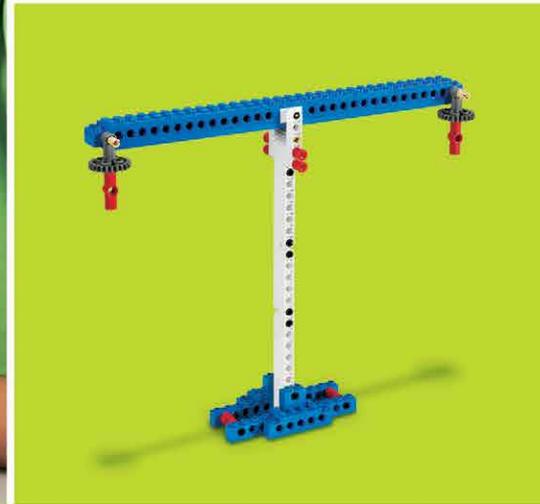


2009687



education



实验 变量
工程 简单机械
技术
计算 机械效益

教师指南



1. 简介	3
2. 课程	8
3. 原理模型	
简单机械	9
机构	65
结构	89
4. 活动	
杠杆秤	95
塔式起重机	102
坡道	109
齿轮赛车	116
5. 问题解决活动	
投石机	123
手推车	126
卷扬机	129
旋转木马	132
瞭望塔	135
桥梁	138
6. 词汇表	141
7. 乐高® 零件清单	146



简介

乐高® 教育很高兴为您提供《简单动力机械进阶课程包》。课程包中包含可以激发学生学习兴趣的大量关于研究探索机械和传动机构的活动。

适用人群：

该材料专门面向中学生，但对于低年级和高年级学生也有重要意义。10岁及10岁以上的学生可以独立或以小组形式搭建、研究模型和活动，并从中获得知识。

具体用途

课程包可以帮助教师营造充满挑战的课堂环境，并积极地推动学生进行探索、推理和批判性思考。课程包旨在让学生运用先前学过的科学、技术和数学知识，并结合工程技能、创造力和直觉，积极获得新知识。

课程包和盒子中包含什么？

9686 搭建套装

此套装共有 396 个零件，其中包括一个电机以及 18 个主要模型和 37 个原理模型的《搭建指导手册》— 全部为彩色。其中一些《搭建指导手册》用于和其他乐高教育课程包协同使用。另外，还包含一个收纳格，以及“套装”零件说明。所有部件都存放在一个坚固的蓝色透明盖收纳盒中。

2009687 《简单动力机械进阶课程包》

《简单动力机械进阶课程包》内包含 38 个原理模型活动、4 个主要模型活动和 6 个问题解决活动。另外，还包含描述所涵盖的关键学习概念的章节，以及对常用术语进行定义的词汇表。



如何使用？

搭建指导手册

每个主要模型均有 2 个《搭建指导手册》，即手册 A 和 B。《搭建指导手册》用于两个单独的搭建流程，每个流程只能搭建半个模型。通过将两个子组件结合，学生可以一起搭建一个完整、复杂且强大的模型。

原理模型

原理模型让学生能够体验日常机器和结构内通常隐藏的机械原理和结构原理。许多易于搭建的模型都各自以简单明了的方式就简单机械、机构和结构的一个概念提供了动手演示。

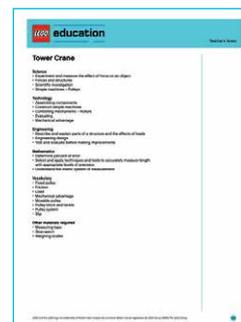
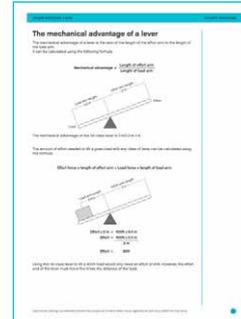
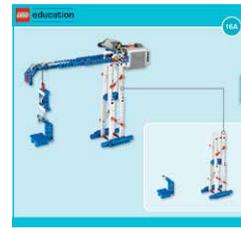
通过借助学生学习卡和搭建说明，按顺序完成活动，学生将能在活动中体验原理，同时还需要运用所需知识计算并记录自己的结果。在教师指南中可以找到学生学习卡中所提问题的参考答案。

用来描述机器和计算因子（如机械效益）的科学术语可能难以读懂。我们倾向于使用比较常用的词汇来帮助学生在活动中理解更深层次的原理，即使从技术角度来讲，这些词汇并不是 100% 准确或不能被所有科学家所接受。因此，我们的大多数公式侧重于理想机械效益，而不是实际机械效益。关于理想机械效益和实际机械效益的区别将在一个主要活动中进行研究。

原理模型可以帮助学生理解和结合他们在模型中应用的机械原理和结构原理。

教师指南

教师指南介绍了关于活动的学习重点、词汇、问题和答案。在教师指南中，还可以找到安排一堂课所需的所有信息、提示和技巧。每堂课都遵循乐高® 教育的 4C 教学法：联系、建构、反思和拓展。这使你能够自然地展开这些活动。



联系

把之前的学习体验和新的学习体验联系起来，可以帮助积累新知识。因此，每个活动都提供了一段简短的文字，其中说明了具体模型的用途和功能。同时，还辅以一段关于与乐高® 模型相似的真实机器的短视频。可以使用文字和视频作为课堂讨论的切入点，或者根据你自己的经验，以富有吸引力的方式介绍活动。



建构

搭建模型需要动手动脑。学生使用搭建指导手册搭建体现学习重点相关概念的模型。课程包就测试和确保每个模型功能达到预期提供了技巧。



反思

反思可以深化对之前知识和新经验的理解。活动基于科学方法，可以激励学生讨论和反思他们的调查，并改变方式来应对手头的任务。每个活动都要求学生预测结果、测试、计算并记录他们的研究结果。我们建议鼓励学生互相展示自己的研究结果，并说明和阐述原理。

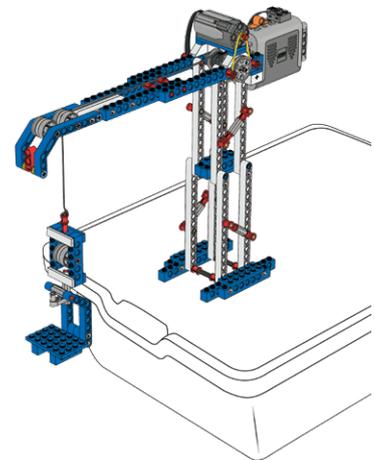
建议让学生反思研究结果中的规律或趋势，确定变量，并描述模型功能和设计的优缺点，促使他们对自己的研究进行反思。

在学生的整个活动过程中，可以在该阶段开始评估每个学生的学习成果和进步情况。

	机械设置	我的预测	提升的长度	提升时间	速度
A  (图 29 页 38 页)					
B  (图 30 页 39 页)					
C  (图 31 页 40 页)					

拓展

当学习具有适当的挑战性时，总是更富有乐趣和创造性。维持这一挑战性，那么成就感会自然地激发孩子们继续开展难度更高的活动。开放式拓展活动通过一系列“假设”问题让学生关注模型中的特定功能，即经过重新设计可以改进和优化的功能。



学生学习卡

学生学习卡提供了一个遵循 4C 的重点方法，并含有易读的图画指南，该指南可以在没有教师帮助的情况下指导学生进行研究。学生需要预测、测试、测量、计算和记录数据，改变模型以对比研究结果，并在最后得出结论。

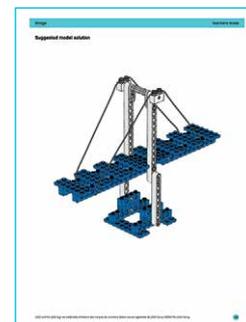
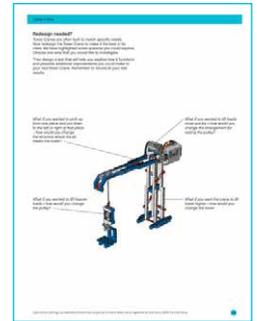
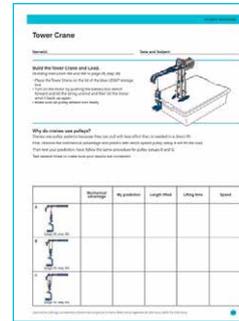
学生学习卡可以帮助教师评估各个学生的水平和成绩。它们也是学生记录簿中的重要部分。

问题解决活动

这些活动注重工程设计、沟通和团队合作。每个活动都有一个任务，其中描述了需要解决的问题。学生需要通过他们自己的设计来解决问题。文字和插图为学生提供了一个很好的切入点，让他们能够很快地参与到问题解决中来。课程包中还提供了建议，可以帮助你活动期间为学生提供支持，帮助他们评估自己的模型，记录自己的设计，并反思自己的成果，找出做得好及可能需要改进的地方。

我们还为每个活动提供了参考模型解决方案，以提供更多支持。可以将这个基本模型作为起点，留出大量完善空间。

应始终鼓励学生设计自己的解决方案。教师可以根据当前的课程自由调整问题解决活动。可以在设计要求的增加一些要求，这些要求应着重在某个机械原理，或者根据零件的成本制订一个预算。



课堂管理提示

活动顺序

从原理模型部分开始：简单机械、传动机构和结构。让学生通过部分或所有原理模型进行搭建，从而通过动手操作理解涉及的概念。

然后，选择一个主要活动，让学生研究教师指南和学生学习卡中列出的思路。

接下来，可以介绍问题解决活动，测定学生对所学知识的参考和应用能力。

如何归置《搭建指导手册》？

为了便于课堂管理，我们建议将《搭建说明手册》保存在活页夹中，以便在每堂课开始时方便取用。

我需要多少时间？

两节课比较理想，这样可以深入探索、搭建和测试材料中提供的所有拓展思路，并可让学生自由改变创意。

但是，可以在一节课内完成每个主要模型的搭建、测试和探索，并重新收好所有部件。

乐高®教育



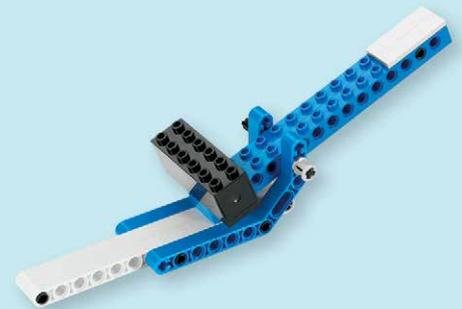
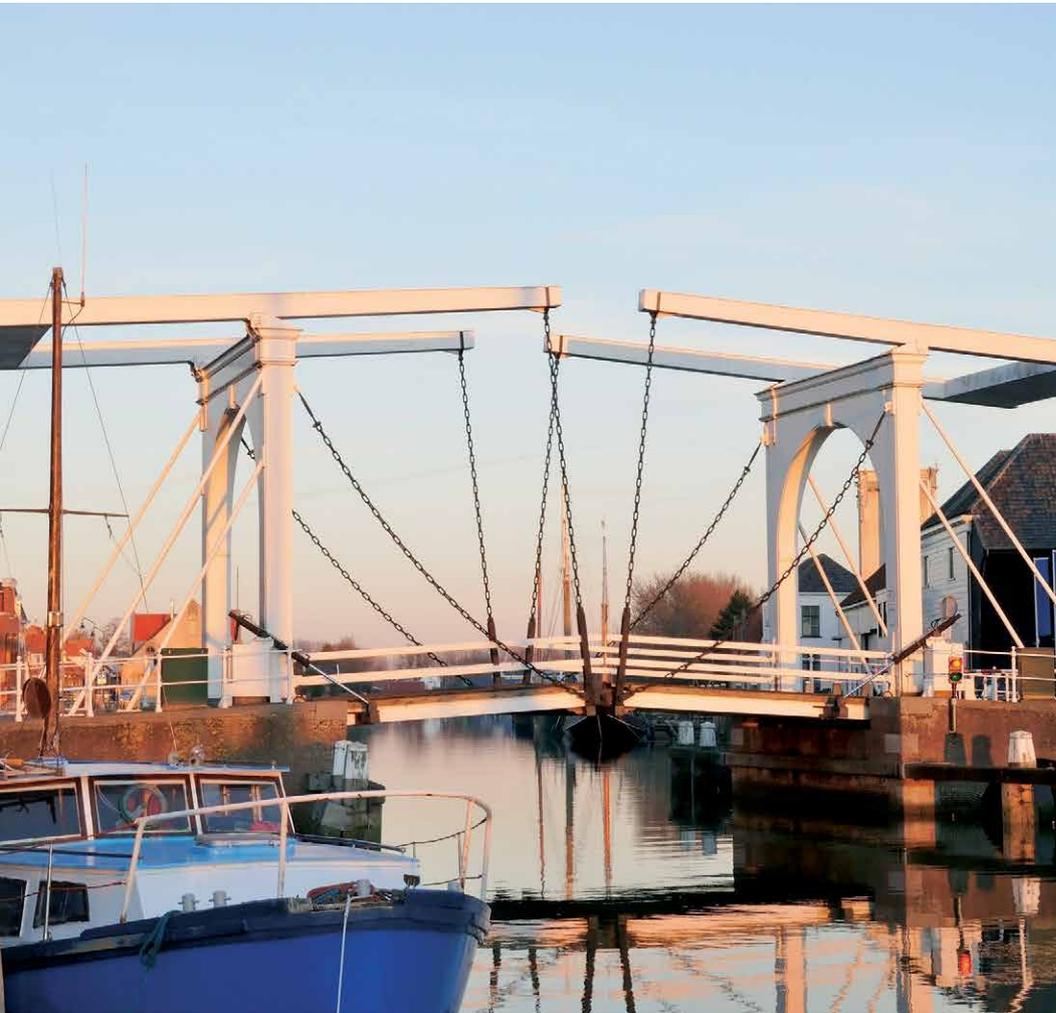


《简单动力机械进阶课程包》学习表格

	2009687									
	杠杆秤	塔式起重机	坡道	齿轮赛车	投石机	手推车	卷扬机	旋转木马	瞭望塔	桥梁
科学										
收集、总结和展示证据										
使用证据进行解释										
整理和沟通科学发现										
确定变量										
作用于物体的力										
均衡										
物体运动										
摩擦力										
技术										
技术和科学知识										
应用设计流程										
测试和评估										
搭建问题解决方案模型										
确定条件和限制因素										
评估设计										
利用收集的数据找出趋势										
确定趋势										
说明和评估信息的准确性										
运输系统的子系统										
结构的用途										
工程										
了解、说明和应用工程设计流程的步骤										
展示设计问题解决方案的表示方法										
描述和解释给定原型的用途										
解释拉力和压力										
说明设计特点										
数学										
了解公制测量系统和传统测量系统										
使用公式										
仔细观察规律和趋势										
构建和评估数学论证										
用公式进行解释										
在非数学情景下确认并应用数学										
创建并运用图像法整理、记录和沟通数学想法										
用图像对物理、社会和数学现象建模和说明										



education



杠杆

学生学习卡

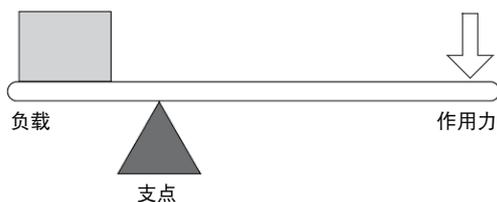
简单机械：杠杆

杠杆可能是最常用的简单机械。杠杆是一种用以传输力的刚性杆或坚实物体。

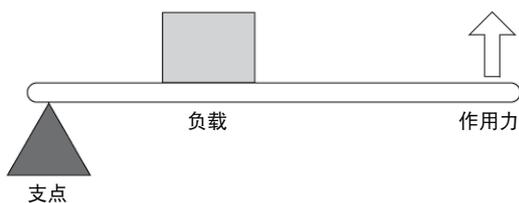
给杠杆一个支点，就能用它来改变施加的力（作用力）、方向，以及移动距离。作用力、支点和负载是每个杠杆中常见的三要素。

根据这三个共同要素的位置，可以区分一类、二类或三类杠杆。

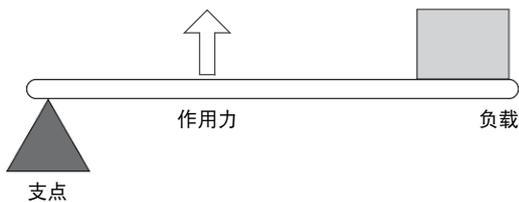
你知道吗？
术语“lever”（杠杆）来源于法语单词 *levier*，意思是“提高”。



一类杠杆的支点在作用力和负载之间。一类杠杆的常见示例包括跷跷板、铁撬、老虎钳和剪刀。



二类杠杆的支点和作用力位于杠杆两端，负载位于这两者之间。二类杠杆的常见示例包括胡桃钳、独轮手推车和开瓶器。

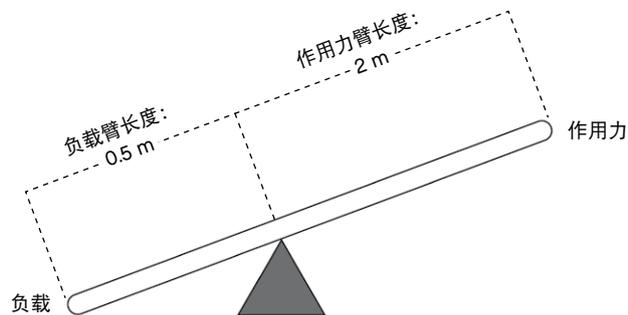


三类杠杆的支点和负载位于杠杆两端，作用力位于这两者之间。三类杠杆的常见示例包括镊子和冰夹。

杠杆的机械效益

杠杆的机械效益为作用力臂长度与负载臂长度的比值。
可以使用以下公式计算：

$$\text{机械效益} = \frac{\text{作用力臂长度}}{\text{负载臂长度}}$$



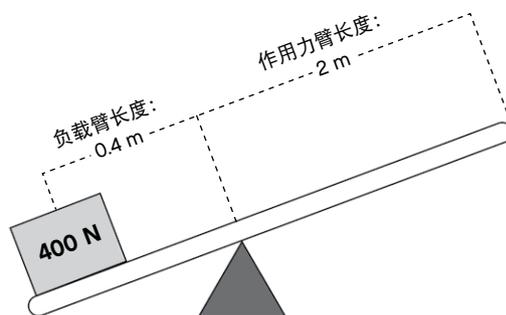
一类杠杆的机械效益为：

$$\text{机械效益} = \frac{2 \text{ m}}{0.5 \text{ m}}$$

$$\text{机械效益} = 4$$

可使用此公式计算使用任一类杠杆提起给定负载所需要的作用力：

$$\text{作用力} \times \text{作用力臂长度} = \text{负载力} \times \text{负载臂长度}$$



$$\text{作用力} \times 2 \text{ m} = 400 \text{ N} \times 0.4 \text{ m}$$

$$\text{作用力} = \frac{400 \text{ N} \times 0.4 \text{ m}}{2 \text{ m}}$$

$$\text{作用力} = 80 \text{ N}$$

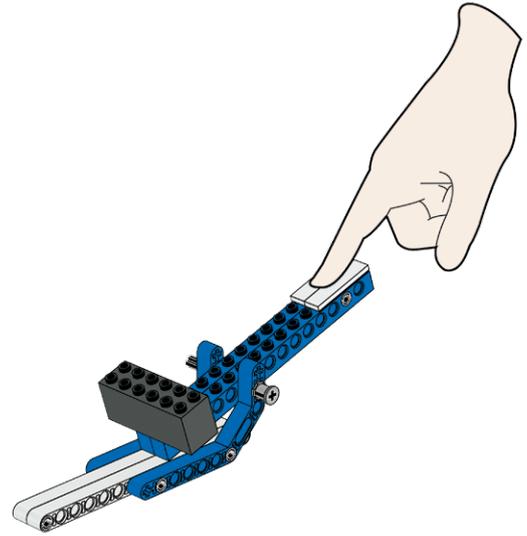
使用此一类杠杆提起 400 N 的负载仅需要 80 N 的作用力。但是，作用力至支点的距离必须为负载至支点距离的 5 倍。

A1

按照图纸 I 第 2 页至第 3 页搭建 A1

计算此杠杆的机械效益。

然后确定杠杆类别。

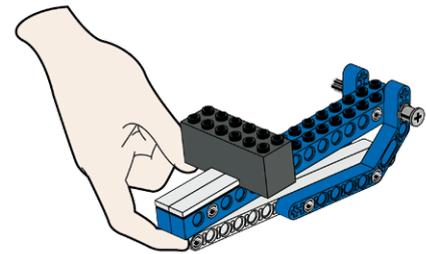


A2

按照图纸 I 第 4 页至第 5 页搭建 A2

计算此杠杆的机械效益。

然后确定杠杆类别。

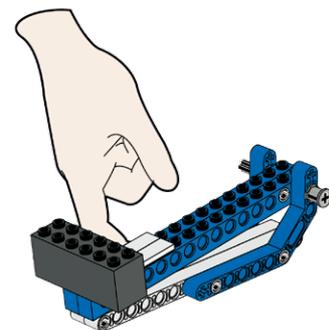


A3

按照图纸 I 第 6 页至第 7 页搭建 A3

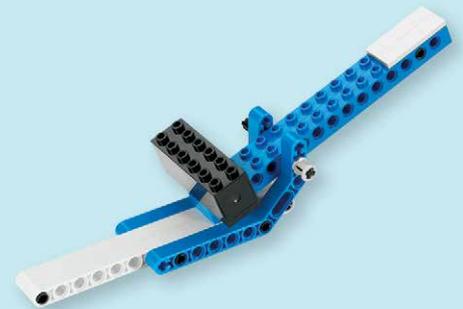
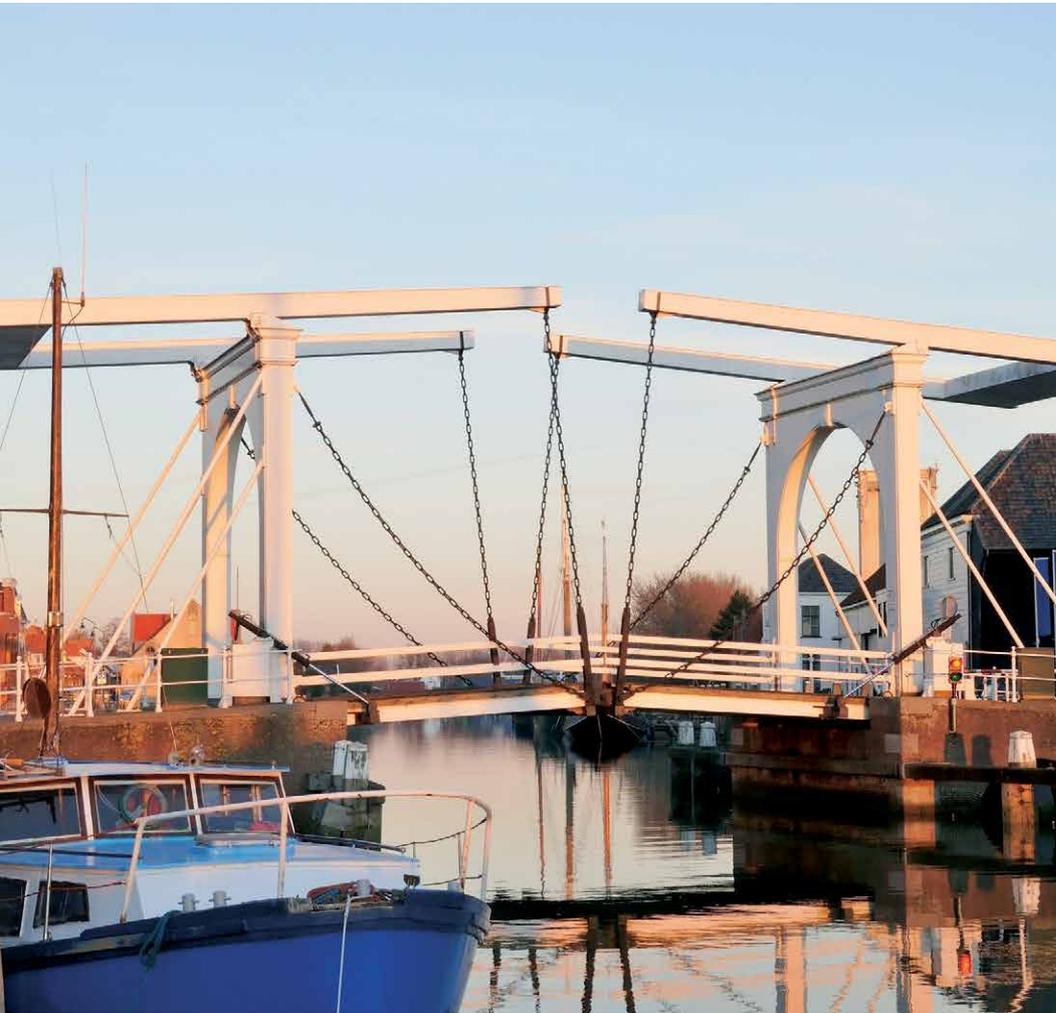
计算此杠杆的机械效益。

然后确定杠杆类别。





education



杠杆

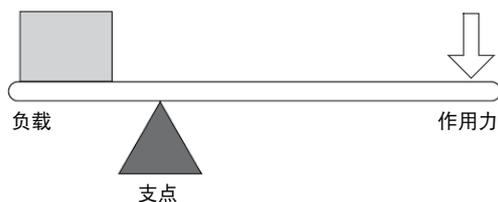
教师指南

简单机械：杠杆

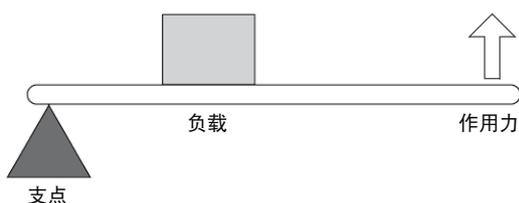
杠杆可能是最常用的简单机械。杠杆是一种用以传输力的刚性杆或坚实物体。

给杠杆一个支点，就能用它来改变施加的力（作用力）、方向，以及移动距离。作用力、支点和负载是每个杠杆中常见的三要素。

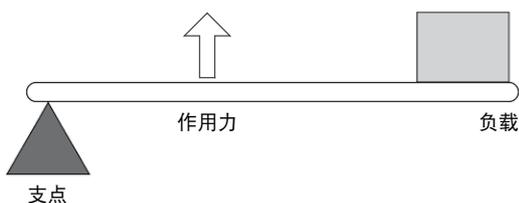
根据这三个共同要素的位置，可以区分一类、二类或三类杠杆。



一类杠杆的支点在作用力和负载之间。一类杠杆的常见示例包括跷跷板、铁撬、老虎钳和剪刀。



二类杠杆的支点和作用力位于杠杆两端，负载位于这两者之间。二类杠杆的常见示例包括胡桃钳、独轮手推车和开瓶器。



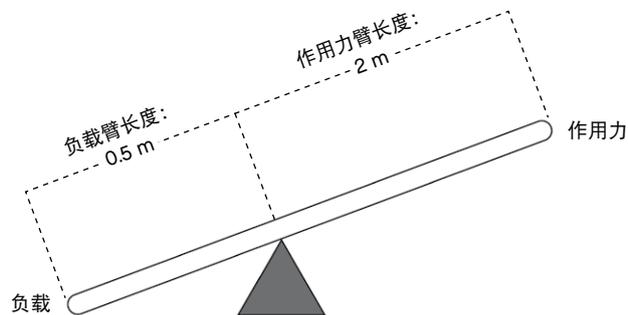
三类杠杆的支点和负载位于杠杆两端，作用力位于这两者之间。三类杠杆的常见示例包括镊子和冰夹。

