丝。

细牙螺丝就好像是一个缠绕在圆柱体周围的长斜面。它能在较长的距离承受更大重量，以协助你逐渐举起重物。

但有失必有得：每一道螺纹会造成额外的摩擦力，从而使得细牙螺丝较难旋转。粗牙螺丝旋转比较容易，但它能承受的重量较轻。你可以在瓶盖或灯泡灯口上采用粗牙螺丝。在这些地方，你需要一个只需较小的力就能旋转的螺丝。不过，摩擦力并非总是坏事：它也能让螺丝自锁。

如果你去掉螺丝上的螺纹，你就把斜面去掉了。这时候，实际上，这个螺丝就不再是一颗螺丝了，并且在提升负载或把两个物体连接在一起方面也已经毫无作用了。

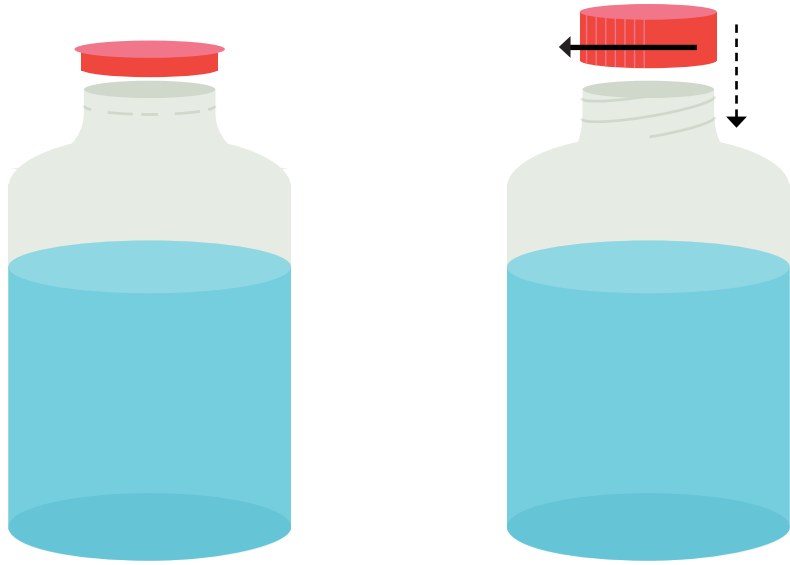
进一步学习

问题讨论

你什么时候曾用螺丝把两个物体连接在一起？你用螺丝提升过东西吗？

为什么一个螺丝像一个斜面？它们的工作原理有何相似之处？它们又有什么不同？

试验



你需要：

2个塑料瓶，其中一个带螺旋盖，另一个带塞盖。（如果你不能找到塞盖，那就准备2个螺旋盖）。

水(用来把瓶子充满)

测试螺丝的自锁能力

把瓶子充满水。

把其中一个瓶子上的盖压紧，把另一个瓶子上的盖旋紧。

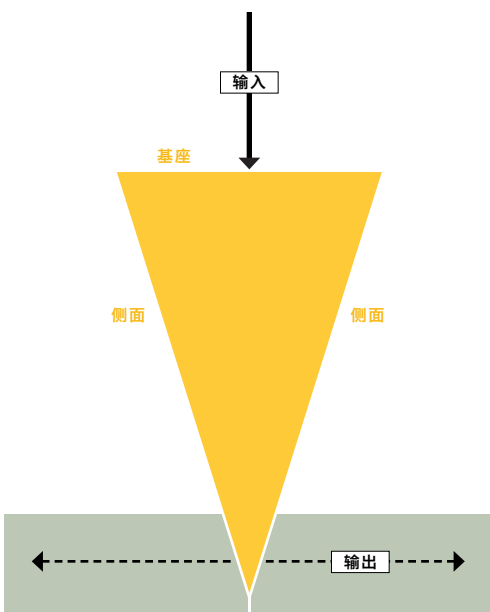
到户外去！

把瓶子扔在地上。

看看哪个瓶子保持关闭状态，而哪个瓶爆裂开来？



楔子



楔子可以被视为是由两个相交于一点的斜面组成。牙齿、斧刃、刀和门制器都是楔子。如果你在船或飞机近前仔细观察，你也可以发现楔子。它们帮助劈开水和空气，就像一把刀切开面包一样。

它是如何工作的？

楔子帮助分开两个物体，将一个物体一分为二，提升物体，或固定物体。它能改变你施力的方向。你可以对其基座向一个方向施加一种输入力，它就会从两侧向两个不同的方向施加一种输出力。