你知道吗？
术语“lever”（杠杆）来源于法语单词 *levier*，意思是“提高”。

杠杆的机械效益

杠杆的机械效益为作用力臂长度与负载臂长度的比值。
可以使用以下公式计算：

$$\text{机械效益} = \frac{\text{作用力臂长度}}{\text{负载臂长度}}$$



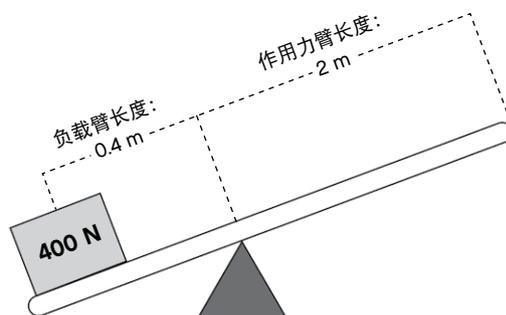
一类杠杆的机械效益为：

$$\text{机械效益} = \frac{2 \text{ m}}{0.5 \text{ m}}$$

$$\text{机械效益} = 4$$

可使用此公式计算使用任一类杠杆提起给定负载所需要的作用力：

$$\text{作用力} \times \text{作用力臂长度} = \text{负载力} \times \text{负载臂长度}$$



$$\text{作用力} \times 2 \text{ m} = 400 \text{ N} \times 0.4 \text{ m}$$

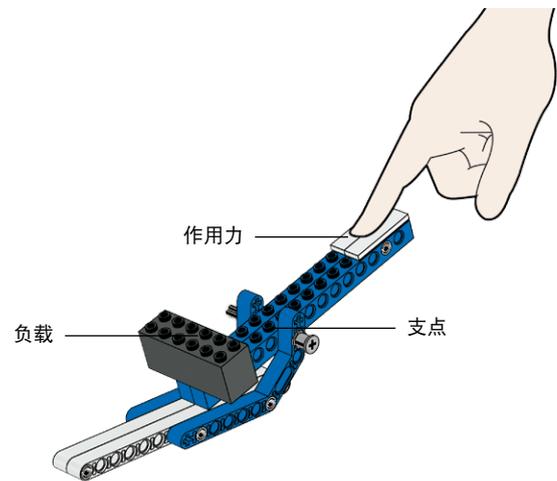
$$\text{作用力} = \frac{400 \text{ N} \times 0.4 \text{ m}}{2 \text{ m}}$$

$$\text{作用力} = 80 \text{ N}$$

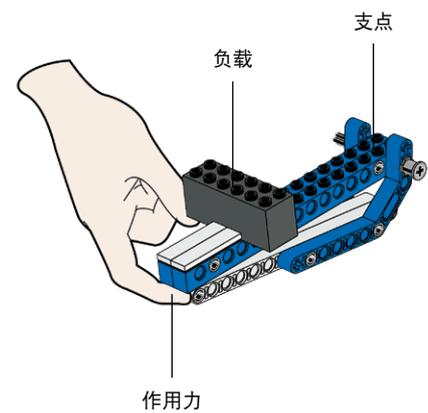
使用这一类杠杆提起 400 N 的负载仅需要 80 N 的作用力。但是，作用力至支点的距离必须为负载至支点距离的 5 倍。

A1

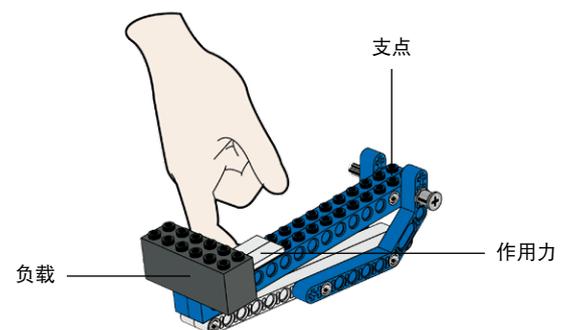
此模型的机械效益为 3。这是一类杠杆。此杠杆的作用力和负载位于杠杆的两端，支点位于这两者之间。

**A2**

此模型的机械效益为 1.3。这是二类杠杆。此杠杆的作用力和支点位于杠杆的两端，负载位于这两者之间。

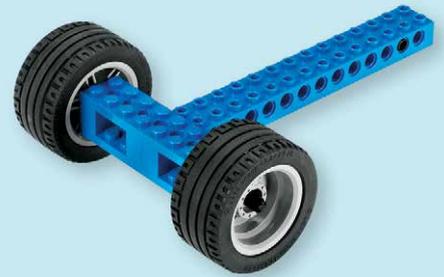
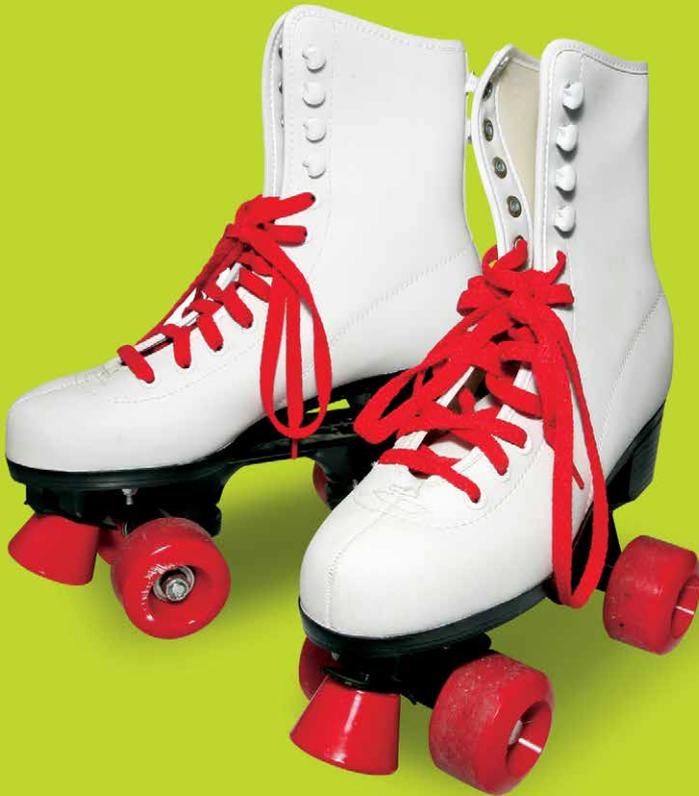
**A3**

此模型的机械效益为 0.8，这意味着需要使用比负载力更大的作用力来提起负载。但是，负载移动的距离比作用力更长。这是三类杠杆。此杠杆的支点和负载位于杠杆的两端，作用力位于这两者之间。





education

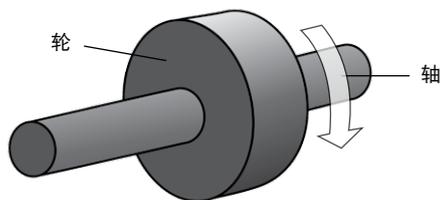


轮轴

学生学习卡

简单机械：轮轴

轮轴通常为圆形物体，通常轮大轴小，彼此牢牢地固定在一起。



轮和轴的转速始终相同。由于轮子的周长更长，轮子表面的速度就更快，旋转距离也就更大。

与在地上拖动负载相比，将负载置于带轮的工具上几乎总是能减小摩擦。科学和工程设计领域的轮子并不总是用于运输。带凹槽的轮子称为滑轮，带轮齿的轮子称为齿轮。

轮轴的常见示例有擀面杖、溜冰鞋和手推车。

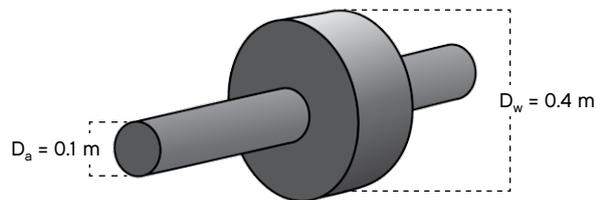
你知道吗？

迄今人类发现的第一个建筑轮子是由大约 5,600 年前的苏美尔人制造的。

轮轴的机械效益

轮轴的机械效益为轮和轴的转速之比。根据施加作用力的位置，可以使用以下公式计算机械效益：

$$\text{机械效益} = \frac{D_w}{D_a}$$



如果在轴上施加作用力，则此轮轴的机械效益为 4:1 或 4。这意味着速度和距离增加为原来的 4 倍，但是同时力减小为原来的 1/4。

如果在轮上施加作用力，则此轮轴的机械效益为 1:4，这意味着速度和距离力减小为原来的 1/4，但是力增加为原来的 4 倍。

提示：



大乐高® 轮的直径为 43.2 mm (大约 1.7 英寸)。



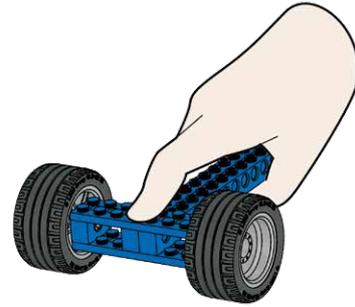
乐高轴的直径为 4.7 mm (大约 0.18 英寸)。

B1

按照图纸 I 第 8 页至第 9 页搭建 B1

沿着桌子直线推动该模型。

然后，尝试按照有急转弯的“Z”字形推动该模型。说明实际发生的情况和原因。

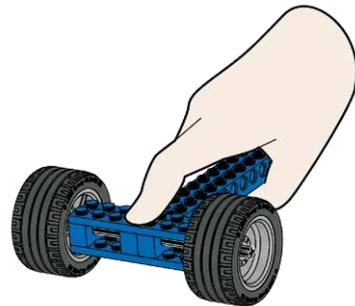


B2

按照图纸 I 第 10 页至第 11 页搭建 B2

沿着桌子直线推动该模型。

然后，尝试按照有急转弯的“Z”字形推动该模型。说明实际发生的情况和原因，并与上面的模型作比较。

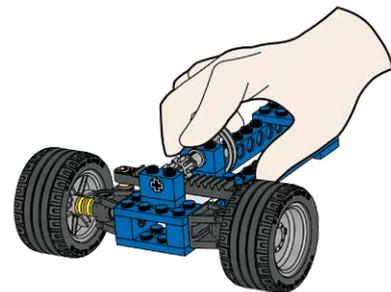


B3

按照图纸 I 第 12 页至第 15 页搭建 B3

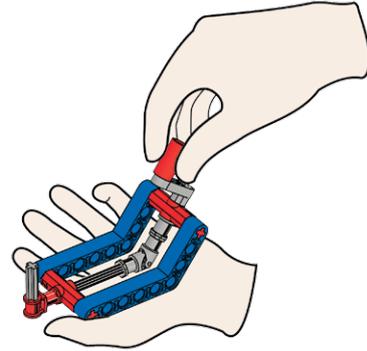
沿着桌子直线推动该模型。

然后，尝试按照有急转弯的“Z”字形推动该模型。说明实际发生的情况和原因，并与上面的模型作比较。



B4

按照图纸 I 第 16 页至第 17 页搭建 B4
转动把手，说明实际发生的情况。



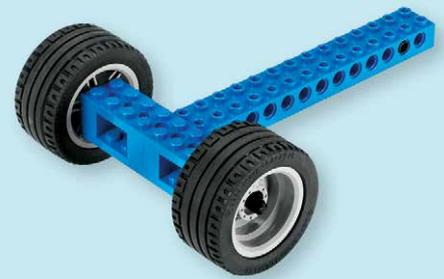
B5

搭建如图所示的模型。
计算乐高® 轮轴的机械效益。





education

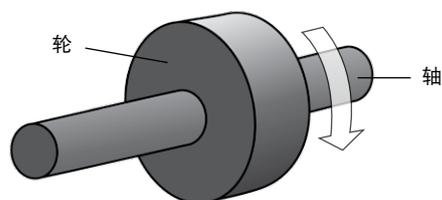


轮轴

教师指南

简单机械：轮轴

轮轴通常为圆形物体，通常轮大轴小，彼此牢牢地固定在一起。



轮和轴的转速始终相同。由于轮子的周长更长，轮子表面的速度就更快，旋转距离也就更大。

与在地上拖动负载相比，将负载置于带轮的工具上几乎总是能减小摩擦。科学和工程设计领域的轮子并不总是用于运输。带凹槽的轮子称为滑轮，带轮齿的轮子称为齿轮。

轮轴的常见示例有擀面杖、溜冰鞋和手推车。

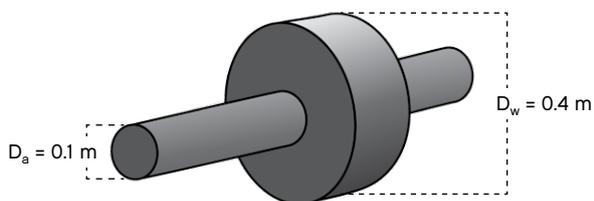
你知道吗？

迄今人类发现的第一个建筑轮子是由大约 5,600 年前的苏美尔人制造的。

轮轴的机械效益

轮轴的机械效益为轮和轴的转速之比。根据施加作用力的位置，可以使用以下公式计算机械效益：

$$\text{机械效益} = \frac{D_w}{D_a}$$



如果在轴上施加作用力，则此轮轴的机械效益为 4:1 或 4。这意味着速度和距离增加为原来的 4 倍，但是同时力减小为原来的 1/4。

如果在轮上施加作用力，则此轮轴的机械效益为 1:4，这意味着速度和距离减小为原来的 1/4，但是力增加为原来的 4 倍。

提示：



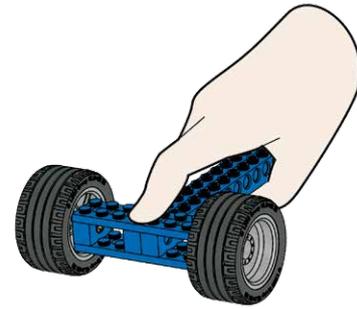
大乐高® 轮的直径为 43.2 mm (大约 1.7 英寸)。



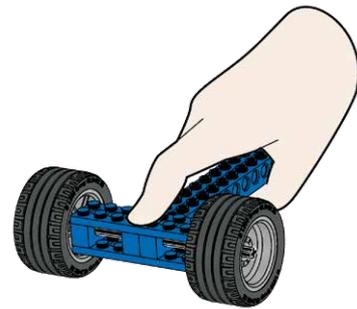
乐高轴的直径为 4.7 mm (大约 0.18 英寸)。

B1

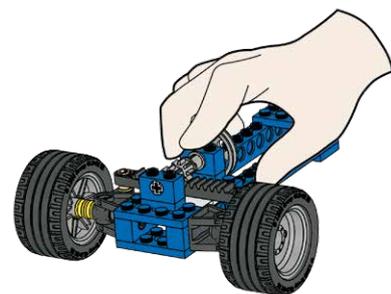
此模型展示的是采用分轴的手推车。沿直线推动该模型或者按照有急转弯的“Z”字形推动该模型，都能很容易地对其进行操控。分轴可以使轮子以不同的速度转动。

**B2**

此模型展示的是采用固定轴的手推车。沿直线推动该模型，可以很容易地对其进行操控。但是，若按照有急转弯的“Z”字形推动该模型，则很难对其进行操控，因为轮子不能以不同的速度转动。转弯时，总有一个轮子会打滑。

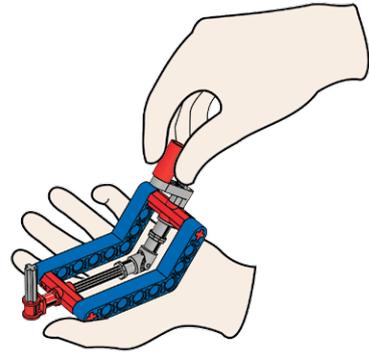
**B3**

此模型展示的是有转向系统的手推车。沿直线推动该模型或者按照有急转弯的“Z”字形推动该模型，都能很容易地对其进行操控。分轴可以使轮子以不同的速度转动，转向盘可以进行良好地控制。



B4

此模型展示的是万向接头。当转动把手时，旋转运动经万向接头倾斜地传输至输出。输入与输出的速度比为 1:1。

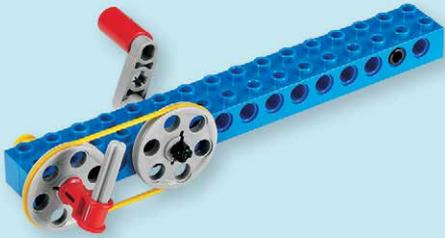
**B5**

乐高® 轮轴的机械效益为 9.2。取决于是否施加作用力转动轮或轴。





education

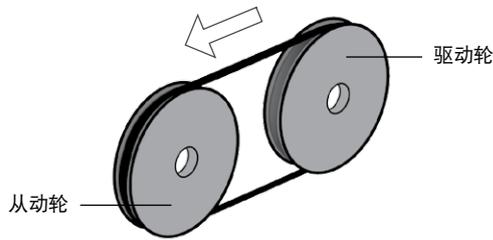


滑轮

学生学习卡

简单机械：滑轮

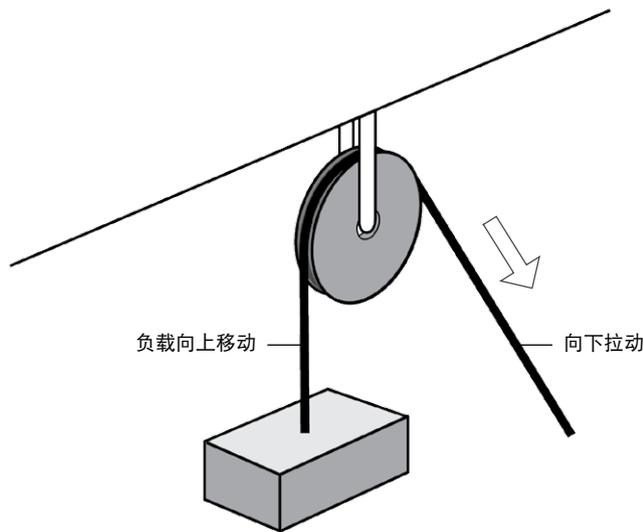
滑轮是由缠绕在轮缘上的绳索、链条或皮带移动的轮子。



在一组由皮带驱动的滑轮中，两个滑轮通过一条传动带相连接。被施加外力（作用力）的轮子称为驱动轮，另一个轮子称为从动轮。驱动滑轮提供输入力，而从动滑轮提供输出力。当驱动轮转动时，传动带移动并带动从动轮以相同方向转动。如果驱动轮比从动轮小，则从动轮比驱动轮转动得慢。

由皮带驱动的滑轮依靠皮带摩擦传递运动。如果皮带过紧，皮带会对滑轮轴和轴承产生多余的摩擦力。如果皮带过松，皮带会滑移，就不能有效地利用作用力。滑移是皮带传动机构的一个过载保护安全功能。

对于重型起重作业，可以将多个滑轮组成滑轮组起重系统，以便更轻松地举起重物。



使用单个滑轮不能更轻松地举起负载，但是可以在不增加速度或必要作用力的情况下改变运动方向。只能通过拉动绳索提升负载。滑轮分为定滑轮和动滑轮。定滑轮和动滑轮的区别是，当移动负载时，定滑轮不会上下移动。定滑轮常常固定在顶梁或顶椽上，只能绕着自身的轴旋转。在起重或拖动系统中，多个滑轮共用一个轴，称为滑轮组。

滑轮的常见示例有百叶窗、窗帘和旗杆。

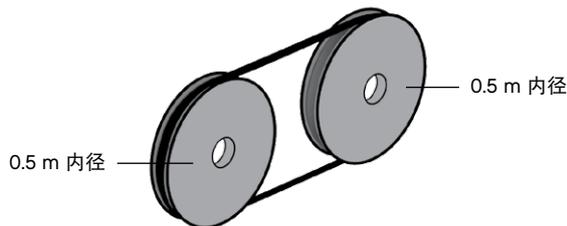
你知道吗？

滑轮开启了英国的批量生产时代。19世纪初，英国开始生产滑轮，为拿破仑战争时期的英国皇家海军军舰提供滑轮组。

滑轮的机械效益

滑轮的效益取决于力与距离的交换。通常，要获得较大的力，必须移动更远的距离。对于由皮带驱动的滑轮的机械效益，最准确的计算方法是，用从动滑轮的内径除以驱动滑轮的内径。也可以比较从动滑轮的转数与驱动滑轮的一次旋转。但是滑移会影响比较的准确性。

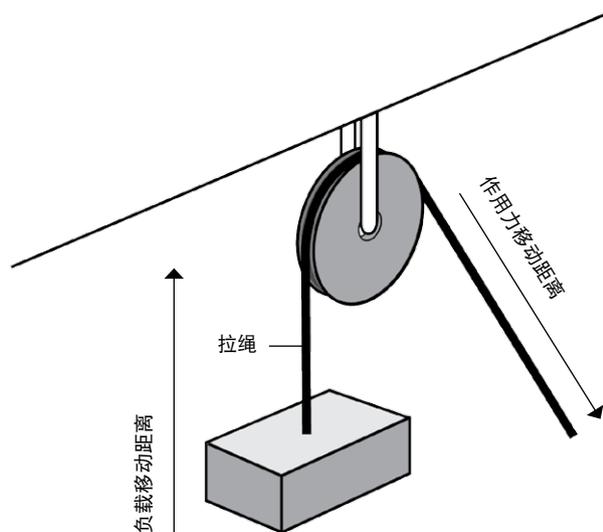
$$\text{机械效益} = \frac{\text{从动滑轮直径}}{\text{驱动滑轮直径}}$$



$$\text{机械效益} = \frac{0.5 \text{ m}}{0.5 \text{ m}}$$

$$\text{机械效益} = 1$$

确定滑轮系统机械效益的方法有两种。确定滑轮系统机械效益的最简单方法是计算与负载相连的拉绳（或使用的吊绳）的数量。另外，也可以用作用力移动距离除以负载移动距离。



$$\text{机械效益} = 1$$

提示：



大滑轮的内径为 22 mm
(大约 0.8 英寸)。



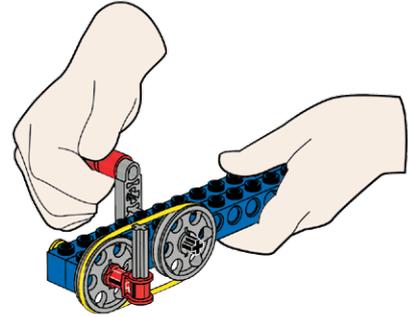
小滑轮的内径为 5.8 mm
(大约 0.22 英寸)。

你知道吗？

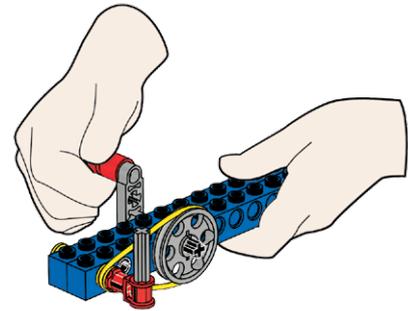
理论上，可以使用巨型滑轮组和超长绳子提起任何重量的物体。然而，由于摩擦力会增加，滑轮组最终会在不能产生机械效益的位置变得低效。

C1**按照图纸 I 第 18 页搭建 C1**

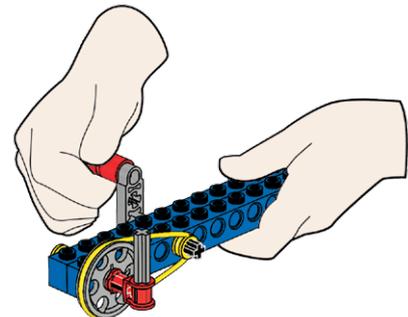
计算机械效益。然后，转动把手，同时慢慢增加对输出指针的夹持力，说明实际发生的情况和原因。

**C2****按照图纸 I 第 19 页搭建 C2**

计算机械效益。然后，转动把手，同时慢慢增加对输出指针的夹持力，说明实际发生的情况和原因。

**C3****按照图纸 I 第 20 页搭建 C3**

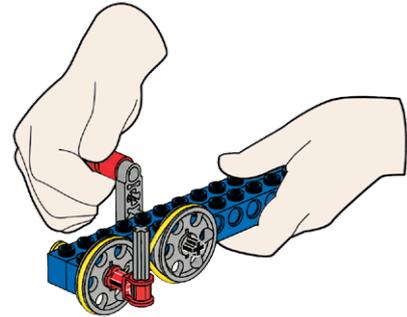
计算机械效益。然后，转动把手，同时慢慢增加对输出指针的夹持力，说明实际发生的情况和原因。



C4

按照图纸 I 第 21 页搭建 C4

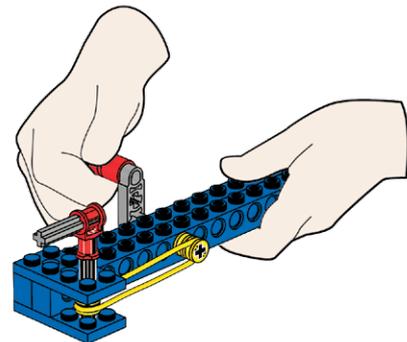
计算机械效益。然后，转动把手，同时慢慢增加对输出指针的夹持力，说明实际发生的情况和原因。



C5

按照图纸 I 第 22 页至第 23 页搭建 C5

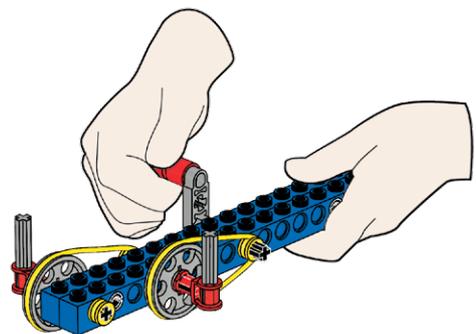
计算机械效益。然后，转动把手，说明实际发生的情况和原因。



C6

按照图纸 I 第 24 页至第 25 页搭建 C6

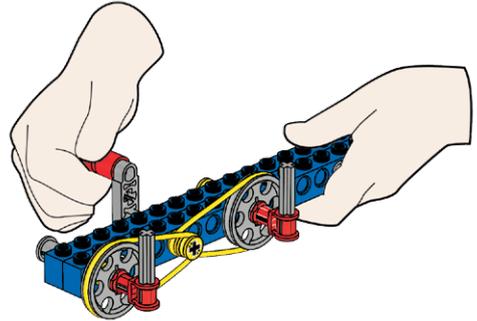
计算机械效益。然后，转动把手，说明实际发生的情况和原因。



C7

按照图纸 I 第 26 页至第 27 页搭建 C7

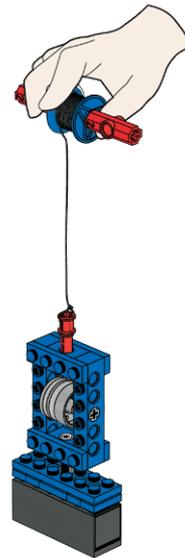
计算机械效益。然后，转动把手，说明实际发生的情况和原因。



C8

按照图纸 I 第 28 页至第 31 页搭建 C8

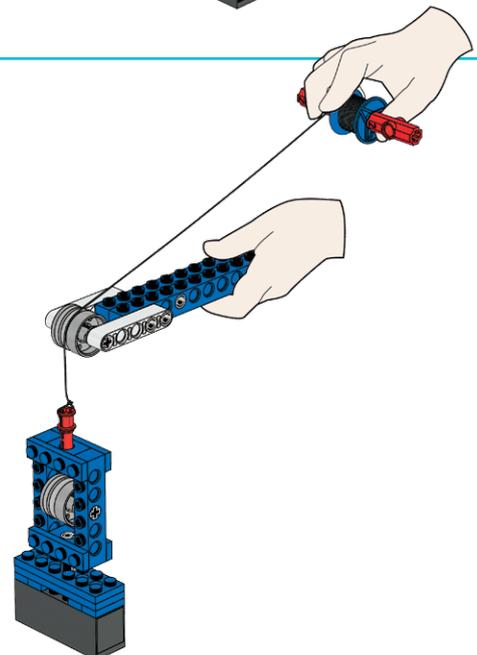
提起细绳以提升负载。描述实际发生的情况。



C9

按照图纸 I 第 32 页至第 35 页搭建 C9

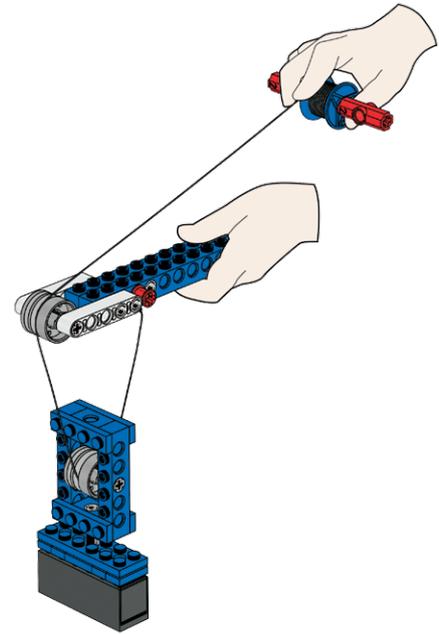
计算机械效益。然后拉动细绳以提起负载。说明实际发生的情况和原因。



C10

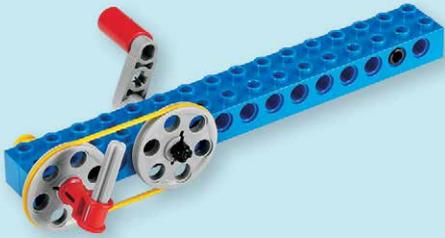
按照图纸 I 第 36 页搭建 C10

计算机械效益。然后拉动细绳以提起负载。说明实际发生的情况和原因。





education

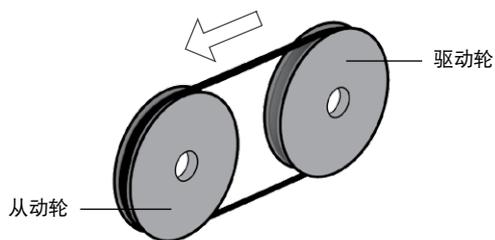


滑轮

教师指南

简单机械：滑轮

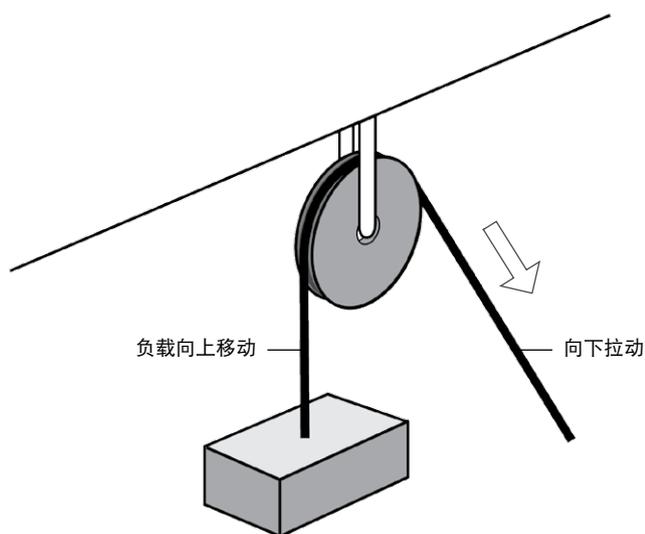
滑轮是由缠绕在轮缘上的绳索、链条或皮带移动的轮子。



在一组由皮带驱动的滑轮中，两个滑轮通过一条传动带相连接。被施加外力（作用力）的轮子称为驱动轮，另一个轮子称为从动轮。驱动滑轮提供输入力，而从动滑轮提供输出力。当驱动轮转动时，传动带移动并带动从动轮以相同方向转动。如果驱动轮比从动轮小，则从动轮比驱动轮转动得慢。

由皮带驱动的滑轮依靠皮带摩擦传递运动。如果皮带过紧，皮带会对滑轮轴和轴承产生多余的摩擦力。如果皮带过松，皮带会滑移，就不能有效地利用作用力。滑移是皮带传动机构的一个过载保护安全功能。

对于重型起重作业，可以将多个滑轮组成滑轮组起重系统，以便更轻松地举起重物。



使用单个滑轮不能更轻松地举起负载，但是可以在不增加速度或必要作用力的情况下改变运动方向。只能通过拉动绳索提升负载。滑轮分为定滑轮和动滑轮。定滑轮和动滑轮的区别是，当移动负载时，定滑轮不会上下移动。定滑轮常常固定在顶梁或顶椽上，只能绕着自身的轴旋转。在起重或拖动系统中，多个滑轮共用一个轴，称为滑轮组。

滑轮的常见示例有百叶窗、窗帘和旗杆。

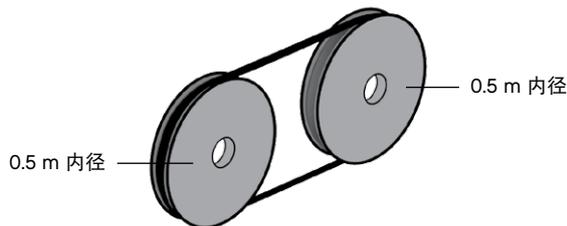
你知道吗？

滑轮开启了英国的批量生产时代。19世纪初，英国开始生产滑轮，为拿破仑战争时期的英国皇家海军军舰提供滑轮组。

滑轮的机械效益

滑轮的效益取决于力与距离的交换。通常，要获得较大的力，必须移动更远的距离。对于由皮带驱动驱动的滑轮的机械效益，最准确的计算方法是，用从动滑轮的内径除以驱动滑轮的内径。也可以比较从动滑轮的转数与驱动滑轮的一次旋转。但是滑移会影响比较的准确性。

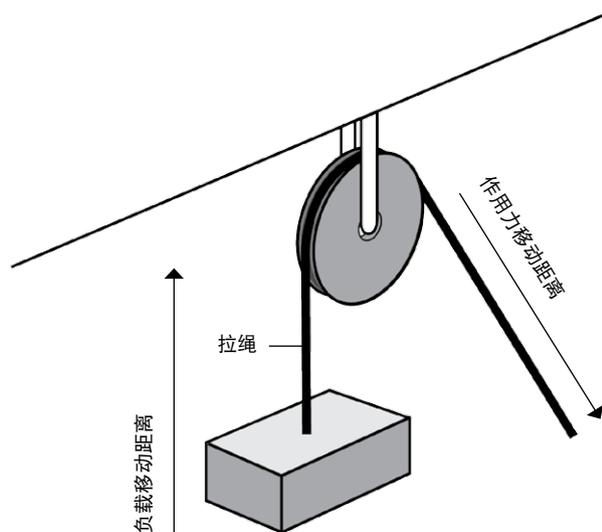
$$\text{机械效益} = \frac{\text{从动滑轮直径}}{\text{驱动滑轮直径}}$$



$$\text{机械效益} = \frac{0.5 \text{ m}}{0.5 \text{ m}}$$

$$\text{机械效益} = 1$$

确定滑轮系统机械效益的方法有两种。确定滑轮系统机械效益的最简单方法是计算与负载相连的拉绳（或使用的吊绳）的数量。另外，也可以用作用力移动距离除以负载移动距离。



$$\text{机械效益} = 1$$

提示：



大滑轮的内径为 22 mm
(大约 0.8 英寸)。



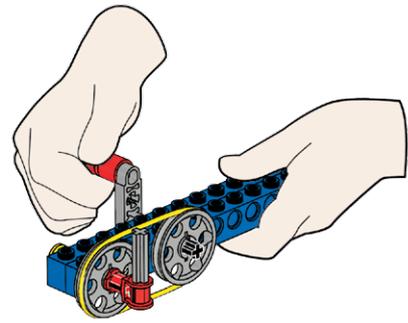
小滑轮的内径为 5.8 mm
(大约 0.22 英寸)。

你知道吗？

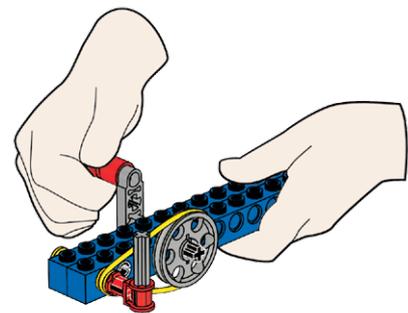
理论上，可以使用巨型滑轮组和超长绳子提起任何重量的物体。然而，由于摩擦力会增加，滑轮组最终会在不能产生机械效益的位置变得低效。

C1

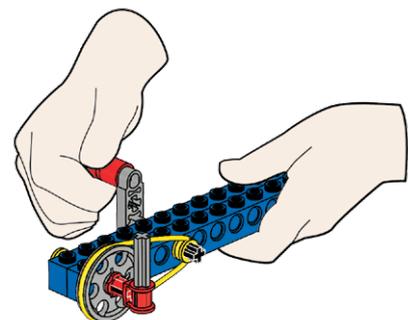
此模型的机械效益为 1。此模型是由皮带驱动的滑轮，其中驱动滑轮和从动滑轮的速度和方向相同。轻夹输出指针会使从动滑轮停止转动，因为这会导致皮带滑移。机械效益 1 表示的是乐高® 组件的尺寸比。

**C2**

此模型的机械效益为 1:3.8。此模型为由皮带驱动的增速滑轮。从动滑轮的转速大于驱动滑轮的转速，但是输出力会减小，且皮带更易滑移。机械效益 1:3.8 表示的是乐高组件的尺寸比。

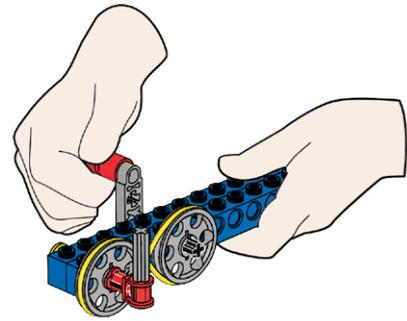
**C3**

此模型的机械效益为 3.8:1。此模型是由皮带驱动的减速滑轮。从动滑轮的转速低于驱动滑轮的转速。这会增大输出力，但是皮带会随着负载的增加而滑移。机械效益 3.8:1 表示的是乐高组件的尺寸比。

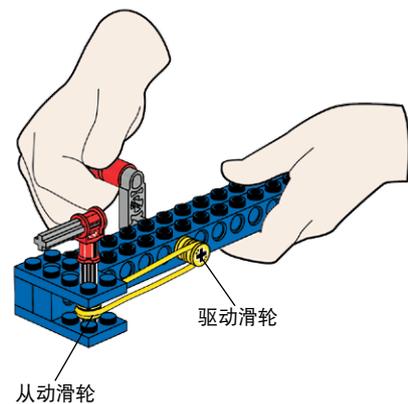


C4

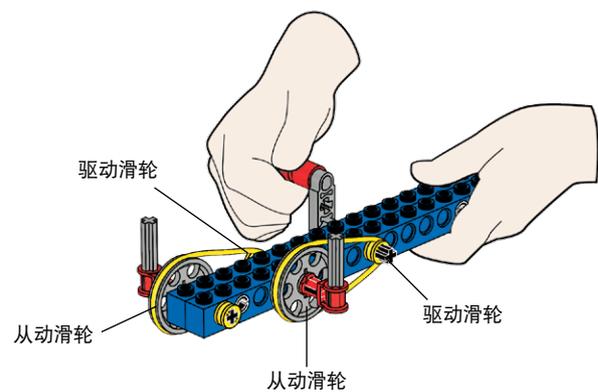
此模型的机械效益为 1。此模型是由皮带驱动的滑轮，其中驱动滑轮和从动滑轮的速度相同，但是由于皮带交叉，因此它们的转动方向相反。

**C5**

此模型的机械效益为 1。此模型是由皮带驱动的滑轮，其中驱动滑轮和从动滑轮的速度相同，但是由于皮带扭转，因此它们的运动角度会有变化。

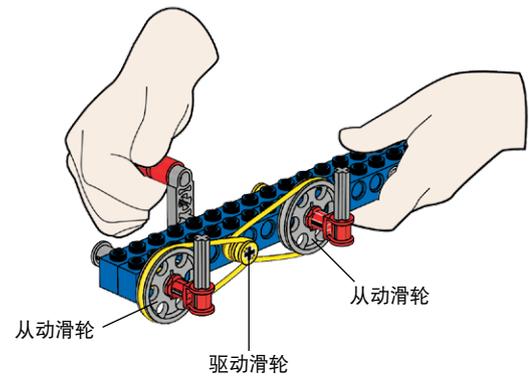
**C6**

此模型的机械效益为 14.4:1。此模型是由皮带驱动的复合滑轮，其转动速度大大减小，而其输出力大大增加。小驱动滑轮会减慢大从动滑轮的移动速度。与大从动滑轮共用一个轴的小驱动滑轮成为了第二大从动滑轮的驱动滑轮。

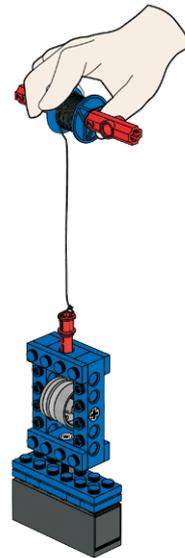


C7

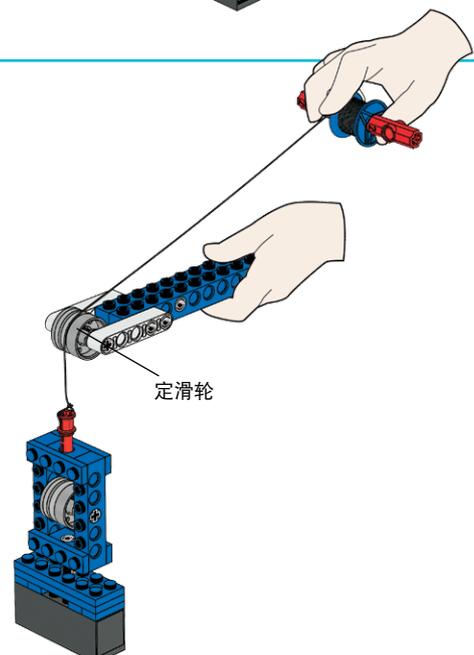
此模型的机械效益为 3.8:1。此模型是由皮带驱动的滑轮，其中一个驱动滑轮驱动两个从动滑轮，从而产生双倍的输出力。驱动滑轮和从动滑轮大小上的不同会导致速度减小，但是输出力会增加。

**C8**

此模型的机械效益为 1。这意味着此模型没有增加或减小必要的作用力、速度或距离。只是提升或降低了满载的乐高® 砝码零件。

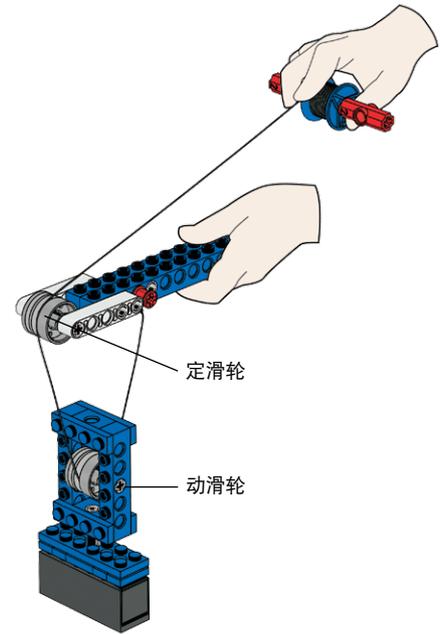
**C9**

此模型的机械效益为 1，这意味着此模型没有增加或减小必要的作用力或速度。它仅改变了运动方向。



C10

此模型的机械效益为 2，这意味着此模型将提升负载所需的作用力减少了一半，同时降低了提升负载的速度。必须将细绳拉长至其两倍长度，才能提升负载。





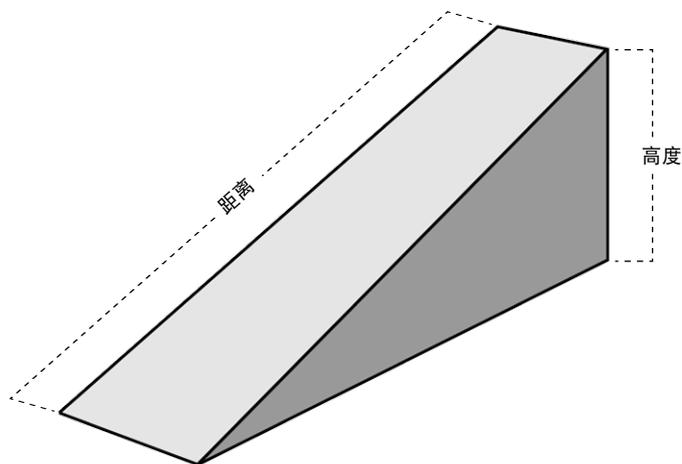
education



斜面
学生学习卡

简单机械：斜面

斜面是用以提升物体的倾斜表面，如斜坡。



借助斜面将物体提升至一定高度，一定会将该物体移动更长距离，但是这会比垂直向上提升该物体更加省力。

垂直向上提升一个已知的负载距离短但费力，使用斜面慢慢提升物体更省力但距离更长，这两种方法各有利弊，需要权衡。

斜面的常见示例有斜坡、梯子和楼梯。

你知道吗？

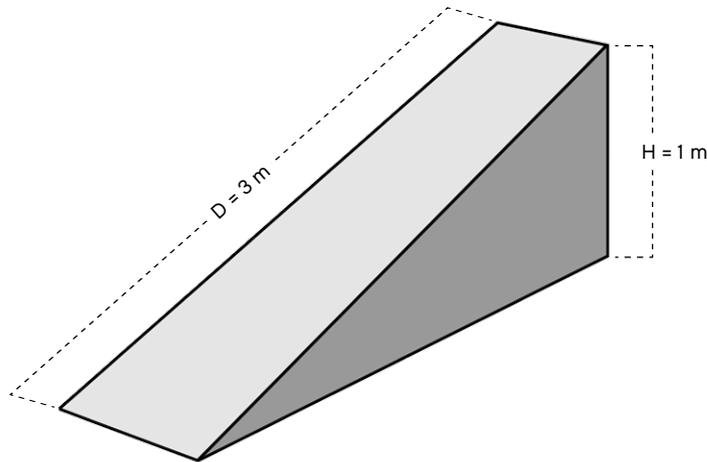
早在数千年前，人们便知道斜面的优点并加以利用。古埃及人利用了泥土堆成的斜面，减轻了将巨石运往金字塔顶端的劳力。

斜面的机械效益

斜面的机械效益描述的是斜面坡长和高度之间的关系。

可以使用以下公式计算机械效益：

$$\text{机械效益} = \frac{\text{负载移动的距离}}{\text{负载提升的高度}}$$



$$\text{机械效益} = \frac{3 \text{ m}}{1 \text{ m}}$$

$$\text{机械效益} = 3$$

可以使用此公式计算提起已知负载所需的作用力：

$$\frac{\text{负载}}{\text{作用力}} = \frac{\text{距离}}{\text{高度}}$$

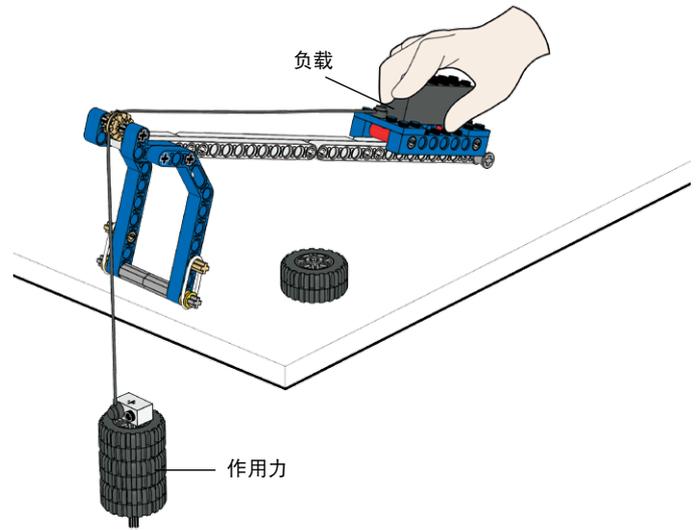
理论上，计算移动负载所需的作用力也很简单。但实际上，负载与坡面的摩擦力会大大影响作用力。

你知道吗？
垂直提升的机械效益始终为 1。这意味着你必须在没有任何机械效益的情况下提升整个负载。

D1

按照图纸 II 第 2 页至第 12 页搭建 D1

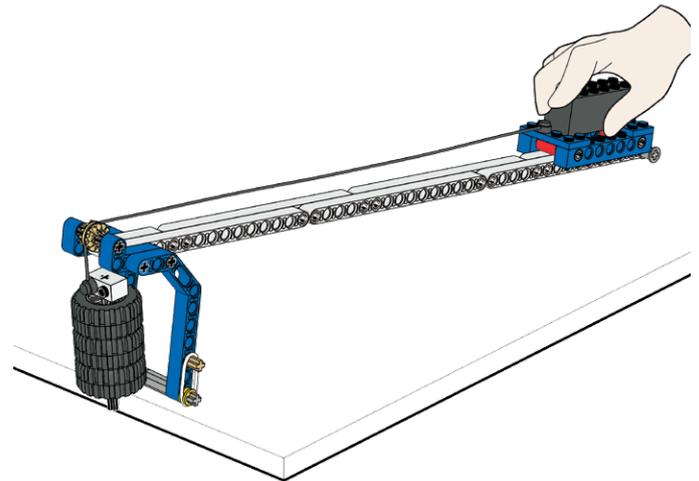
计算机械效益。然后放开负载。说明实际发生的情况和原因。



D2

按照图纸 II 第 13 页至第 15 页搭建 D2

计算机械效益。然后放开负载。说明实际发生的情况和原因。





education

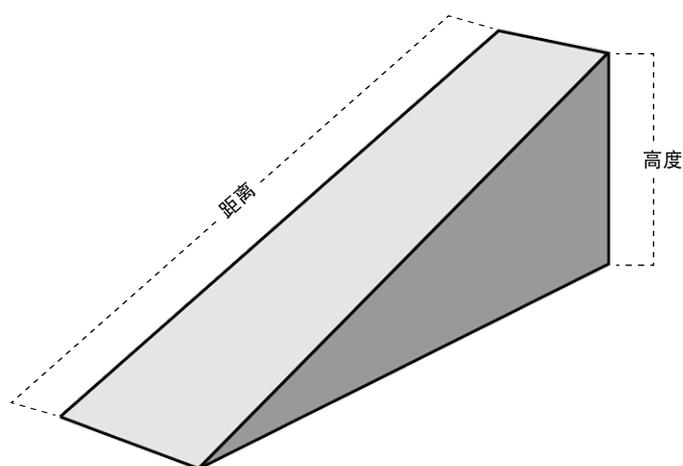


斜面

教师指南

简单机械：斜面

斜面是用以提升物体的倾斜表面，如斜坡。



借助斜面将物体提升至一定高度，一定会将该物体移动更长距离，但是这会比垂直向上提升该物体更加省力。

垂直向上提升一个已知的负载距离短但费力，使用斜面慢慢提升物体更省力但距离更长，这两种方法各有利弊，需要权衡。

斜面的常见示例有斜坡、梯子和楼梯。

你知道吗？

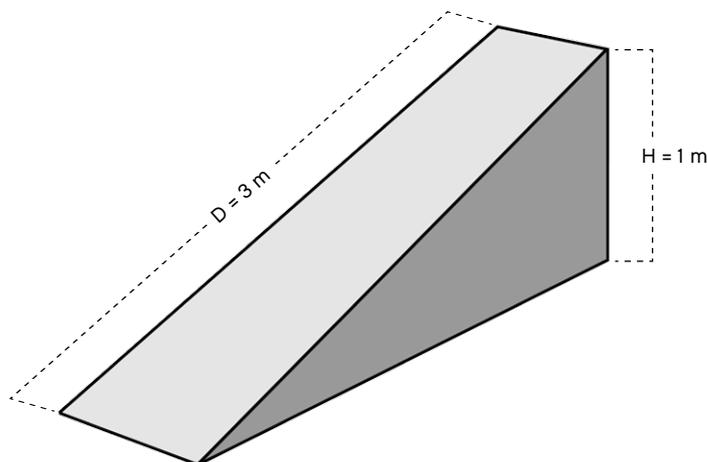
早在数千年前，人们便知道斜面的优点并加以利用。古埃及人利用了泥土堆成的斜面，减轻了将巨石运往金字塔顶端的劳力。

斜面的机械效益

斜面的机械效益描述的是斜面坡长和高度之间的关系。

可以使用以下公式计算机械效益：

$$\text{机械效益} = \frac{\text{负载移动的距离}}{\text{负载提升的高度}}$$



$$\text{机械效益} = \frac{3 \text{ m}}{1 \text{ m}}$$

$$\text{机械效益} = 3$$

可以使用此公式计算提起已知负载所需的作用力：

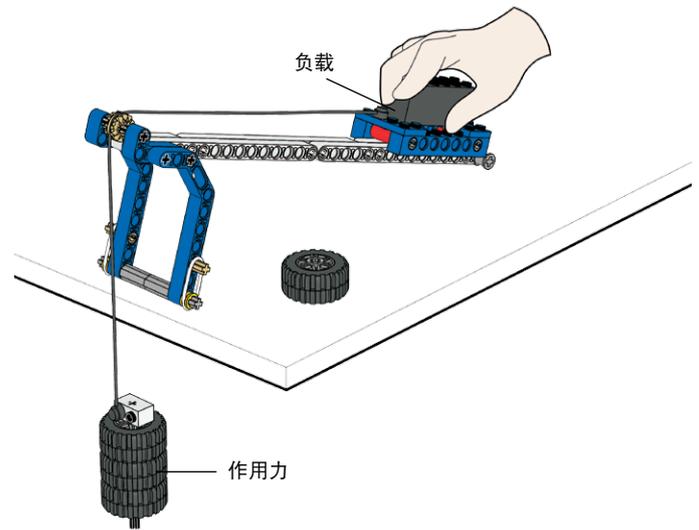
$$\frac{\text{负载}}{\text{作用力}} = \frac{\text{距离}}{\text{高度}}$$

理论上，计算移动负载所需的作用力也很简单。但实际上，负载与坡面的摩擦力会大大影响作用力。

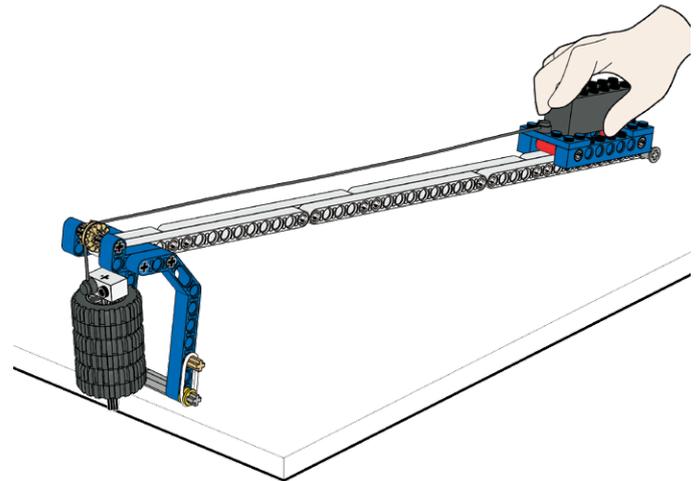
你知道吗？
垂直提升的机械效益始终为 1。这意味着你必须在没有任何机械效益的情况下提升整个负载。

D1

此模型是一个机械效益约为 3 的短斜面。松开负载时什么也不会发生。约 3 N 的作用力不足以将约 6 N 的负载提升至斜面顶端。因此，此模型展示了理想机械效益与实际机械效益之间的区别。在理想情况下，大于 2 N 的作用力应该能够将负载提升至斜面顶端，但是由于有摩擦力，因此实际机械效益较小。如果再增加一个轮子作为作用力，则能够提起负载。