楔子特别有用，因为它将推力转化为分裂力。用小刀切开苹果比你用手推开或拉开苹果容易得多。

楔子也可以改变你力的距离和强度。你的输入力作用于一个较长的距离，而输出力更大，而且作用于一个较短的距离。

力和距离之间如何权衡？

楔子帮助你在短距离上施加一个较强的力，而且这个增强的力与所施加的力方向不同。因此，楔子适合用于把重物或坚固的物体在短距离内分割开来，但是不适合长距离移动物体。

在应用程序中



通过施力把楔子打入冰山中。

是什么因素使得楔子的形状有利于切割和分离物体呢？

楔子的两侧帮助你劈开一个物体或是分开多个物体。当你对楔子的基座施加输入力时，楔子的输出力是楔子两侧的外推力。

一个基座较窄的楔子与一个基座较宽的楔子的输出有何不同？

给基座较窄的楔子施加一点力，楔子很容易把一个物体劈开。与输出力向外走过的距离（楔子宽度）相比，输入力向下走过较长距离（楔子高度）。因此楔子两侧的输出力比施加给楔子基座的输入力更大。

宽楔子照样可以帮助你工作。与使用窄楔子相比，你使用宽楔子可能更快劈开物体。但是使用宽楔子你将需要施加更大力才能劈开物体。

进一步学习

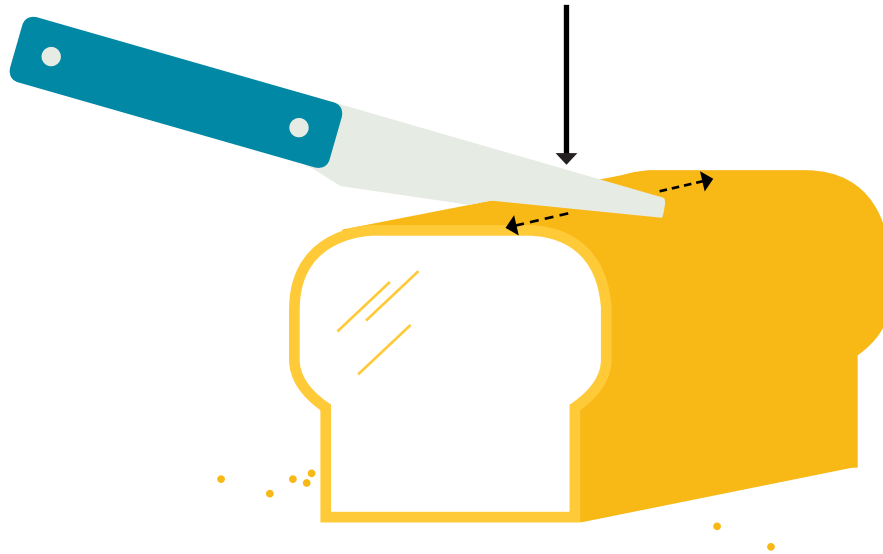
问题讨论

如果你在没有楔子的时候劈开一个物体会出现什么情况？

你能否想到你家里形状像楔子的物体？你如何使用那些物体？

你认为为什么楔子有时被称为一种斜面？

试验



你需要：

一把黄油刀或是叉子 (选择一样您能放心让孩子使用的器皿)

面包， 粘土， 或是苹果(选择一样您的孩子能切动的物品)

观察楔子是如何工作的。

与您的孩子一起在不使用楔子的情况下试着将物体分割或切割成两半。

识别出器皿的哪一部分是楔子。

使用楔子将物体分割或切割成为两半。

你是否能够不用楔子来分割或切割物体？ 是不是较难呢？ 为什么？ 为什么你使用不同的楔子来完成不同的任务？ 你会使用叉子来切东西，然后用刀子来取东西吃吗？ 为什么会或者为什么不会？

来源

《基本机器及其工作原理》； 《海军教育和培训项目》

芝加哥科学与工业博物馆，简单机械参观前活动

www.msichicago.org/fileadmin/Education/exhibitguides/SM_PreVisit.pdf

如何微笑

www.howtosmile.org/

MILTON J. RUBENSTEIN科学与技术博物馆，简单机械

www.most.org/curriculum_project/simple_machines/elementary/prior/simple_machines_prior.pdf

SEAN SPILLANE，机械工程师，**BK BOTS** 的创始人

www.bkbots.com