**D2**

此模型为一个机械效益为 4.5 的长斜面。由于此斜面距离加长，倾斜度减小，因此作用力能够将负载提升至斜面顶端。





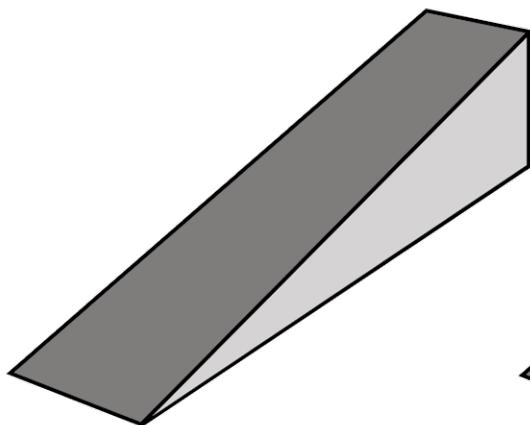
education



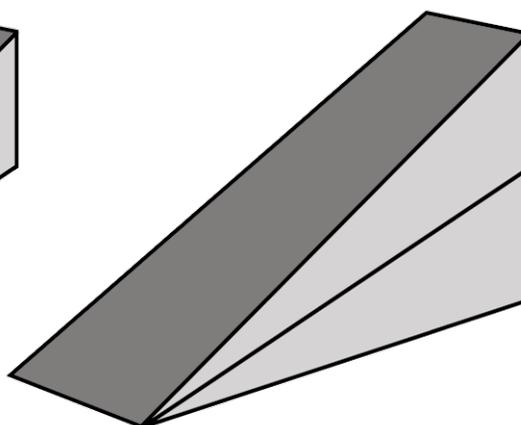
楔子
学生学习卡

简单机械：楔子

楔子是斜面的一种改型。与斜面不同，楔子可以移动。



单楔



双楔

楔子可以有一个或两个坡面。用力取决于楔子的长度和宽度之间的关系，以及坡面。

楔子的常见示例包括斧头、小刀和门挡。

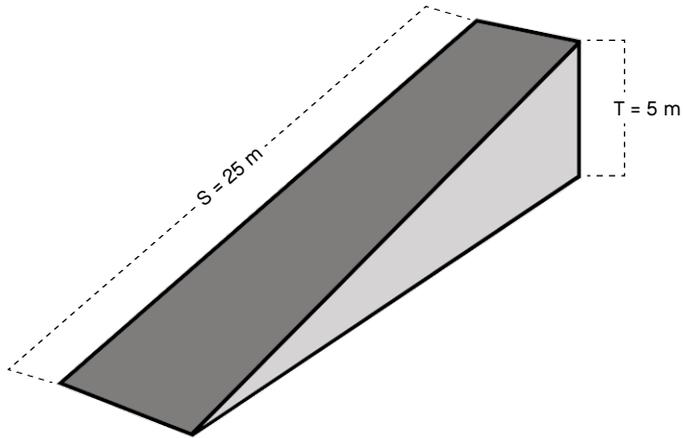
你知道吗？

可以使用楔子来破开花岗岩！
一种称作插楔开石工具的简单装置可以破开巨大的花岗岩石块。

楔子的机械效益

楔子的理想机械效益描述的是楔子斜边长度与楔子最厚端高度之间的关系。可以使用以下公式计算机械效益：

$$\text{机械效益} = \frac{\text{斜边}}{\text{厚度}}$$



$$\text{机械效益} = \frac{25 \text{ m}}{5 \text{ m}}$$

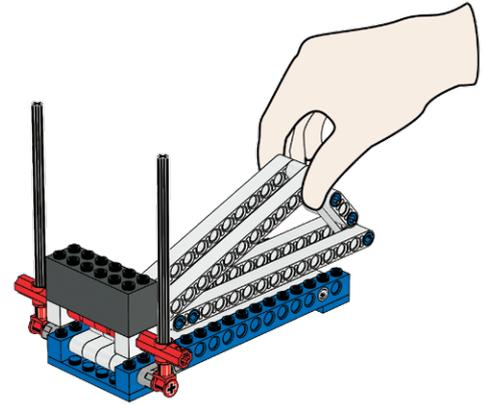
$$\text{机械效益} = 5$$

提示：
楔子的角越尖，机械效益越大。

E1

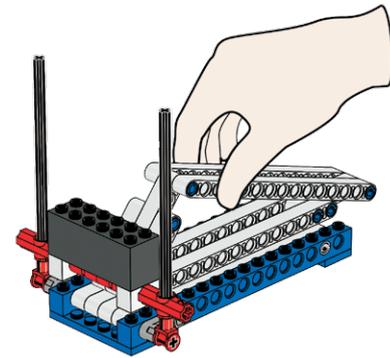
按照图纸 II 第 16 页至第 25 页搭建 E1

计算机械效益。然后将楔子推到负载下面。说明实际发生的情况和原因。



E2

将楔子转过来，计算机械效益。然后再将楔子推到负载下面。说明实际发生的情况和原因。与上面的模型作比较。





education

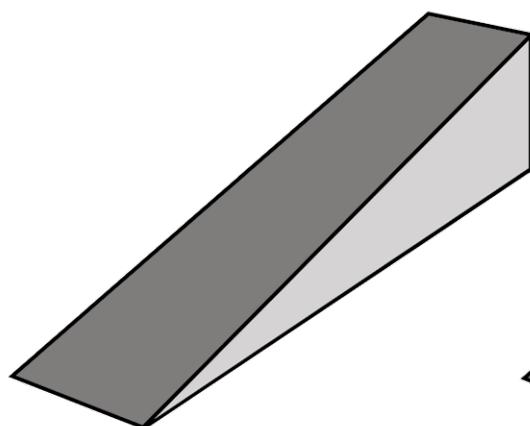


楔子

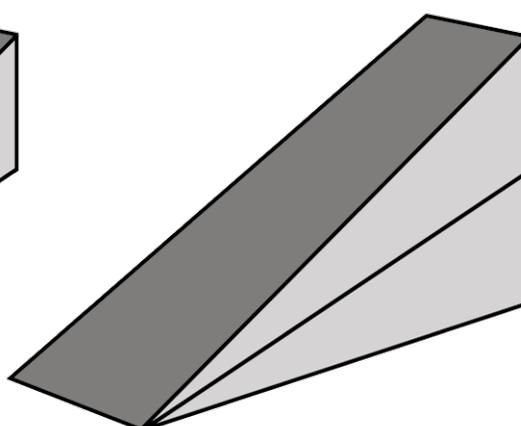
教师指南

简单机械：楔子

楔子是斜面的一种改型。与斜面不同，楔子可以移动。



单楔



双楔

楔子可以有一个或两个坡面。用力取决于楔子的长度和宽度之间的关系，以及坡面。

楔子的常见示例包括斧头、小刀和门挡。

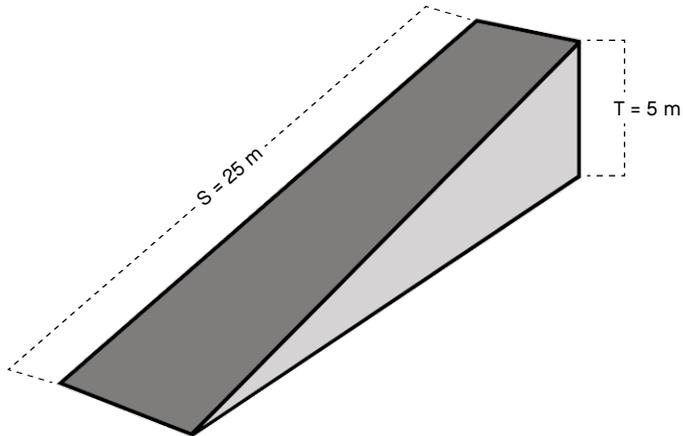
你知道吗？

可以使用楔子来破开花岗岩！
一种称作插楔开石工具的简单装置可以破开巨大的花岗岩石块。

楔子的机械效益

楔子的理想机械效益描述的是楔子斜边长度与楔子最厚端高度之间的关系。可以使用以下公式计算机械效益：

$$\text{机械效益} = \frac{\text{斜边}}{\text{厚度}}$$



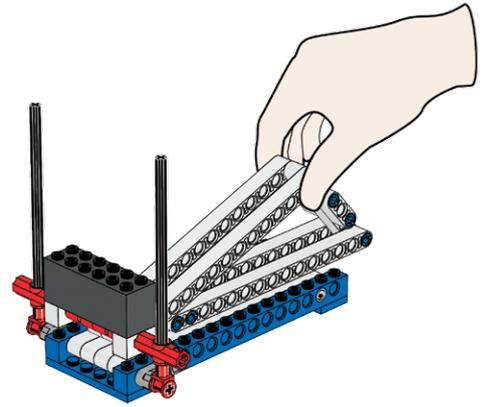
$$\text{机械效益} = \frac{25 \text{ m}}{5 \text{ m}}$$

$$\text{机械效益} = 5$$

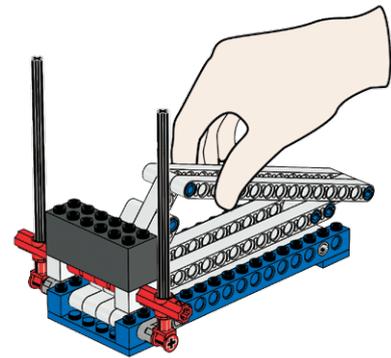
提示：
楔子的角越尖，机械效益越大。

E1

此模型为具有长斜面的单楔，其机械效益约为 3。由于该楔子的角度小，因此提起负载所需的力小。

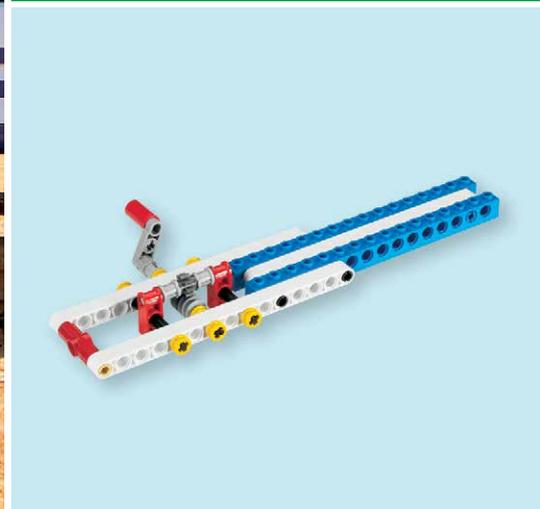
**E2**

此模型为具有短斜面的单楔，其机械效益为 1.3。由于其坡面的倾角大，因此相比前一个楔子需要用更大的力来提起负载。但它的运动距离也较短。





education

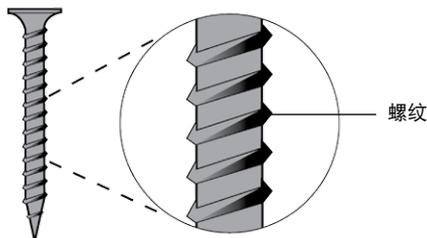


螺钉

学生学习卡

简单机械：螺钉

螺钉是斜面的一种改型。螺钉的螺纹就像是环绕圆柱体的斜面。螺纹的宽度就像是斜面的角度。



螺钉的螺距越细小，所需的转数越多，但也会更轻松地钉入螺钉。负载是木材对螺钉施加的摩擦力和其他力。

将一个螺钉拧入一块木头时，就像是将该长斜面旋进该负载中。转动螺丝刀的力会被转换成将螺钉拧入物体的垂直作用力。螺钉在一次完整旋转中移动的距离取决于螺距。

螺距是指螺钉每厘米的螺纹数量。如果一个螺钉每厘米有 8 个螺纹，则该螺钉的螺距为 $1/8$ 。螺距为 $1/8$ 的螺钉在一次完整旋转中能够向物体中移动 $1/8$ 厘米的距离。

螺钉的常见示例有螺钉、螺丝锥和钻子。

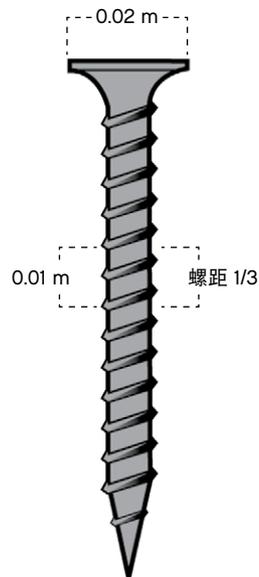
你知道吗？
在公元前 3 世纪，希腊科学家、数学家和发明家阿基米德根据螺钉设计了螺旋泵，来输送水进行灌溉。

螺钉的机械效益

使用螺钉的机械效益包括在较长的距离上分布作用力，从而可以使用较小的作用力应对重负载。

可以使用以下公式计算机械效益：

$$\text{机械效益} = \frac{\text{作用力移动的距离}}{\text{负载移动的距离}} = \frac{2\pi r}{\text{螺距}}$$



$$\text{机械效益} = \frac{2 \times \pi \times 0.02}{0.03}$$

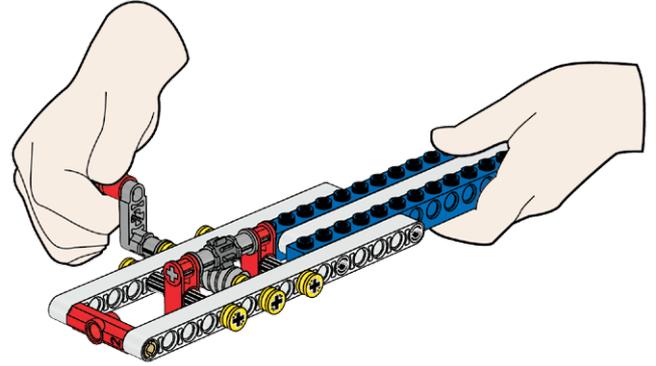
$$\text{机械效益} = 4 \text{ 左右}$$

这意味着，如果你可以用 1 N 的力拧动螺丝刀，则你可以产生 4N 的力。

F1

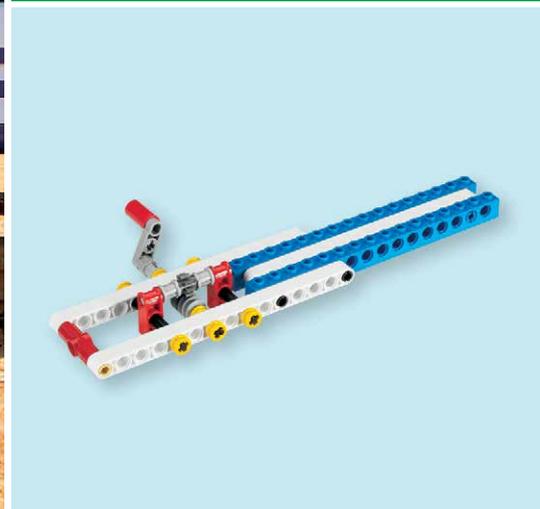
按照图纸 II 第 26 页至第 32 页搭建 F1

转动把手，说明速度和方向会发生什么变化。





education

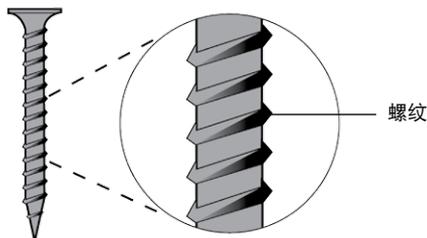


螺钉

教师指南

简单机械：螺钉

螺钉是斜面的一种改型。螺钉的螺纹就像是环绕圆柱体的斜面。螺纹的宽度就像是斜面的角度。



螺钉的螺距越细小，所需的转数越多，但也会更轻松地钉入螺钉。负载是木材对螺钉施加的摩擦力和其他力。

将一个螺钉拧入一块木头时，就像是将该长斜面旋进该负载中。转动螺丝刀的力会被转换成将螺钉拧入物体的垂直作用力。螺钉在一次完整旋转中移动的距离取决于螺距。

螺距是指螺钉每厘米的螺纹数量。如果一个螺钉每厘米有 8 个螺纹，则该螺钉的螺距为 $1/8$ 。螺距为 $1/8$ 的螺钉在一次完整旋转中能够向物体中移动 $1/8$ 厘米的距离。

螺钉的常见示例有螺钉、螺丝锥和钻子。

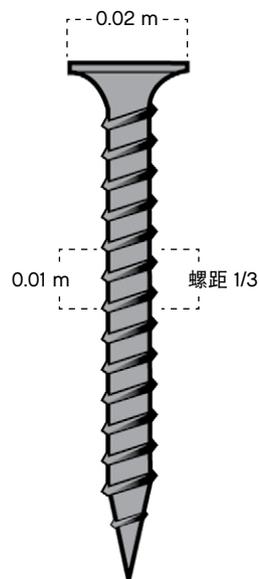
你知道吗？
在公元前 3 世纪，希腊科学家、数学家和发明家阿基米德根据螺钉设计了螺旋泵，来输送水进行灌溉。

螺钉的机械效益

使用螺钉的机械效益包括在较长的距离上分布作用力，从而可以使用较小的作用力应对重负载。

可以使用以下公式计算机械效益：

$$\text{机械效益} = \frac{\text{作用力移动的距离}}{\text{负载移动的距离}} = \frac{2\pi r}{\text{螺距}}$$



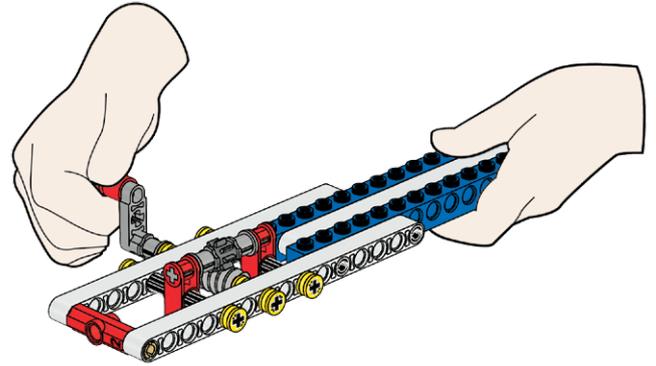
$$\text{机械效益} = \frac{2 \times \pi \times 0.02}{0.03}$$

$$\text{机械效益} = 4 \text{ 左右}$$

这意味着，如果你可以用 1 N 的力拧动螺丝刀，则你可以产生 4N 的力。

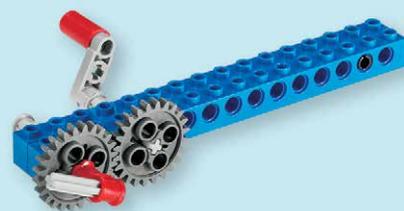
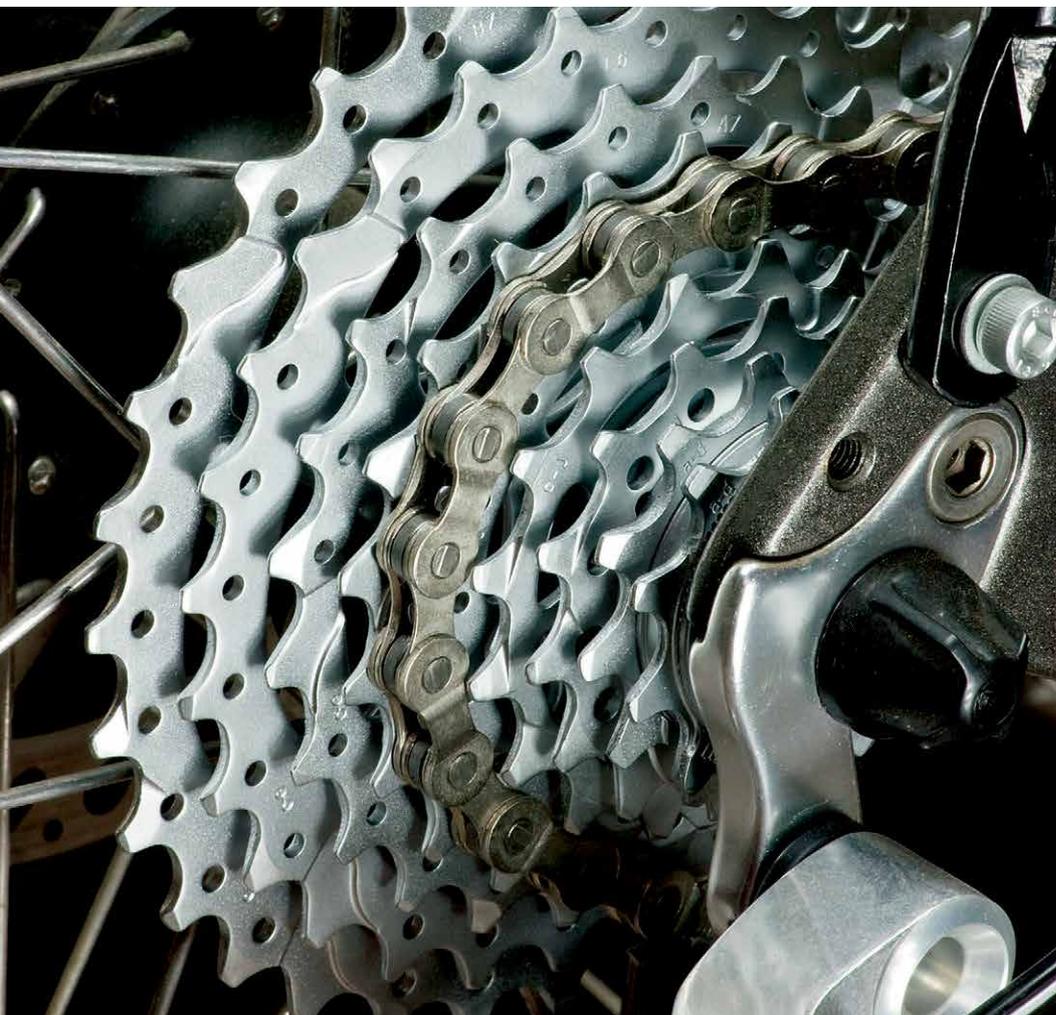
F1

此模型利用蜗轮蜗纹来演示螺钉的原理。当转动把手时，螺钉会以 90° 角将齿轮移过。运动速度明显减小。





education

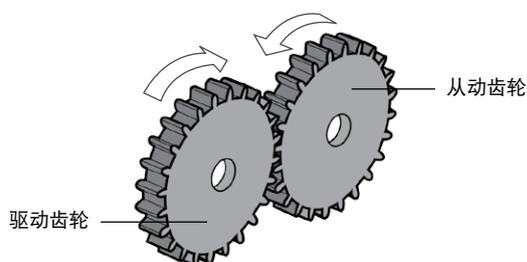


齿轮

学生学习卡

机构：齿轮

齿轮是能互相啮合的有齿轮子。由于轮齿互相咬合，因此能够有效地传递力和运动。



驱动齿轮是借助外力（如手或发动机）转动的齿轮。任何借助其他齿轮转动的齿轮均称为从动齿轮。驱动齿轮提供输入力，而从动齿轮提供输出力。

使用齿轮系可以改变速度、方向和力。但是有利也有弊。例如，不能在增加输出力的同时加快速度。

要求出两个啮合齿轮相对移动的比值，用从动齿轮的齿数除以驱动齿轮的齿数。这称为传动比。如果齿数为 24 的从动齿轮与齿数为 48 的驱动齿轮互相啮合，则传动比为 1:2。这表示从动齿轮的转速为驱动齿轮转速的两倍。

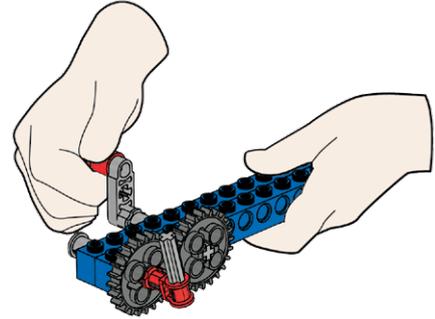
许多需要控制旋转速度和旋转力的机器中都有齿轮。常见示例包括电动工具、汽车和打蛋器！

你知道吗？

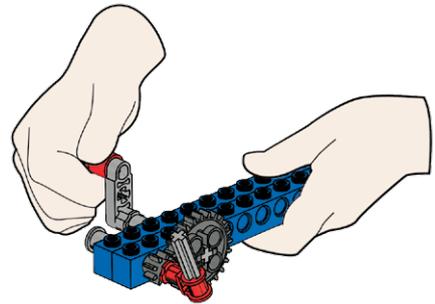
不是所有齿轮都是圆形的。有些齿轮是方形的、三角形的，甚至是椭圆形的。

G1**按照图纸 III 第 2 页搭建 G1**

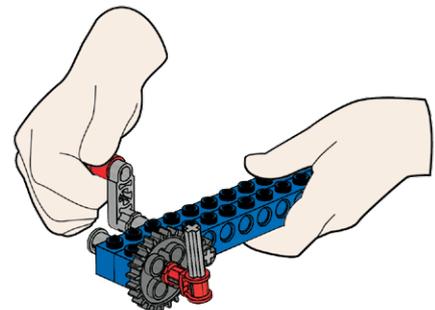
计算传动比。然后转动把手，说明驱动齿轮和从动齿轮的速度。
标注驱动齿轮和从动齿轮。

**G2****按照图纸 III 第 3 页搭建 G2**

计算传动比。然后转动把手，说明驱动齿轮和从动齿轮的速度。
标注驱动齿轮和从动齿轮。

**G3****按照图纸 III 第 4 页搭建 G3**

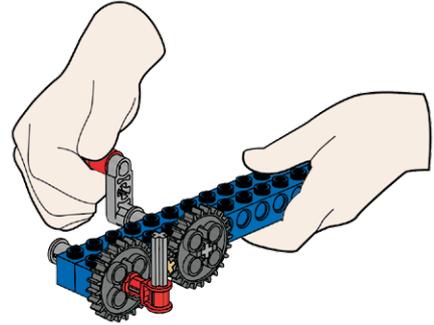
计算传动比。然后转动把手，说明驱动齿轮和从动齿轮的速度。
标注驱动齿轮和从动齿轮。



G4

按照图纸 III 第 5 页至第 6 页搭建 G4

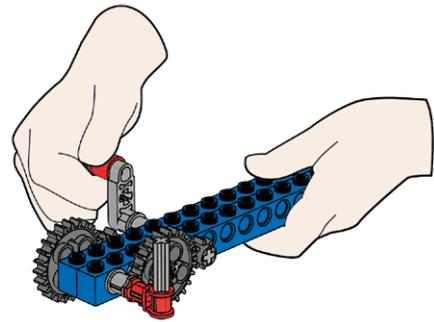
计算传动比。然后转动把手，说明驱动齿轮和从动齿轮的方向。



G5

按照图纸 III 第 7 页至第 8 页搭建 G5

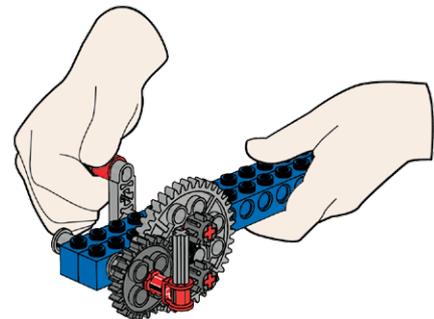
计算传动比。然后转动把手，说明驱动齿轮和从动齿轮的速度。



G6

按照图纸 III 第 9 页至第 10 页搭建 G6

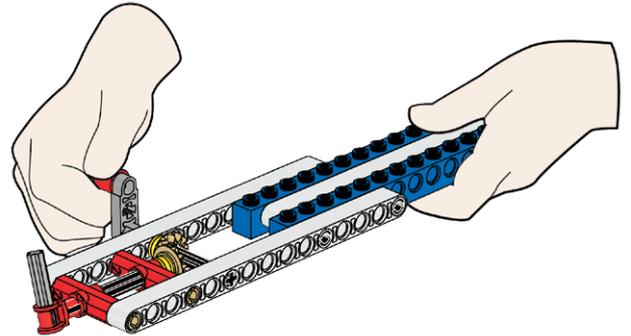
转动把手，说明从动齿轮的运动。



G7

按照图纸 III 第 11 页至第 14 页搭建 G7

计算传动比。然后，转动把手，说明实际发生的情况和原因。



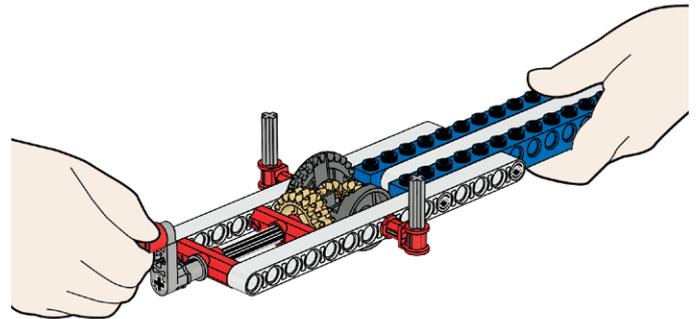
G8

按照图纸 III 第 15 页至第 18 页搭建 G8

转动把手，说明实际发生的情况和原因。

如果停止其中一个输出指针，会发生什么情况？

如果停止两个输出指针，会发生什么情况？

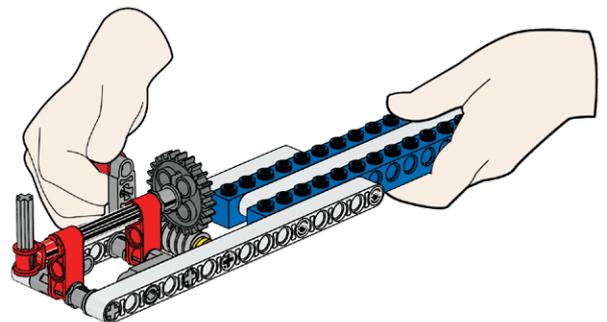


G9

按照图纸 III 第 19 页至第 22 页搭建 G9

转动把手，说明实际发生的情况和原因。

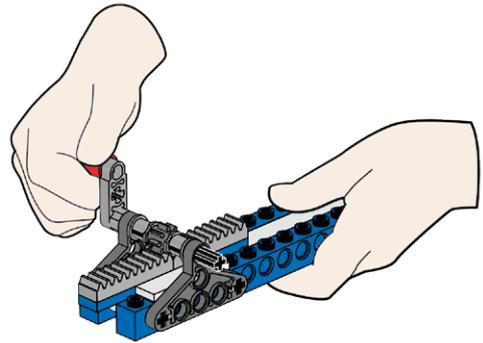
如果试着转动输出指针，会发生什么情况？



G10

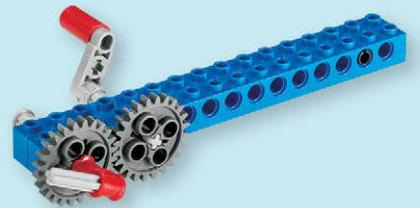
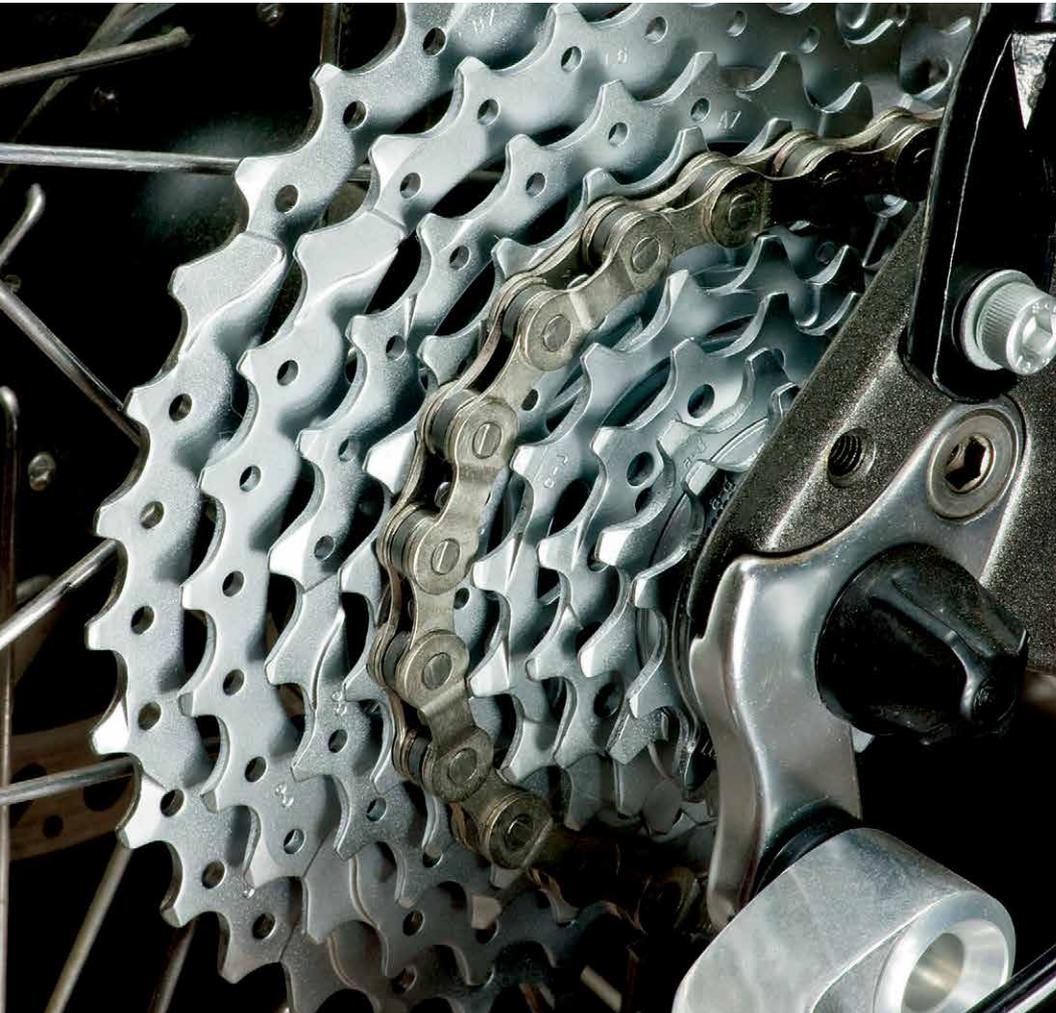
按照图纸 III 第 23 页至第 25 页搭建 G10

转动把手，说明实际发生的情况和原因。





education

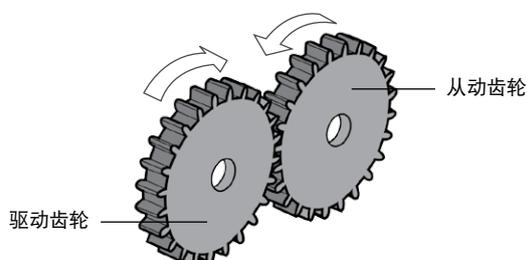


齿轮

教师指南

机构：齿轮

齿轮是能互相啮合的有齿轮子。由于轮齿互相咬合，因此能够有效地传递力和运动。



驱动齿轮是借助外力（如手或发动机）转动的齿轮。任何借助其他齿轮转动的齿轮均称为从动齿轮。驱动齿轮提供输入力，而从动齿轮提供输出力。

使用齿轮系可以改变速度、方向和力。但是有利也有弊。例如，不能在增加输出力的同时加快速度。

要求出两个啮合齿轮相对移动的比值，用从动齿轮的齿数除以驱动齿轮的齿数。这称为传动比。如果齿数为 24 的从动齿轮与齿数为 48 的驱动齿轮互相啮合，则传动比为 1:2。这表示从动齿轮的转速为驱动齿轮转速的两倍。

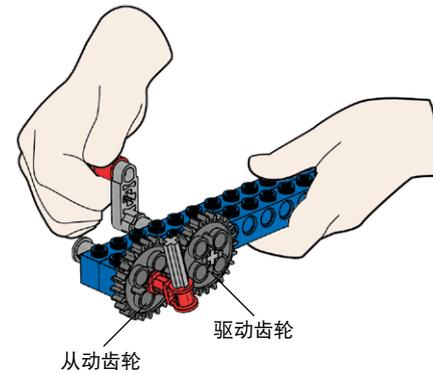
许多需要控制旋转速度和旋转力的机器中都有齿轮。常见示例包括电动工具、汽车和打蛋器！

你知道吗？

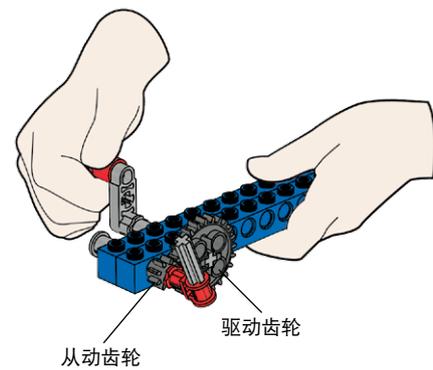
不是所有齿轮都是圆形的。有些齿轮是方形的、三角形的，甚至是椭圆形的。

G1

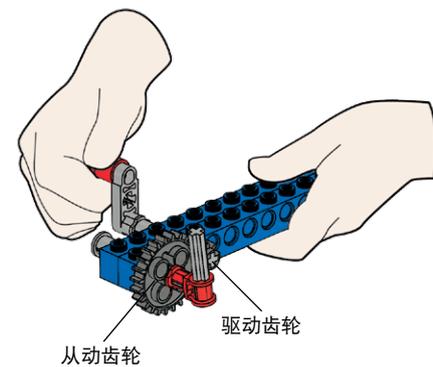
此模型的传动比为 1:1。驱动齿轮和从动齿轮的速度相同，因为它们的齿数相同。驱动齿轮和从动齿轮的转动方向相反。

**G2**

此模型的传动比为 1:3。大驱动齿轮带动小从动齿轮转动，可以增加速度，但会减小输出力。这称为增速传动装置。

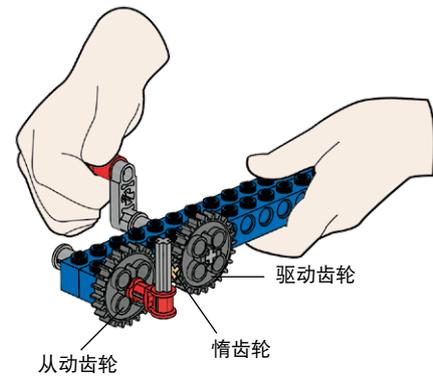
**G3**

此模型的传动比为 3:1。小驱动齿轮带动大从动齿轮转动，会降低速度，但会增加输出力。这称为减速传动装置。

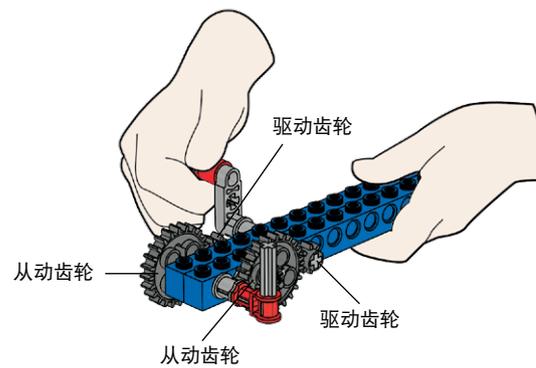


G4

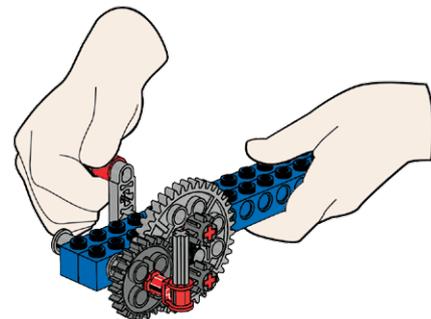
此模型的传动比为 1:1。中间的小齿轮为惰齿轮。惰齿轮不影响驱动齿轮或从动齿轮的传动比、速度或输出力。驱动齿轮和从动齿轮的转动方向和转动速度均相同。

**G5**

此模型是传动比为 9:1 的复合齿轮。因此，转速明显减小了，输出力显著增加了。小驱动齿轮慢慢带动大从动齿轮转动。与从动齿轮共用一个轴的较小齿轮现在处于运动状态，并慢慢带动第二大从动齿轮转动，使后者转速更缓慢。

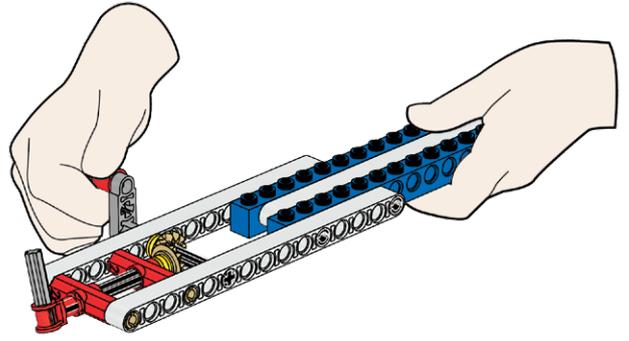
**G6**

此模型展示的是被设定为做周期运动的传动装置：从动齿轮一会儿转动，一会儿停止。这会显著降低速度，因为仅当从动齿轮与两个驱动齿轮中的一个啮合时才会发生运动。

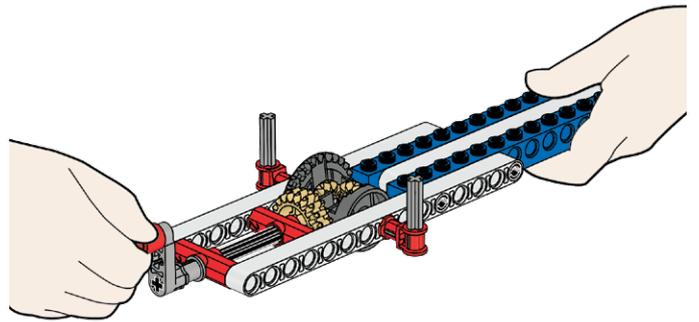


G7

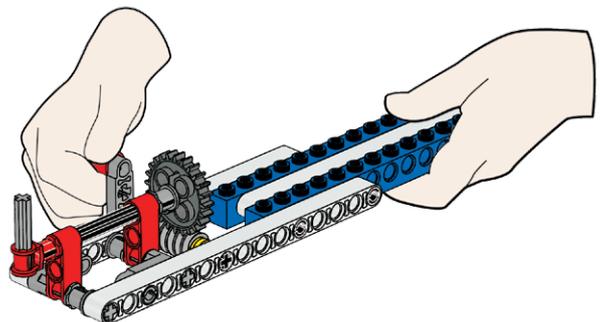
此模型是传动比为 1:1 的锥齿轮。两个啮合的锥齿轮传递的速度和力不变，但成 90° 角。

**G8**

此模型展示的是传动比为 28:20 或 7:10 的差动齿轮装置。输入力被转换成两个成 90° 角的输出力。当一个输出指针停止时，另一个输出指针会在原来速度的基础上提速一倍。当两个输出指针都停止时，将无法转动把手。

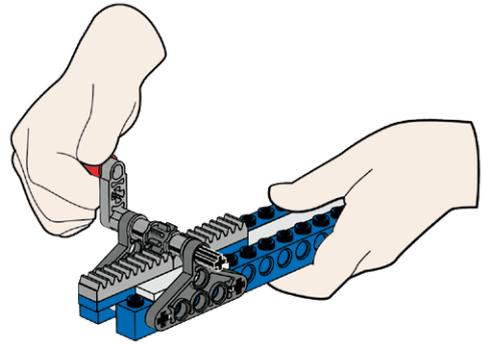
**G9**

此模型是传动比为 24:1 的蜗轮。当蜗轮转动完整一圈，将上面的齿轮移动一个轮齿时，会明显减小速度。它会将方向改变 90° 。输出力会显著增加。蜗轮仅能用作驱动齿轮。



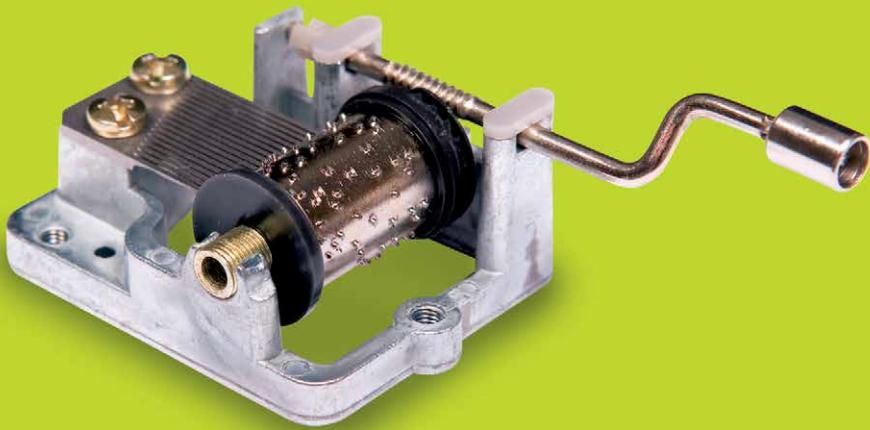
G10

此模型是传动比为 1:1 的齿条小齿轮传动装置。与之前的齿轮不同，齿条小齿轮传动装置只能用于直线运动，而不能用于旋转运动。转动把手时，齿条向前或向后移动，具体情况取决于小齿轮的旋转方向。





education

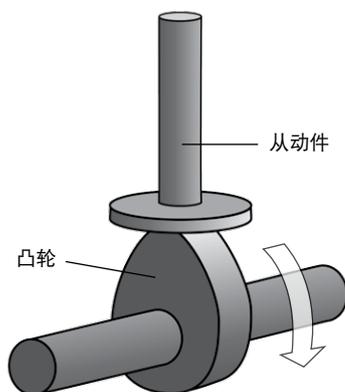


凸轮

学生学习卡

机构：凸轮

凸轮是一种具有特定形状的绕轴转动的构造物，像转轮一样。



凸轮的轮廓使其能够控制从动件的运动时间和运动角度。也可将凸轮视作一个连续、可变的斜面。凸轮有圆形、梨形或不规则形状。

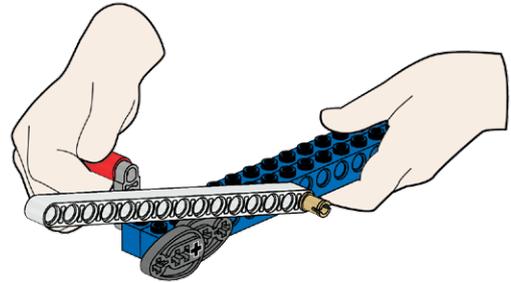
凸轮和凸轮从动件很容易因摩擦受损。凸轮从动件上通常连接有微型滚子，以减小这种摩擦力。

凸轮机构的常见应用包括夹具、电动牙刷和发动机凸轮轴。

你知道吗？
攀岩者使用弹簧凸轮紧夹岩石裂缝，以系上攀岩绳。

H1

按照图纸 III 第 26 页至第 27 页搭建 H1
转动把手，并描述从动件的运动。





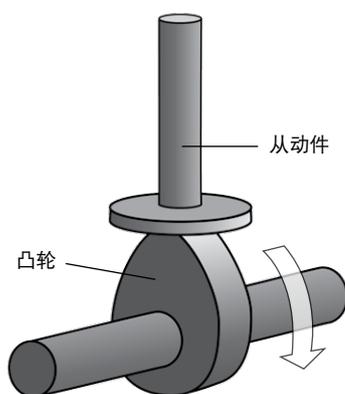
education



凸轮
教师指南

机构：凸轮

凸轮是一种具有特定形状的绕轴转动的构造物，像转轮一样。



凸轮的轮廓使其能够控制从动件的运动时间和运动角度。也可将凸轮视作一个连续、可变的斜面。凸轮有圆形、梨形或不规则形状。

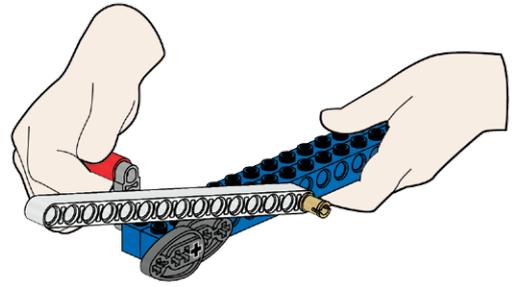
凸轮和凸轮从动件很容易因摩擦受损。凸轮从动件上通常连接有微型滚子，以减小这种摩擦力。

凸轮机构的常见应用包括夹具、电动牙刷和发动机凸轮轴。

你知道吗？
攀岩者使用弹簧凸轮紧夹岩石裂缝，以系上攀岩绳。

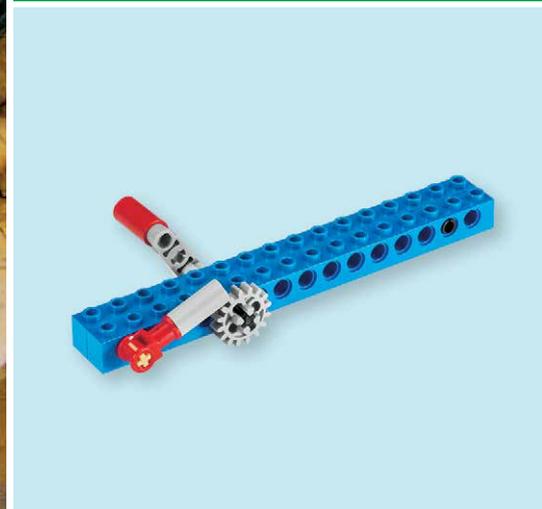
H1

此模型展示的是双凸轮机构。随着两个凸轮转动，它们的形状和尺寸支配着从动件一系列的上下运动。





education

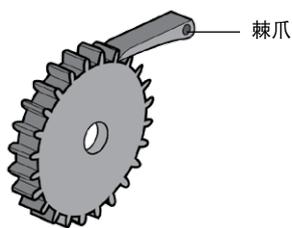


棘轮机构

学生学习卡

机构：棘轮机构

棘轮机构基于齿轮和棘爪，当轮子转动时，它们会随之运动。



当齿轮朝一个方向运动时，棘爪向上滑动并到达轮齿上方，在到达下一个轮齿之前将棘爪送往凹槽中。然后，棘爪会卡在轮齿间的凹处，防止向后运动。

棘轮机构是非常有用的装置，允许仅按照一个方向做直线或旋转运动。

棘轮的常见示例有钟表、千斤顶和起重机。

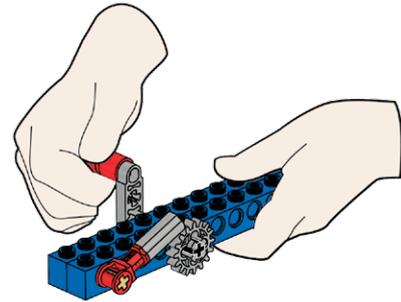
你知道吗？

一些螺丝刀中有棘轮，其允许用户朝一个方向用力转动螺丝刀，然后在不转动螺丝刀的情况下转回来。

I1

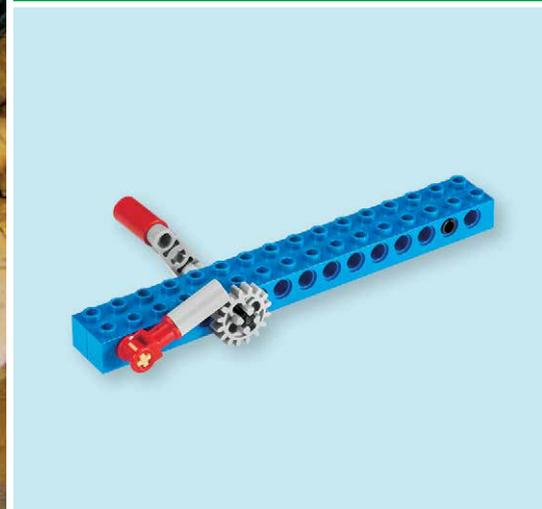
按照图纸 III 第 28 页至第 29 页搭建 I1

朝两个方向转动把手，并描述实际发生的情况。





education

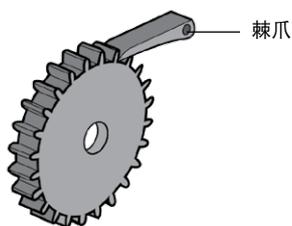


棘轮机构

教师指南

机构：棘轮机构

棘轮机构基于齿轮和棘爪，当轮子转动时，它们会随之运动。



当齿轮朝一个方向运动时，棘爪向上滑动并到达轮齿上方，在到达下一个轮齿之前将棘爪送往凹槽中。然后，棘爪会卡在轮齿间的凹处，防止向后运动。

棘轮机构是非常有用的装置，允许仅按照一个方向做直线或旋转运动。

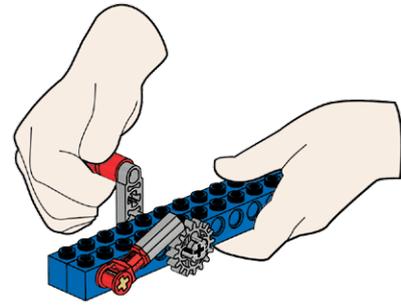
棘轮的常见示例有钟表、千斤顶和起重机。

你知道吗？

一些螺丝刀中有棘轮，其允许用户朝一个方向用力转动螺丝刀，然后在不转动螺丝刀的情况下转回来。

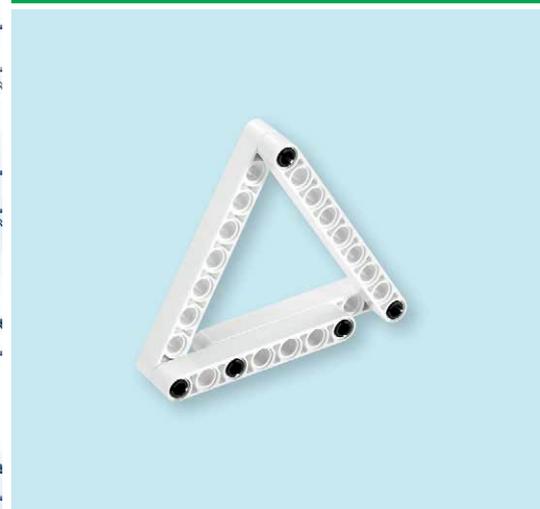
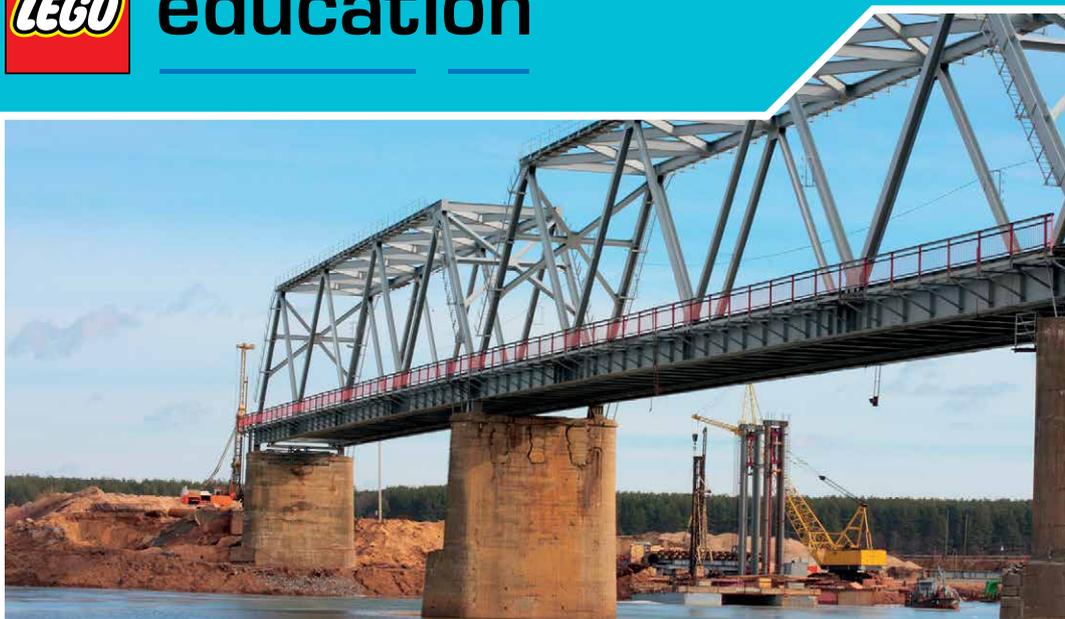
11

此模型展示的是棘轮机构。当朝一个方向转动把手时，棘爪向上滑动并到达轮齿上方，在到达下一个轮齿之前将棘爪送入凹处。当朝另一个方向转动把手时，棘爪停止运动。





education



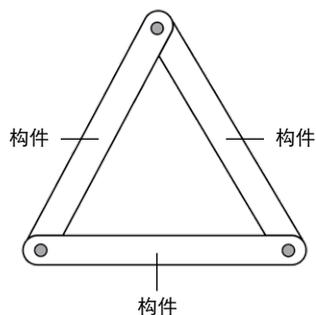
结构

学生学习卡

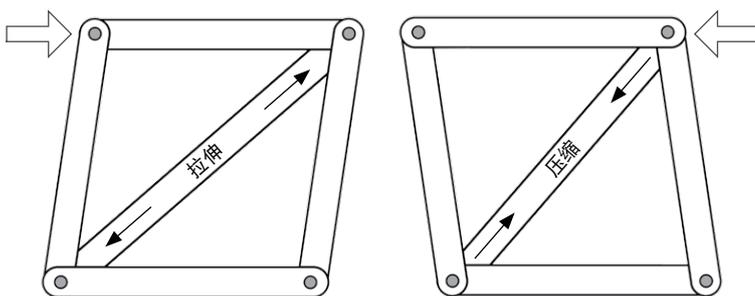
结构

结构是各个部件排列组合成一个整体所用的构造。所有结构都受外力和内力的影响。结构受到的外力，例如有风或者通过一座桥的卡车和公共汽车的重量。内力可以是屋顶的重量或底座上大型柴油机的震动。材料的选择会影响结构的安全等级。

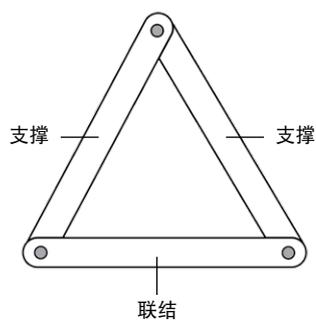
你知道吗？
在桥梁、起重机、塔，甚至是空间站中，常常使用三角形增强结构的坚固性。



框架结构由部件（称作构件）构成。由于此框架为三角形结构，因此非常坚固。



作用于构件的力称为拉力或压力。拉力会拉伸结构，而压力会压缩结构。



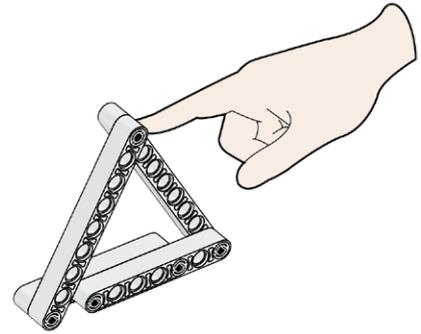
承受拉力的构件称为联结；而承受压力的构件称为支撑。

关于结构原理的常见示例可以参考脚手架、建筑物和桥梁。

J1

按照图纸 III 第 30 页搭建 J1

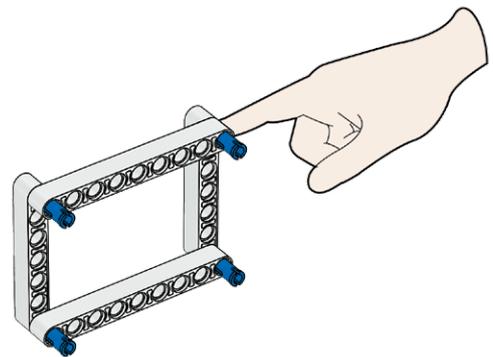
推拉三角形架以对其构件产生压力或拉力。说明实际发生的情况和原因。



J2

按照图纸 III 第 31 页搭建 J2

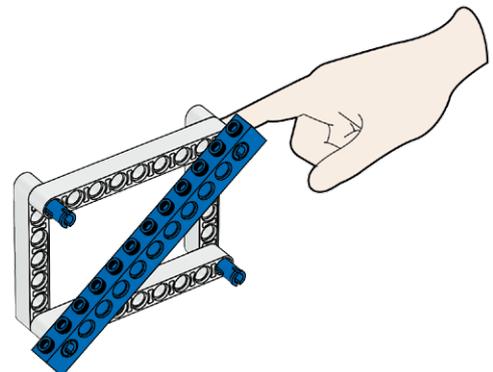
推拉矩形架以对其构件产生压力或拉力。说明实际发生的情况和原因。



J3

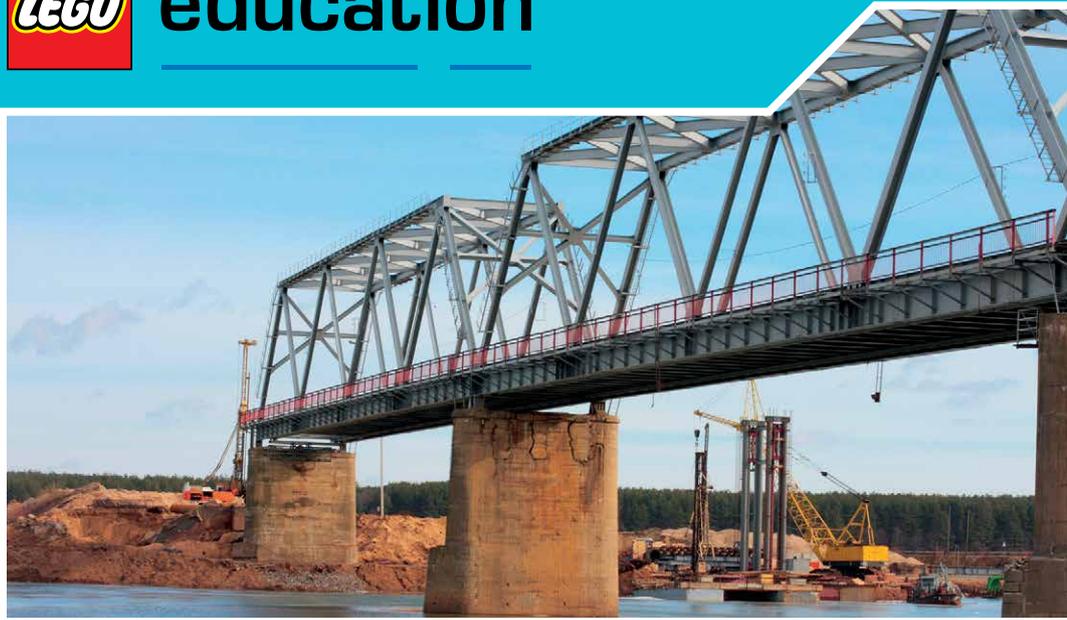
按照图纸 III 第 32 页搭建 J3

推拉矩形架以产生压力或拉力。说明实际发生的情况和原因。





education

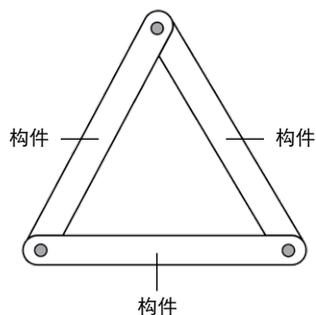


结构

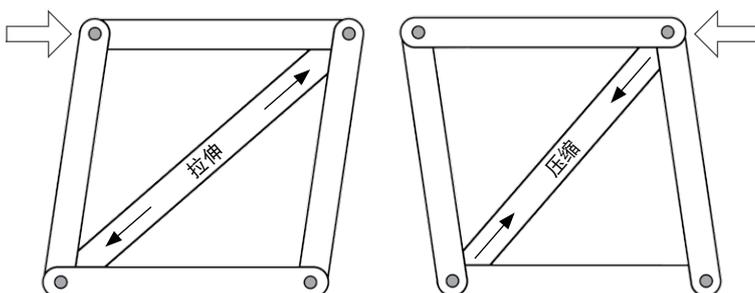
教师指南

结构

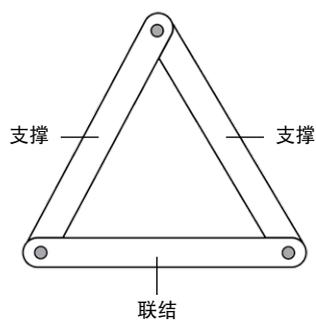
结构是各个部件排列组合成一个整体所用的构造。所有结构都受外力和内力的影响。结构受到的外力，例如有风或者通过一座桥的卡车和公共汽车的重量。内力可以是屋顶的重量或底座上大型柴油机的震动。材料的选择会影响结构的安全等级。



框架结构由部件（称作构件）构成。由于此框架为三角形结构，因此非常坚固。



作用于构件的力称为拉力或压力。拉力会拉伸结构，而压力会压缩结构。



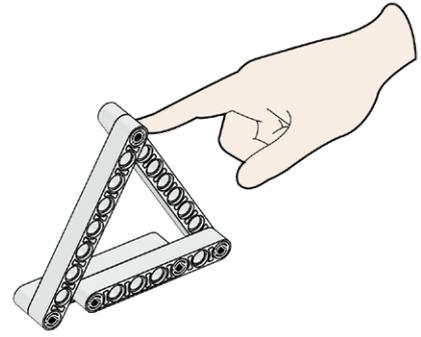
承受拉力的构件称为联结；而承受压力的构件称为支撑。

关于结构原理的常见示例可以参考脚手架、建筑物和桥梁。

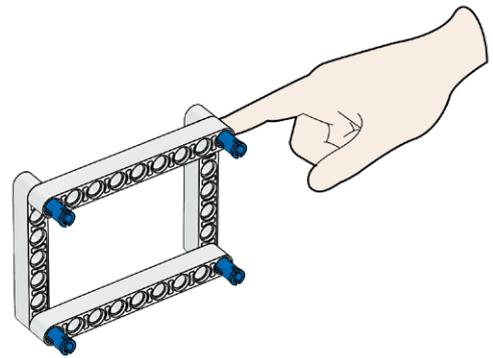
你知道吗？
在桥梁、起重机、塔，甚至是空间站中，常常使用三角形增强结构的坚固性。

J1

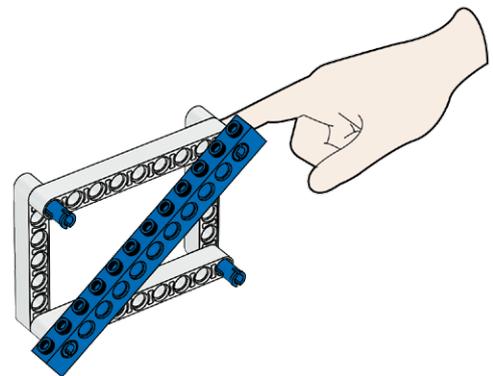
此模型展示的是三角形结构。推拉此三角架时，其形状没有变化。此三角架非常牢固。

**J2**

此模型展示的是矩形结构。推拉此矩形架时，其形状容易发生改变。矩形架不牢固。

**J3**

此模型展示的是由横向构件支撑的矩形结构。推拉此矩形架时，该横向构件会阻止其发生变形。横向构件使矩形架变得非常牢固。





杠杆秤

科学

- 实验并测量力作用在物体上的效果
- 力
- 科学调查
- 简单机械 - 杠杆

技术

- 装配组件
- 搭建简单机械
- 评估
- 机械效益
- 材料特性

工程

- 描述并解释结构中的部件及负载的影响
- 在改进之前进行测试和评估

数学

- 求出误差百分比
- 扩展、分析并阐明涉及比例平衡问题的解决方案，例如进行等比变换
- 选择并应用技术来测量长度，使结果达到适当的精确度
- 使用比率和比例，解决涉及比例项间比率的问题

词汇

- 作用力
- 均衡
- 支点
- 杠杆
- 负载
- 重量

需要的其他材料

- 卷尺
- 校准过的称重机

联系



最简单的称重机是杠杆秤。天平的最初形式为一根中心有支点的杠杆。天平任意一端的重量发生变化都会改变杠杆的位置，并影响平衡。

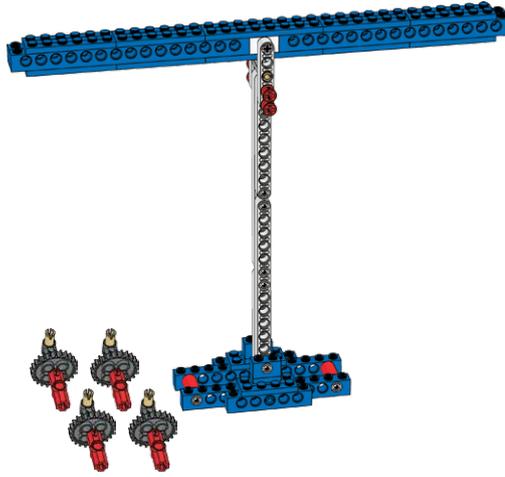
搭建一个杠杆秤模型，研究其重量和位置的变化会对其功能产生怎样的影响。

建构

搭建杠杆秤和负载

(搭建说明手册 15A 和 15B, 参考第 9 页第 9 步)。

- 确保臂上下移动顺畅, 且杠杆秤处于平衡状态



反思

为什么杠杆秤处于平衡状态？

放置负载和作用力，如图所示，运用杠杆公式求出其机械效益并解释实际发生的情况。

首先，观察杠杆秤 A 的机械效益。
在学习卡上记录机械效益。

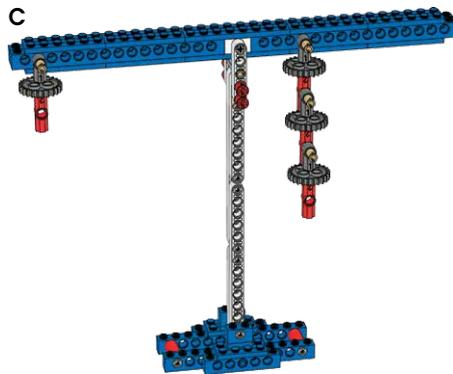
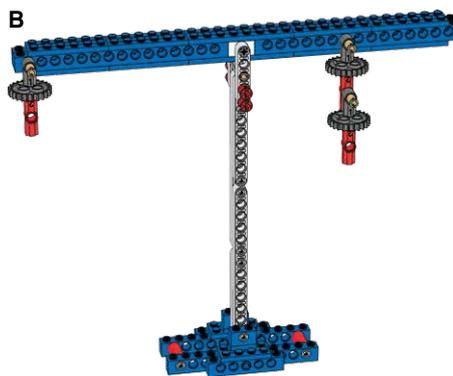
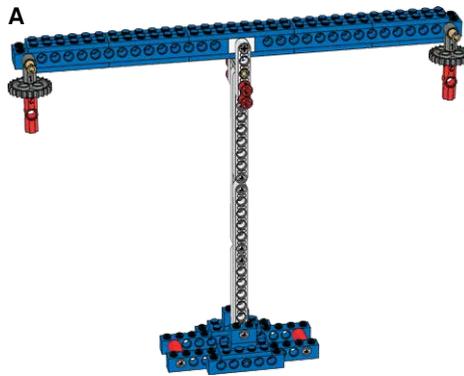
然后，运用公式计算抬起已知负载所需的作用力，解释杠杆秤处于平衡状态的原因。
在学习卡上记录你的研究结果。

接下来，对杠杆秤 B 和 C 执行相同的步骤。

杠杆秤 A (第 10 页第 10 步) 的机械效益为 1。杠杆秤处于平衡状态，因为支点两端的负载重量相同且到支点的距离相同。

杠杆秤 B (第 11 页第 11 步) 的机械效益为 2。杠杆秤处于平衡状态，因为支点左端的负载重量为右端负载重量的一半，但是其到支点的距离为右端负载到支点距离的 2 倍。

杠杆秤 C (第 12 页第 12 步) 的机械效益为 3。杠杆秤处于平衡状态，因为支点左端的负载重量为右端负载重量的 1/3，但是其到支点的距离为右端负载到支点距离的 3 倍。



提示：
可以在“杠杆原理模型”部分找到所有实施此研究所需的公式。

提示：
使用此公式帮助解释每个模型都平衡的原因：
作用力 × 作用力臂长度 = 负载 × 负载臂长度。

你知道吗？



每个负载的重量为 2g。

拓展

它的重量是多少？

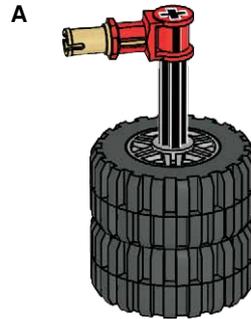
你的任务是利用该杠杆秤计算出组件 A 的重量。

将组件 A 置于一个臂上，将预装砝码置于另一个臂上，找到使天平平衡的位置。

然后利用这些位置计算组件 A 的重量。

接下来，利用校准过的称重机检查结果是否准确。
在学习卡上记录和描述你的研究结果。

使用乐高部件搭建你自己的砝码套装，然后测试各个砝码的准确性。



提示：
使用此公式计算抬起已知负载所需的作用力：
作用力 × 作用力臂长度 = 负载 × 负载臂长度。

提示：
要求出计算结果的准确度，可以先求出实际重量与计算重量之间的差值，然后用该差值除以实际重量，再将所得结果乘以 100。

杠杆秤

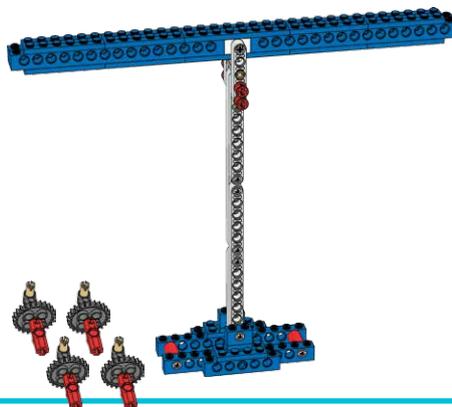
姓名: _____

日期和主题: _____

搭建杠杆秤和负载

(搭建说明手册 15A 和 15B, 参考第 9 页第 9 步)。

- 确保臂上下移动顺畅, 且杠杆秤处于平衡状态



为什么杠杆秤处于平衡状态?

放置负载和作用力, 如图所示, 运用杠杆公式求出其机械效益并解释实际发生的情况。

首先, 观察杠杆秤 A 的机械效益。

然后, 运用公式计算抬起已知负载所需要的作用力, 解释杠杆秤处于平衡状态的原因。

接下来, 对杠杆秤 B 和 C 执行相同的步骤。

用此公式 (作用力 \times 作用力臂长度 = 负载 \times 负载臂长度) 帮助解释每个模型都平衡的原因。

	机械效益	负载重量	负载到支点的距离	作用力大小	作用力到支点的距离
A  (第 10 页第 10 步)					
B  (第 11 页第 11 步)					
C  (第 12 页第 12 步)					

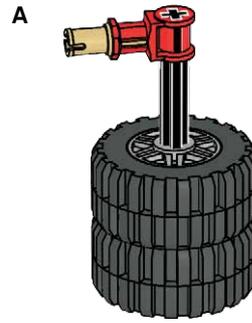
它的重量是多少？

你的任务是利用该杠杆秤计算出组件 A 的重量。

将组件 A 置于一个臂上，使之与另一个臂上放置的预装砝码达到平衡。利用这些位置计算组件 A 的重量。

利用校准过的称重机检查结果是否准确。

使用乐高® 部件搭建你自己的砝码套装，然后测试各个砝码的准确性。



	计算的负载重量	测量的负载重量	准确度百分数
A 			

提示：

要确定计算结果的准确度，可以先求出实际重量与计算重量之间的差值，然后用该差值除以实际重量，再将所得结果乘以 100。

解释你的研究结果：



塔式起重机

科学

- 实验并测量力作用在物体上的效果
- 力与结构
- 科学调查
- 简单机械 - 滑轮

技术

- 装配组件
- 搭建简单机械
- 控制机构 - 电机
- 评估
- 机械效益

工程

- 描述并解释结构中的部件及负载的影响
- 工程设计
- 在改进之前进行测试和评估

数学

- 求出误差百分比
- 选择并应用技术和工具来测量长度，使结果达到适当的精确度
- 了解公制测量系统

词汇

- 定滑轮
- 摩擦力
- 负载
- 机械效益
- 动滑轮
- 滑轮组
- 滑轮系统
- 滑移

需要的其他材料

- 卷尺
- 秒表
- 称重秤

联系



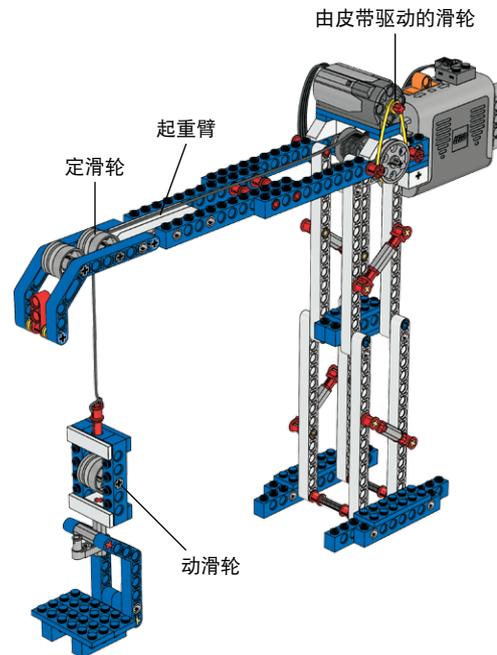
起重机广泛用于提升重物以及将重物移至不同位置和高度。在码头，它用于装卸货物。在建筑行业中，它用于移动建筑材料。在工厂中，它用于移动货物和机器。起重机有几种不同的类型。有些起重机固定在地上，有些能够四处移动。

搭建一个起重机模型，研究其滑轮系统的变化会对其功能产生怎样的影响。

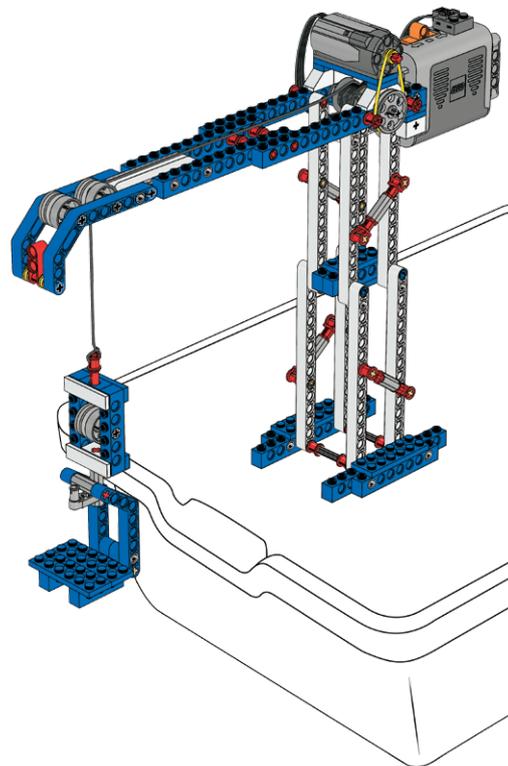
建构

搭建塔式起重机和负载

(搭建说明手册 16A 和 16B, 参考第 28 页第 38 步)。



- 将塔式起重机置于蓝色乐高® 收纳盒的顶盖上



- 向前推动电池盒开关以启动电机，松开绳子，然后让电机将它再次向上卷起
- 确保所有滑轮转动顺畅

反思

为什么起重机会使用滑轮？

起重机之所以会使用滑轮系统，是因为这样拉起物体比直接提升物体所用的力更小。

首先，观察机械效益，并预测滑轮装置 A 提起负载的速度。

在学习卡上记录机械效益和你的预测。

然后测试你的预测。

在学习卡上记录你的研究结果。

接下来，对滑轮装置 B 和 C 执行相同的步骤。

滑轮装置 A (第 28 页第 38 步) 的机械效益为 1。它的运行速度约为 0.1 米/秒。

滑轮装置 B (第 29 页第 39 页) 的机械效益为 2。它的运行速度约为 0.05 米/秒。

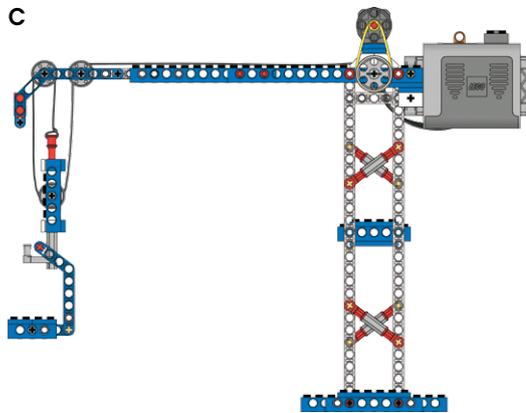
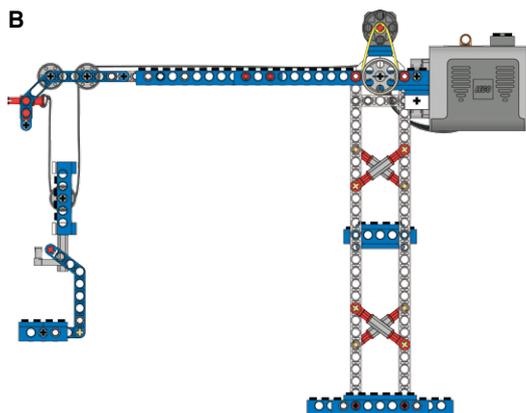
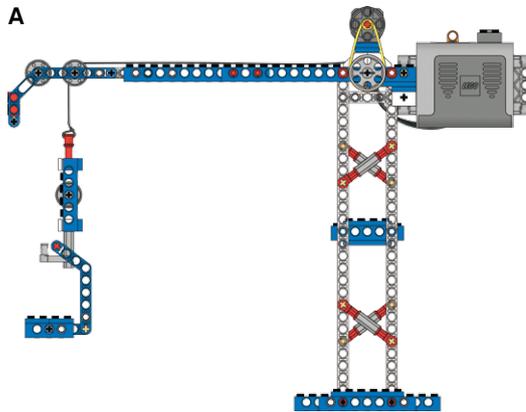
滑轮装置 C (第 30 页第 40 页) 的机械效益为 3。它的运行速度约为 0.03 米/秒。

解释测试结果。

滑轮装置 A 的速度快，但是就所需的力而言没有优势。

滑轮装置 B 的速度较慢，但是机械效益为 2，这意味着仅需一半的作用力即可提起负载。这也意味着它可以使用相同的作用力提起高出 1 倍的负载。

滑轮装置 C 比滑轮装置 A 和 B 的速度都慢，但是它的机械效益为 3，这意味着提起相同的负载，它仅需要滑轮装置 A 所需作用力的 1/3。这也意味着它可以使用相同的作用力提起高出 2 倍的负载。



提示：
为精确测量力，请使用测力计。

提示：
乐高® 绳长为 2 米（大约 2 码）。

提示：
可以在“滑轮原理模型”部分找到所有实施此研究所需的公式。

拓展

需要重新设计?

塔式起重机通常用来满足特定需求。

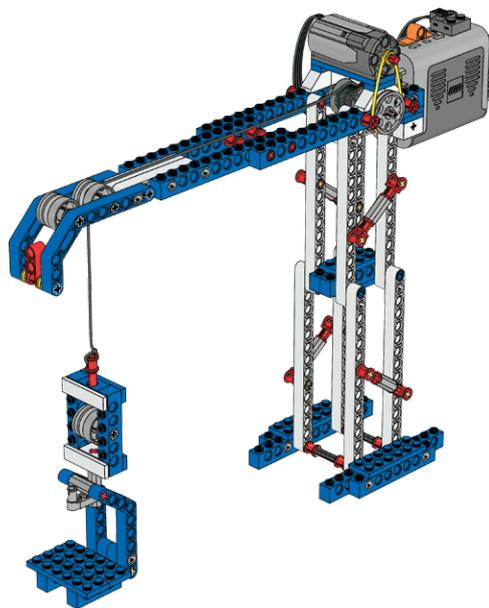
现在，对塔式起重机进行重新设计，使其成为同类中最佳的起重机。我们重点列出了你需要探索的一些问题。选择你想要研究的一个领域。

然后设计一项测试，帮助你了解方案是否可行，以及你可以对新的塔式起重机进行哪些进一步改进。记得记录所有的测试结果。

当学生受“假设”提示启发选择一个感兴趣的领域后，让他们：

- 清晰地说明原有模型中的相关部件
- 确定该部件应有的主要功能
- 思考可以改变哪些主要功能
- 进行可能的改变，查看改变后的效果
- 确定哪些改变达到了预期效果
- 记录他们的新设计，并添加注释加以说明
 - 做出了哪些改变
 - 为何做出这些改变
 - 这些改变的效果是什么

记录设计时，学生可以画出草图，或拍摄数码照片或视频。这种记录可帮助学生进行合作，即有助于他们在开展任务时相互提问。



塔式起重机

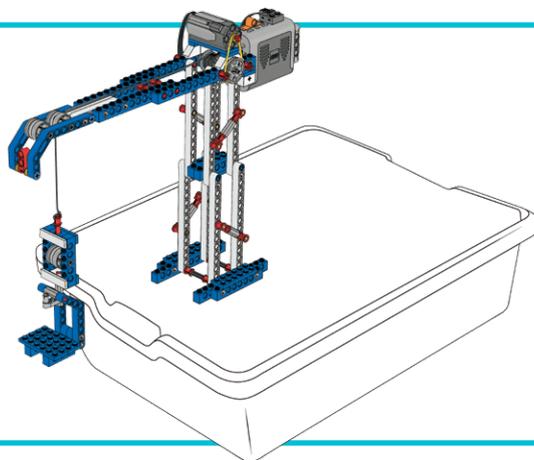
姓名: _____

日期和主题: _____

搭建塔式起重机和负载

(搭建说明手册 16A 和 16B, 参考第 28 页第 38 步)。

- 将塔式起重机置于蓝色乐高® 收纳盒的盖子上。
- 向前推动电池盒开关以启动电机, 松开绳子, 然后让电机将它再次向上卷起
- 确保所有滑轮转动顺畅



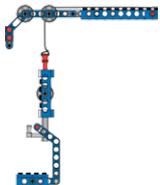
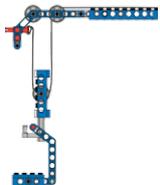
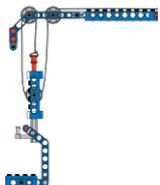
为什么起重机会使用滑轮?

起重机之所以会使用滑轮系统, 是因为这样拉起物体比直接提升物体所用的力更小。

首先, 观察机械效益, 并预测滑轮装置 A 提起负载的速度。

然后测试你的预测。接下来, 对滑轮装置 B 和 C 执行相同的步骤。

多测几次, 确保结果一致。

	机械效益	我的预测	提升的长度	提升时间	速度
A  (第 28 页第 38 步)					
B  (第 29 页第 39 步)					
C  (第 30 页第 40 步)					

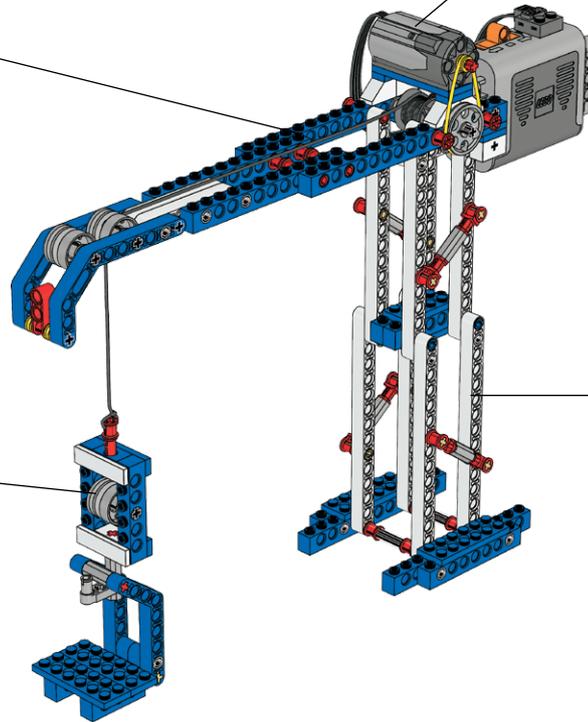
需要重新设计?

塔式起重机通常用来满足特定需求。现在，对塔式起重机进行重新设计，使其成为同类中最佳的起重机。我们重点列出了你需要探索的一些问题。选择你想要研究的一个领域。

然后设计一项测试，帮助你了解方案是否可行，以及你可以对新的塔式起重机进行哪些进一步改进。记得记录所有的测试结果。

如果你想要从一个位置捡起负载，然后将其放在该位置的左侧或右侧，该怎么办 - 你将如何改变连接起重臂与塔身的结构?

如果你想要提起更重的负载，该怎么办 - 你将如何改变滑轮?



如果你想要更快地提起负载，该怎么办 - 你将如何改变提升滑轮的装置?

如果你想要起重机将负载提得更高，该怎么办 - 你将如何改变塔身?



坡道

科学

- 实验并测量力作用在物体上的效果
- 科学调查
- 简单机械 – 斜面
- 简单机械 – 轮轴

技术

- 装配组件
- 搭建简单机械
- 评估
- 机械效益

工程

- 描述并解释结构中的部件及负载的影响
- 工程设计
- 在改进之前进行测试和评估

数学

- 求出误差百分比
- 选择并应用技术和工具来测量长度和角度，使结果达到适当的精确度
- 了解公制测量系统

词汇

- 角度
- 效率
- 作用力
- 摩擦力
- 负载
- 斜面
- 机械效益

需要的其他材料

- 30 cm (大约 11.8 英寸) 长的厚木板或厚硬纸板
- 60 cm (大约 23.6 英寸) 长的厚木板或厚硬纸板
- 布料和砂纸，用来制作不同的表面
- 卷尺
- 称重秤
- 一堆书或盒子，用来垫起木板

联系



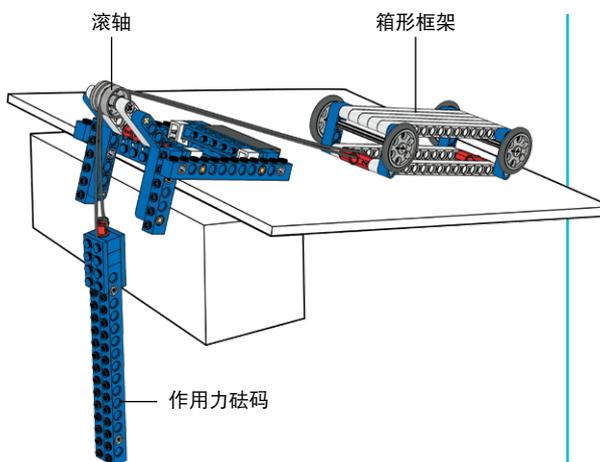
自古以来，人们就一直使用坡道将重物或大量材料从一个高度移至另一个高度。如今，汽车运输服务业在卡车上使用坡道，以便在一辆车上装载多辆汽车。坡道因其易用性、安全性和高效性而受到这种多车辆运输服务业的青睐。

搭建一个坡道和箱形框架模型，研究角度和轮子会对所需作用力产生怎样的影响。

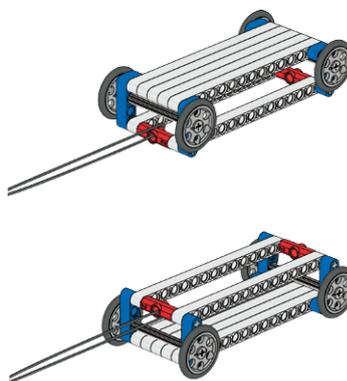
建构

搭建箱形框架、滚轴和作用力砝码

(搭建说明手册 17A 和 17B, 参考第 11 页第 15 步)。

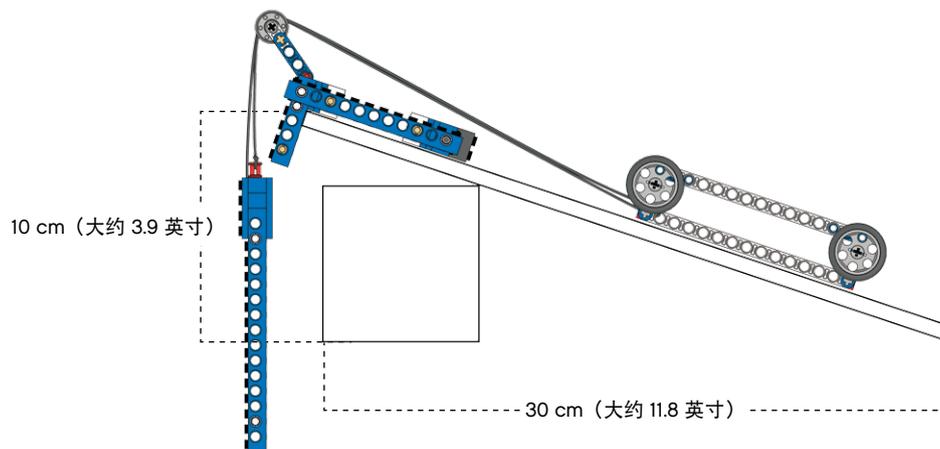


- 确保箱形框架上的轮子转动顺畅
- 箱形框架可倒置, 用作无轮滑车。或者再翻过来, 用作有轮小车



搭建坡道

- 放置一个支撑, 使得 30 cm (大约 11.8 英寸) 长的厚木板的顶端距离地面的高度为 10 cm (大约 3.9 英寸)
- 将箱形框架放置在坡道上, 将滚轴放置在顶部边缘处。让作用力砝码自由地挂在边缘
- 准备好 60 cm (大约 23.6 英寸) 长的厚木板, 对坡道做出改变



反思

使用坡道有何优势？

研究理想机械效益与实际机械效益之间的区别。

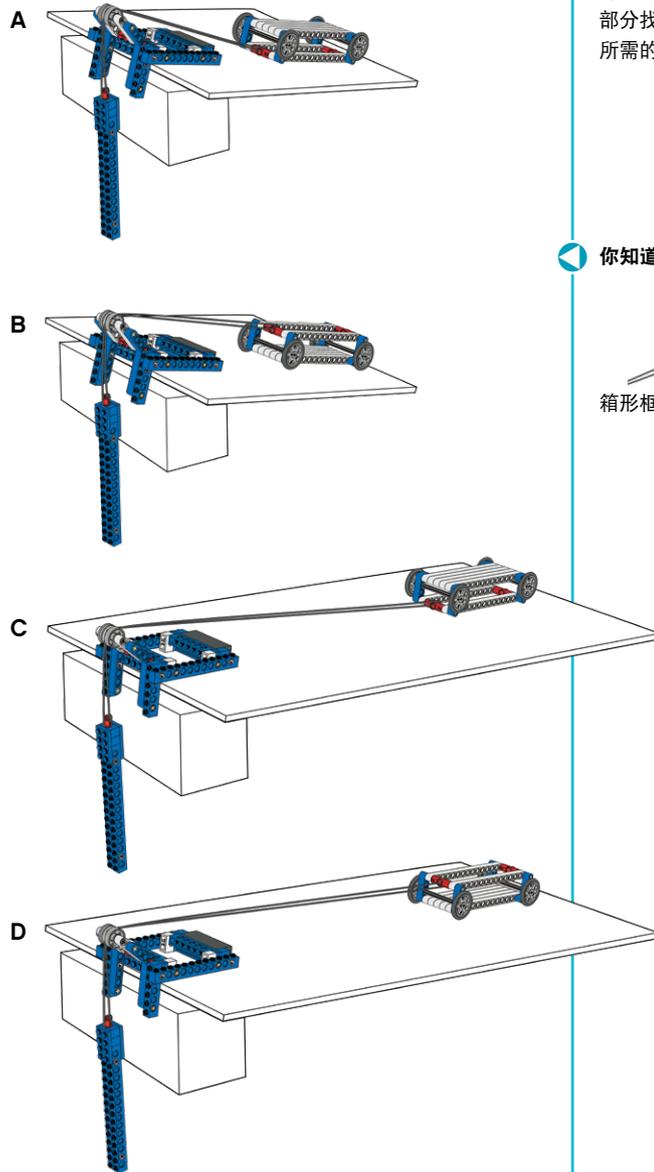
首先，计算理想机械效益，并预测将箱形框架 A 拉至坡道顶端实际需要的作用力。在学习卡上记录机械效益和你的预测。

然后，为作用力砝码添加乐高®积木，测试所需的作用力，并计算实际机械效益。在学习卡上记录你的研究结果。

接下来，对箱形框架 B、C 和 D 执行相同的步骤。

短坡道的理想机械效益为 3。实际机械效益取决于厚木板的表面。

长坡道的理想机械效益为 6。实际机械效益取决于厚木板的表面。



提示：
可以在“斜面原理模型”部分找到所有实施此研究所需的公式。

你知道吗？



箱形框架重 52 g。

拓展

需要重新设计?

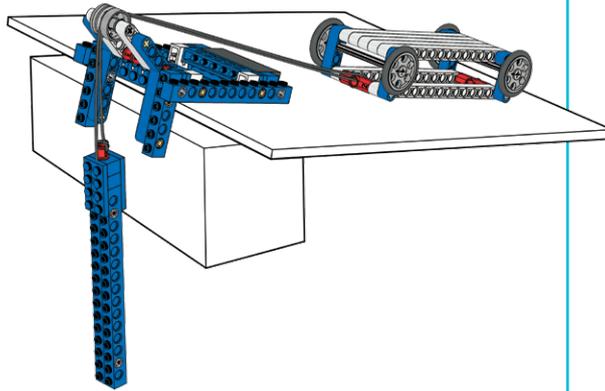
坡道可以有多种形状和尺寸，以满足特定需求。现在，对坡道进行重新设计，使其成为同类中最佳的坡道。我们重点列出了你需要探索的一些问题。选择你想要研究的一个领域。

然后设计一项测试，帮助你了解方案是否可行，以及你可以对新的坡道进行哪些进一步改进。记得记录所有的测试结果。

当学生受“假设”提示启发选择一个感兴趣的领域后，让他们：

- a) 清晰地说明原有模型中的相关部件
- b) 确定该部件应有的主要功能
- c) 思考可以改变哪些主要功能
- d) 进行可能的改变，查看改变后的效果
- e) 确定哪些改变达到了预期效果
- f) 记录他们的新设计，并添加注释加以说明
 - a. 做出了哪些改变
 - b. 为何做出这些改变
 - c. 这些改变的效果是什么

记录设计时，学生可以画出草图，或拍摄数码照片或视频。这种记录可帮助学生进行合作，即有助于他们在开展任务时相互提问。



坡道

姓名: _____

日期和主题: _____

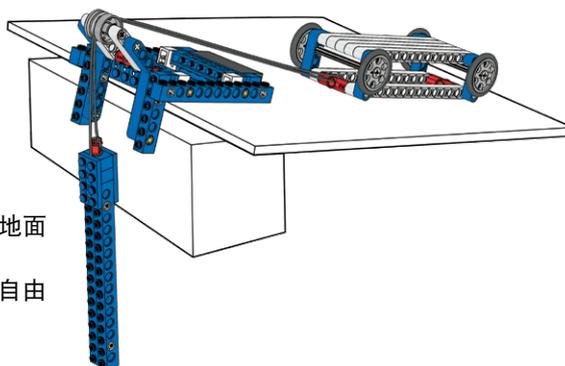
搭建箱形框架、滚轴和作用力砝码

(搭建说明手册 17A 和 17B, 参考第 11 页第 15 步)。

- 确保箱形框架上的轮子转动顺畅
- 箱形框架可倒置, 用作无轮滑车。或者再翻过来, 用作有轮小车

搭建坡道。

- 放置一个支撑, 使得 30 cm (大约 11.8 英寸) 长的厚木板的顶端距离地面的高度为 10 cm (大约 3.9 英寸)
- 将箱形框架放置在坡道上, 将滚轴放置在顶部边缘处。让作用力砝码自由地挂在边缘
- 准备好 60 cm (大约 23.6 英寸) 长的厚木板, 对坡道做出改变



使用坡道有何优势?

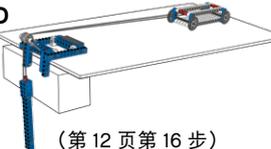
研究理想机械效益与实际机械效益之间的区别。

首先, 计算理想机械效益, 并预测将箱形框架 A 拉至坡道顶端实际需要的作用力。

然后, 为作用力砝码添加乐高®积木, 测试所需的作用力, 并计算实际机械效益。

计算理想机械效益与实际机械效益之间的准确度百分数。

接下来, 对箱形框架 B、C 和 D 执行相同的步骤。

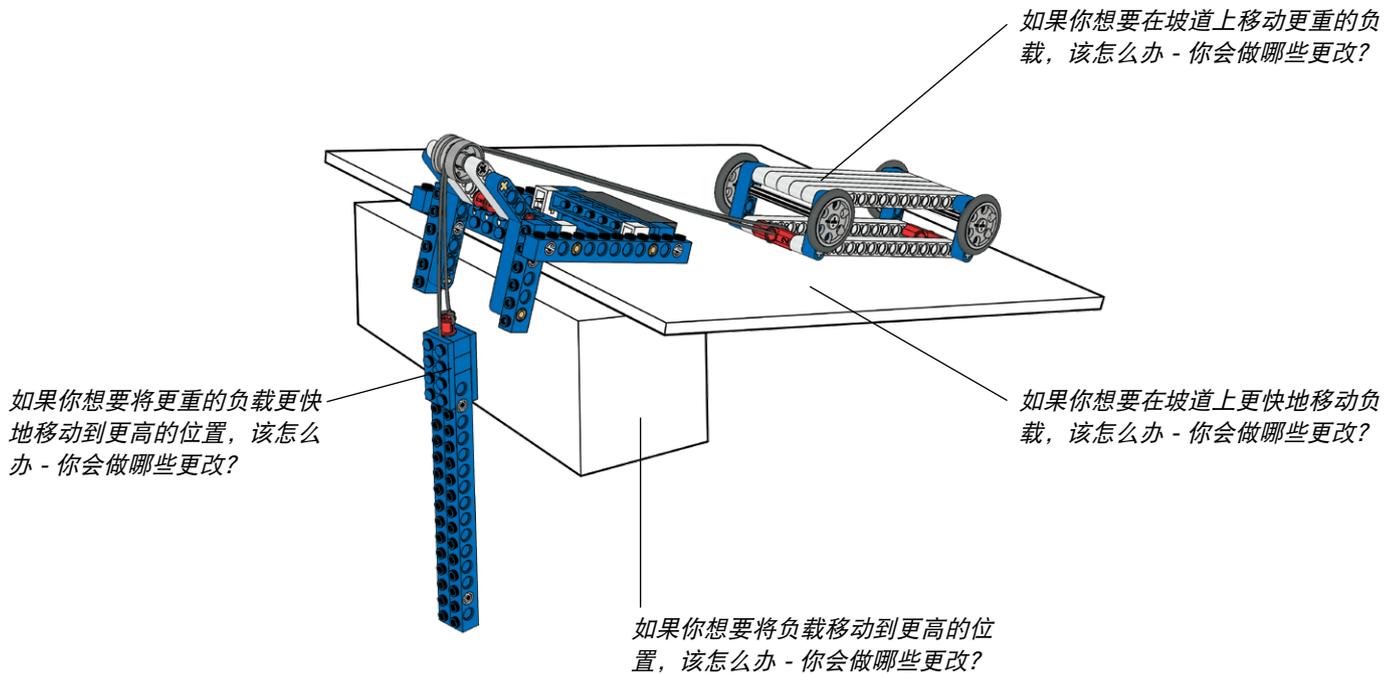
	理想机械效益	我预测的所需作用力	实际需要的作用力	实际机械效益	准确度百分数
A  (第 11 页第 15 步)					
B  (第 12 页第 16 步)					
C  (第 11 页第 15 步)					
D  (第 12 页第 16 步)					

需要重新设计?

坡道可以有多种形状和尺寸，以满足特定需求。

现在，对坡道进行重新设计，使其成为同类中最佳的坡道。我们重点列出了你需要探索的一些问题。选择你想要研究的一个领域。

然后设计一项测试，帮助你了解方案是否可行，以及你可以对新的坡道进行哪些进一步改进。记得记录所有的测试结果。





Gear Racer 齿轮赛车

科学

- 实验与测量位置和时间
- 运动
- 科学调查
- 机构 – 齿轮

技术

- 装配组件
- 评估
- 传动比

工程

- 描述并解释齿轮箱的部件
- 工程设计
- 先测试和评估，再进行改进

数学

- 判定误差率
- 选择并应用方法和工具，准确测量长度，达到适当的精确度
- 了解公制度量法

词汇

- 加速
- 平均速度
- 摩擦力
- 齿轮装置
- 传动比
- 表面
- 车轮

所需的其他材料

- 皮尺
- 停止线和起跑线
- 秒表

联系



赛车速度非常快，能够让人心潮澎湃。F1 赛车（最快的赛车）的速度能够超过 225 mph。赛车手需要面对各种弯道。为顺利通过弯道，赛车手需要在不损失功率的情况下降低车速，为此需要使用变速箱。所有车辆都配有变速箱，而赛车变速箱的发展帮助改进了家用轿车中的变速箱。同样，专为提升赛车速度、坚固性和轻便性而开发的不同材料和结构，现在被用于改进日常用车的性能。

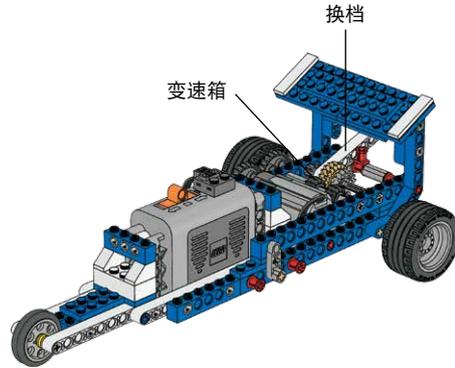
您需要搭建齿轮赛车模型，并研究如何通过换挡影响它的速度。

建构

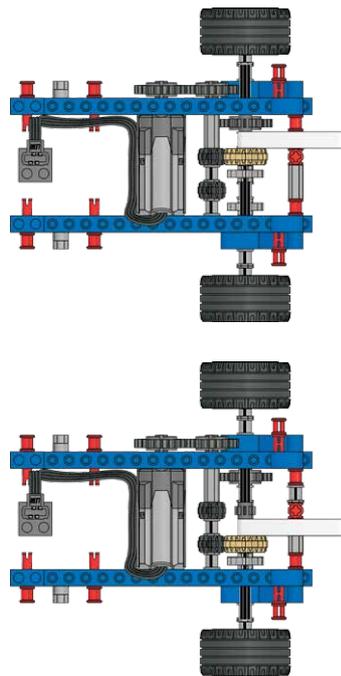
搭建齿轮赛车

(搭建说明 18A 和 18B, 参考第 17 页步骤 20)。

- 使电源线避开所有移动部件

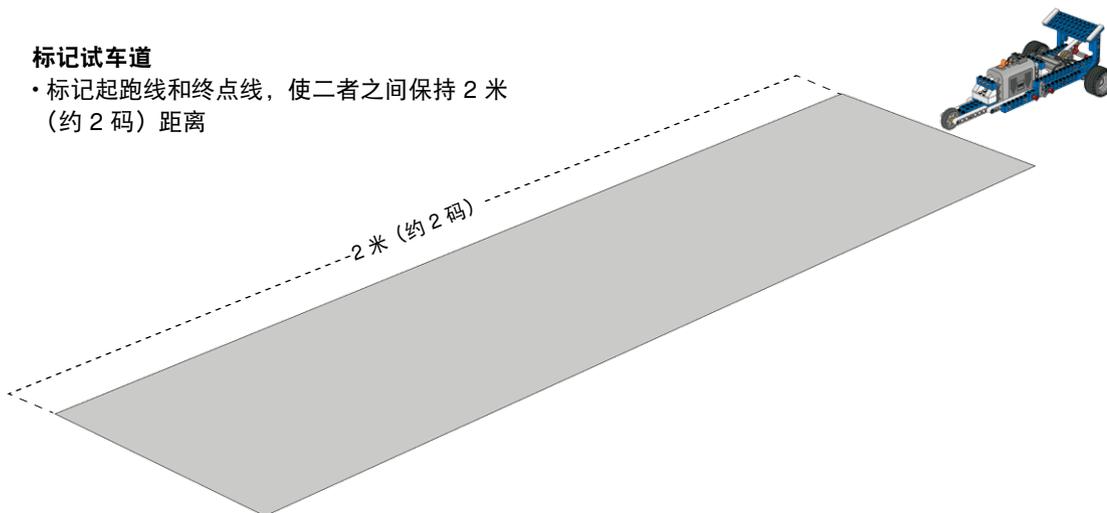


- 试用两个齿轮位置，确保齿轮相互齿合



标记试车道

- 标记起跑线和终点线，使二者之间保持 2 米 (约 2 码) 距离



反思

齿轮赛车为何使用变速箱？

得益于齿轮，齿轮赛车能够实现最佳的换挡和变速。

使用该公式计算齿轮赛车的平均速度：

$$\text{平均速度} = \frac{\text{距离}}{\text{时间}}$$

首先，计算齿轮组在位置 A 的齿轮赛车的传动比，并预测齿轮赛车将需要多长时间驶完 2 米（约 2 码）的赛道。

在学习卡上记录传达比和您的预测结果。

然后测试您的预测结果，并计算平均速度。

在学习卡上记录您的研究结果。

下面，对齿轮组在位置 B 的齿轮赛车实施相同流程。

采用齿轮装置 A 的齿轮赛车（第 17 页步骤 20）的传动比为 5:1

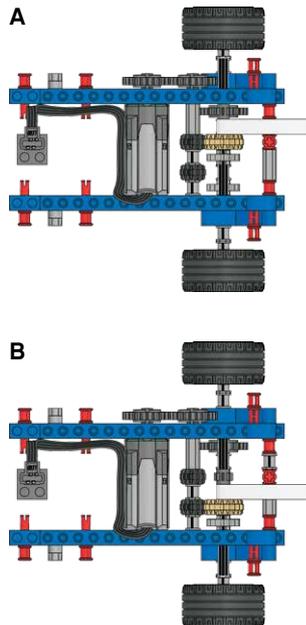
$$\text{传动比} = \frac{24}{24} \times \frac{20}{12} \times \frac{24}{8} = \frac{5}{1}$$

将可在 10 秒内驶完 2 米（约为 2 码），平均速度为 0.2 米/秒。

采用齿轮装置 B 的齿轮赛车（第 18 页步骤 21）的传动比为 5:3

$$\text{传动比} = \frac{24}{24} \times \frac{20}{12} \times \frac{16}{16} = \frac{5}{3}$$

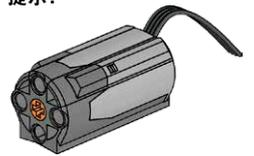
将可在 4 秒内驶完 2 米（约为 2 码），平均速度为 0.5 米/秒。



提示：

在齿轮的原理模型部分，您能够找到计算传动比需要的所有公式。

提示：



乐高® 电机空载时的转动速度约为 400 rpm。



较大乐高车轮的周长为 135.7 毫米（约为 5.3 英寸）。

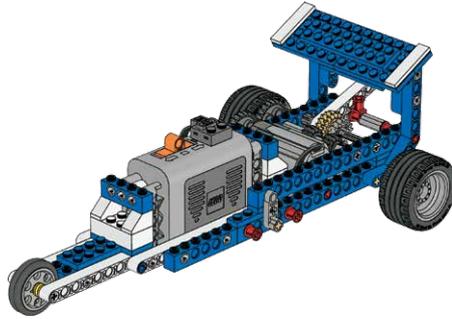
拓展

需要重新设计?

赛车具有许多不同类型，适合不同比赛类型和赛道。

现在，对齿轮赛车进行重新设计，使其成为同类中最佳赛车。我们重点列出了您需要思考的一些问题。选择您想要研究的一个领域。

然后设计一项测试，帮助您了解方案是否可行，以及您可以对新的齿轮赛车进行哪些进一步改进。记得记录所有的测试结果。



当学生根据“假设”建议选择了感兴趣的领域后，让他们：

- a) 清楚说明原始模型中的相关部件
- b) 找出该部件中使其有效运行的关键特性
- c) 思考可以改变哪些关键特性
- d) 进行可能的改变，观察效果如何
- e) 判定哪些改变达到了理想效果
- f) 记录新设计，并添加说明
 - a. 他们实施了哪些改变
 - b. 他们为何实施这些改变
 - c. 改变的效果

记录设计时，学生可以画出草图，或拍摄数码照片或视频。这种记录可帮助学生进行合作，即有助于他们在开展任务时相互提问。

Gear Racer 齿轮赛车

姓名: _____

日期和主题: _____

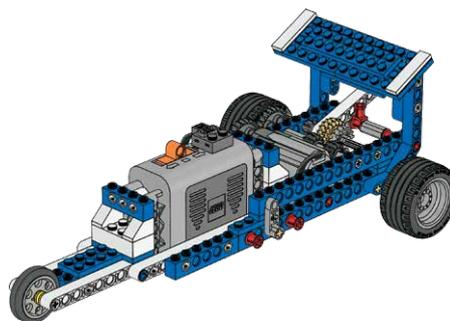
搭建齿轮赛车

(搭建说明 18A 和 18B, 参考第 17 页步骤 20)。

- 使电源线避开所有移动部件
- 试用两个齿轮位置, 确保齿轮相互啮合

标记试车道

- 标记起跑线和终点线, 使二者之间保持 2 米 (约 2 码) 距离



齿轮赛车为何使用变速箱?

得益于齿轮, 齿轮赛车能够实现最佳的换挡和变速。

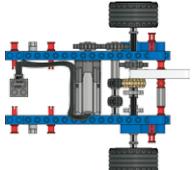
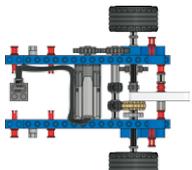
使用该公式计算齿轮赛车的平均速度:

$$\text{平均速度} = \frac{\text{距离}}{\text{时间}}$$

首先, 计算齿轮组在位置 A 的齿轮赛车的传动比, 并预测齿轮赛车将需要多长时间驶完 2 米 (约 2 码) 的赛道。

然后测试您的预测结果, 并计算平均速度。

下面, 对齿轮组在位置 B 的齿轮赛车实施相同流程。

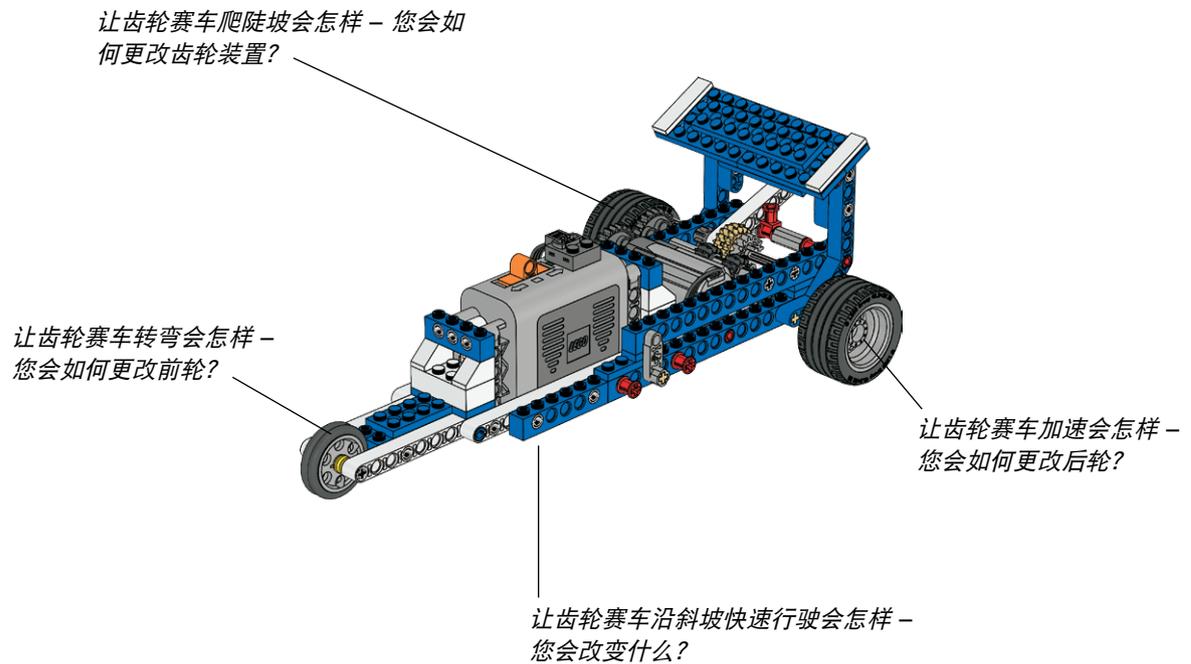
齿轮赛车变速箱设置	传动比	预测的时间	实际时间	准确率	平均速度
<p>A</p>  <p>(第 17 页步骤 20)</p>					
<p>B</p>  <p>(第 18 页步骤 21)</p>					

需要重新设计?

赛车具有许多不同类型，适合不同比赛类型和赛道。

现在，对齿轮赛车进行重新设计，使其成为同类中最佳赛车。我们重点列出了您需要思考的一些问题。选择您想要研究的一个领域。

然后设计一项测试，帮助您了解方案是否可行，以及您可以对新的齿轮赛车进行哪些进一步改进。记得记录所有的测试结果。





投石机



任务

中世纪战争的一个基本特点是攻城武器。其中包括攻城塔、攻城梯和投石机，而投石机可能是其中最强悍的武器。在安全距离内（在城堡中弓箭手的射程范围之外），可以使用投石机将石头抛向高空，借助落石的冲击力将城墙摧毁。也可以使用投石机投掷燃烧着的稻草包，点燃城堡中的木质建筑物和茅草建筑物。投石机有几种不同的类型。有些投石机使用大石块作为配重，使长臂能够将石头投到城墙上或投过城墙。有些投石机则利用绞绳中储存的能量达到相同的效果。

你的任务是设计并搭建一个真实的投石机，使其尽可能将小石块投得远且准确。

投石机

目标

应用以下知识：

- 简单机械、机构和结构
- 工程设计
- 沟通和团队合作
- 秉持安全和产品可靠原则

需要的其他材料（可选）

- 驱动机构的材料 – 砝码、细绳、橡皮筋
- 保障安全的材料，例如，把手、锁定机构
- 测试投石机的材料，例如，用聚苯乙烯泡沫塑料制作的小球
- 卷尺

引导

要在设计流程中提供帮助，可以引导学生查看本单元前面的图片，并阅读随附的文字。或者，让学生上网搜索弩炮、射石机和投石器，深入了解其外观、形状和样式。讨论古代工程师需要考虑的限制因素和功能。

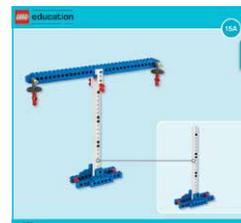
在活动过程中，通过提问鼓励学生将他们所学的知识、技能和理解与手头的任务联系起来：

- 你的投石机如何工作？它会使用配重、绞绳或橡皮筋吗？
- 你会使用何种结构来支撑投掷机构？
- 你如何确保投掷操作不会导致投石机翻倒？
- 你如何确保投石机可以轻易地四处移动？

当活动快结束时，鼓励学生执行以下操作，让他们对自己制作的产品和制作流程进行思考：

- 进行测试，评估投石机的性能：
 - 它的射程是多少？
 - 它的准确性如何？
 - 它的连贯性如何？
- 通过绘制或拍摄数码相片记录自己的设计
- 添加注释，说明模型的工作方式，以及如何改进才能获得更好的性能
- 描述如何确保模型的使用安全
- 简要写出他们在设计任务中做得好的部分，以及可以改进的部分

◀ 需要帮助？
请看：

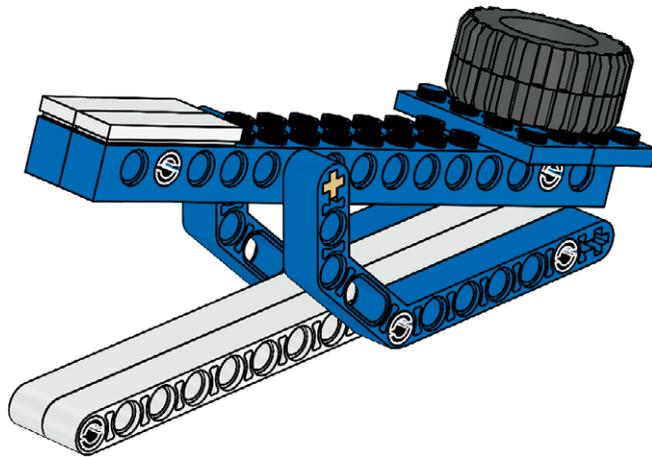
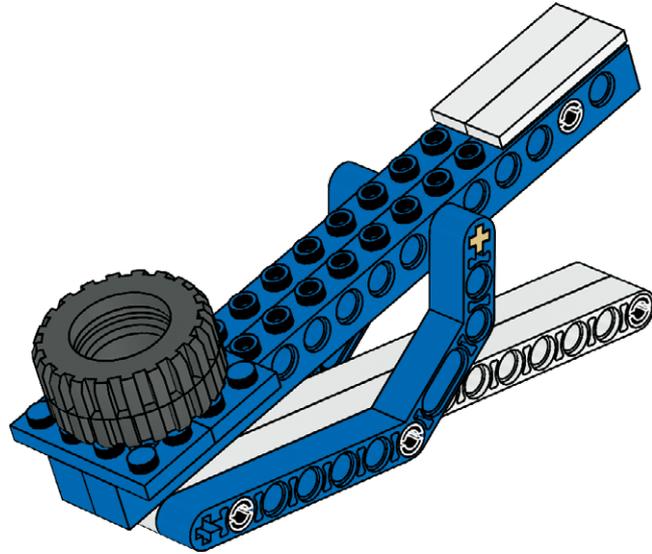


杠杆秤



杠杆原理模型搭建指导手册

参考模型解决方案





手推车



任务

手推车常常用来在狭窄的地方移动小负载。图书馆是其使用场所之一，在这里，可以用手推车来回移动数排沉重的书。手推车需要能够运载很重的负载，因此必须稳定且高度可控。

你的任务是设计并搭建一辆手推车，使它能够在大型图书馆中极其狭窄的地方移动极其多的书。

手推车

目标

应用以下知识：

- 简单机械、机构和结构
- 工程设计
- 沟通和团队合作
- 秉持安全和产品可靠原则

需要的其他材料（可选）

- 保障安全的材料，例如，格栅、栅栏、软边材料
- 充当书的备件“乐高® 积木”，例如，乐高砗码零件

引导

要在设计流程中提供帮助，可以引导学生查看本单元前面的图片，并阅读随附的文字。或者，让学生上网搜索手推车，深入了解其外观、形状和操作。讨论他们需要考虑的限制因素和功能。

在活动过程中，通过提问鼓励学生将他们所学的知识、技能和理解与手头的任务联系起来：

- 你的手推车将如何工作？
- 你会使用何种结构来支撑转向机构？
- 你会使用何种转向机构？
- 你会使用何种结构来支撑书？
- 你会如何确保手推车易于操控？
- 你会如何确保手推车的稳定性？
- 你会如何确保手推车的使用安全？

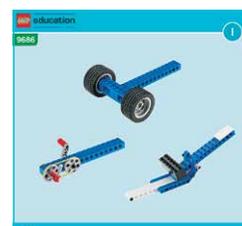
当活动快结束时，鼓励学生执行以下操作，让他们对自己制作的产品和制作流程进行思考：

- 进行测试，评估手推车的性能：
 - 它的运载量是多少？
 - 它的方向控制性如何？
 - 它的操作性如何？
- 通过绘制或拍摄数码相片记录自己的设计
- 添加注释，说明模型的工作方式，以及如何改进才能获得更好的性能
- 描述如何确保模型的使用安全
- 简要写出他们在设计任务中做得好的部分，以及可以改进的部分

◀ 需要帮助？
请看：

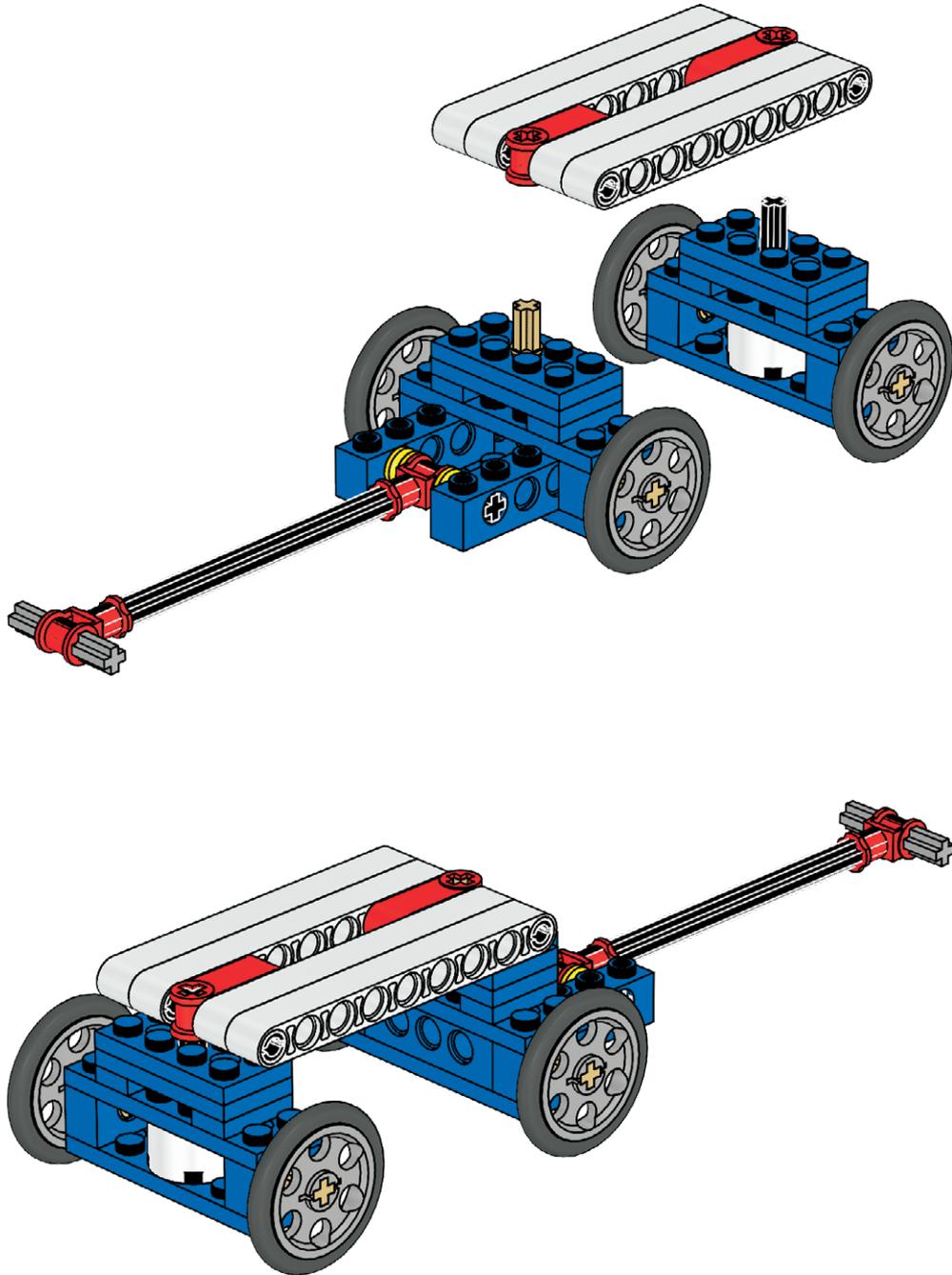


坡道



轮轴原理模型搭建指导手册

参考模型解决方案





卷扬机



任务

在很多情况下，施加强大的拉力非常有用。对于帆船尤其如此。卷扬机具有这种用途。这种卷扬机可以用来升降帆和改变帆与风向角度的小型手操作设备。比较强大的电动卷扬机可以用来升降锚，甚至可以用来沿着滑道移动船体。由于船沉稳，因此卷扬机必须功能强大，若卷扬机出现故障，船会失控返回水中，情况会非常危险。

你的任务是设计并搭建一台电动卷扬机，用以将船从水中拉到滑道上。

卷扬机

目标

应用以下知识：

- 简单机械、机构和结构
- 动力机械
- 工程设计
- 沟通和团队合作
- 秉持安全和产品可靠原则

需要的其他材料（可选）

- 保障安全的材料，例如，门、围栏、屏障、灯
- 制作滑道的材料。例如，一块厚木板或一块硬纸板
- 备件“乐高® 积木”，用以搭建船或用作船。

引导

要在设计流程中提供帮助，可以引导学生查看本单元前面的图片，并阅读随附的文字。或者，让学生上网搜索世界各地各种用以拖船上岸或推船下水的电动卷扬机系统，深入了解其外观、结构和功能。讨论古代工程师需要考虑的限制因素和功能。

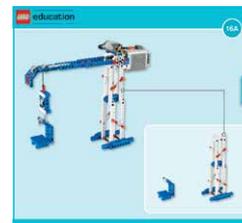
在活动过程中，通过提问鼓励学生将他们所学的知识、技能和理解与手头的任务联系起来：

- 你的卷扬机如何工作？
- 你会使用何种结构来支撑电机？
- 你会使用何种结构来支撑电缆？
- 你会如何连接电缆与船体？
- 你会如何确保卷扬机不会拉得太快？
- 你会如何确保卷扬机不会拉得太慢？
- 你会如何确保卷扬机足够强大？
- 你会如何确保卷扬机能够将船推下水以及将其从水中拉出？

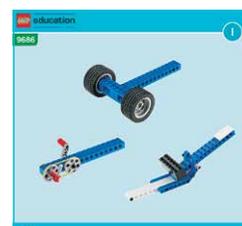
当活动快结束时，鼓励学生执行以下操作，让他们对自己制作的产品和制作流程进行思考：

- 进行测试，评估卷扬机的性能：
 - 它能移动的最大负载是什么？
 - 两种方式（拖船上岸和推船下水）的效果都很好吗？
 - 它是否可靠，不会滑落？
- 通过绘制或拍摄数码相片记录自己的设计
- 添加注释，说明模型的工作方式，以及如何改进才能获得更好的性能
- 描述如何确保模型的使用安全
- 简要写出他们在设计任务中做得好的部分，以及可以改进的部分

需要帮助？
请看：

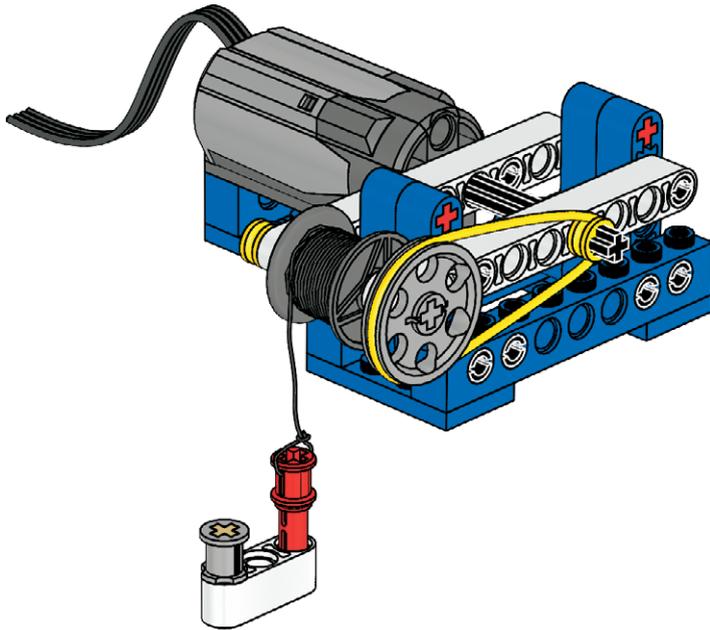
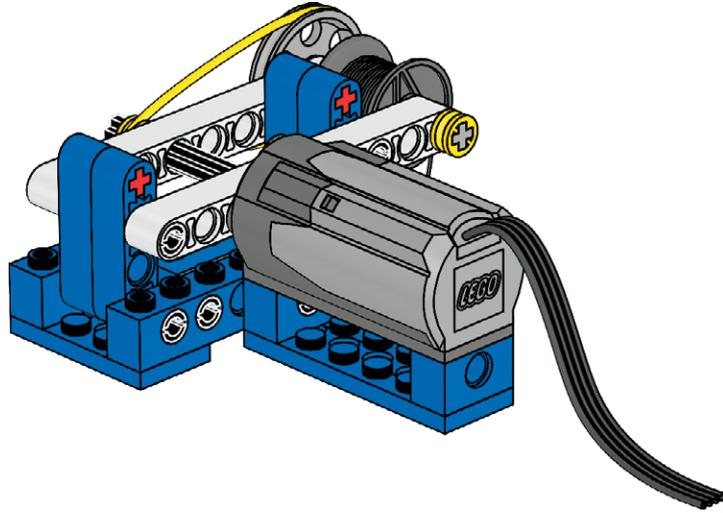


塔式起重机



滑轮原理模型搭建指导手册

参考模型解决方案





旋转木马



任务

公园通常设有儿童游乐设备，如秋千、滑梯、攀登架和旋转木马。这些设备刺激、好玩。重要的是安全功能不会令人扫兴，必须确保没有危险。

你的任务是设计并搭建一个可乘坐至少两名儿童的电动旋转木马，使其乘坐起来既刺激又安全。

旋转木马

目标

应用以下知识：

- 简单机械、机构和结构
- 动力机械
- 工程设计
- 沟通和团队合作
- 秉持安全和产品可靠原则

需要的其他材料（可选）

- 装饰材料，例如，纸旗、飘带、横幅
- 保障安全的材料，例如，门、围栏、灯、安全带、把手

引导

要在设计流程中提供帮助，可以引导学生查看本单元前面的图片，并阅读随附的文字。

或者，让学生上网搜索古往今来世界各地不同种类的儿童旋转木马，深入了解其外观、结构和功能。讨论他们需要限制因素和功能。

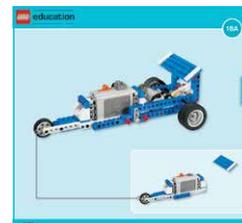
在活动中，通过提问鼓励学生将他们所学的知识、技能和理解与手头的任务联系起来：

- 你的旋转木马如何工作？你需要哪些类型的部件？
- 一次可供多少儿童乘坐？
- 你会使用何种结构来支撑儿童？
- 何种机构会使旋转木马移动？
- 你会如何确保旋转木马的稳定性和平衡性？
- 你会如何确保儿童的安全性？
- 你会如何确保它的外观对儿童具有吸引力？

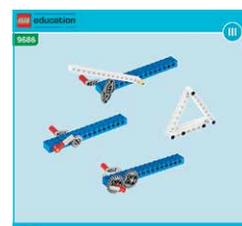
当活动快结束时，鼓励学生执行以下操作，让他们对自己制作的产品和制作流程进行思考：

- 进行测试，评估旋转木马的性能：
 - 它乘坐起来是否刺激？
 - 它乘坐起来是否安全？
 - 它是否可靠？
- 通过绘制或拍摄数码相片记录自己的设计
- 添加注释，说明模型的工作方式，以及如何改进才能获得更好的性能
- 描述如何确保模型的使用安全
- 简要写出他们在设计任务中做得好的部分，以及可以改进的部分

需要帮助？
请看：

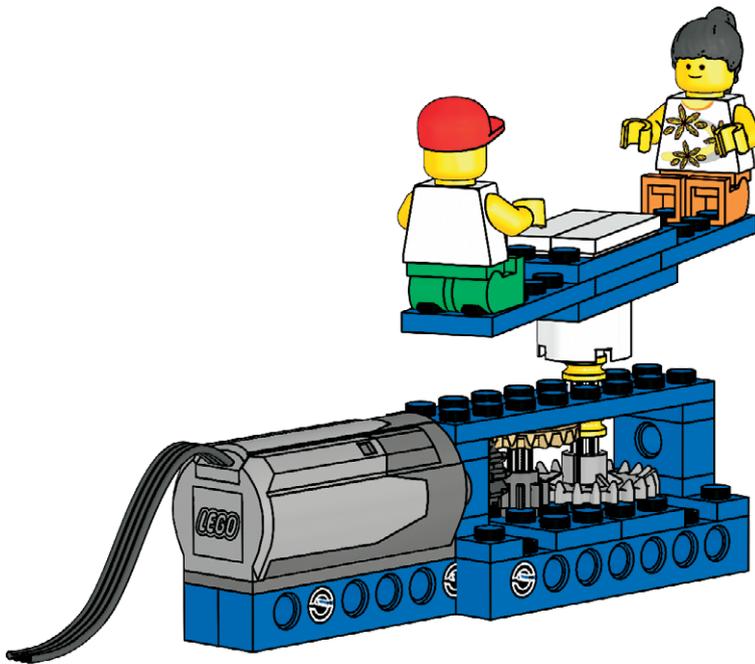
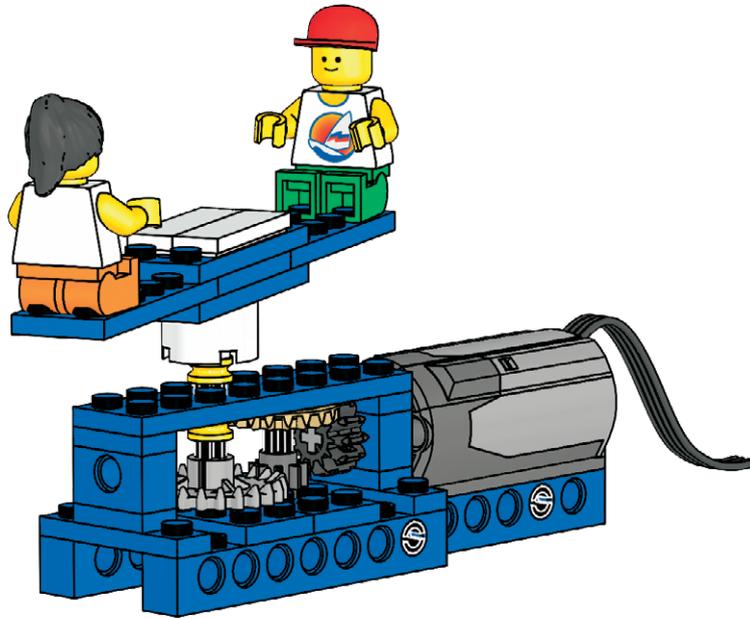


齿轮赛车



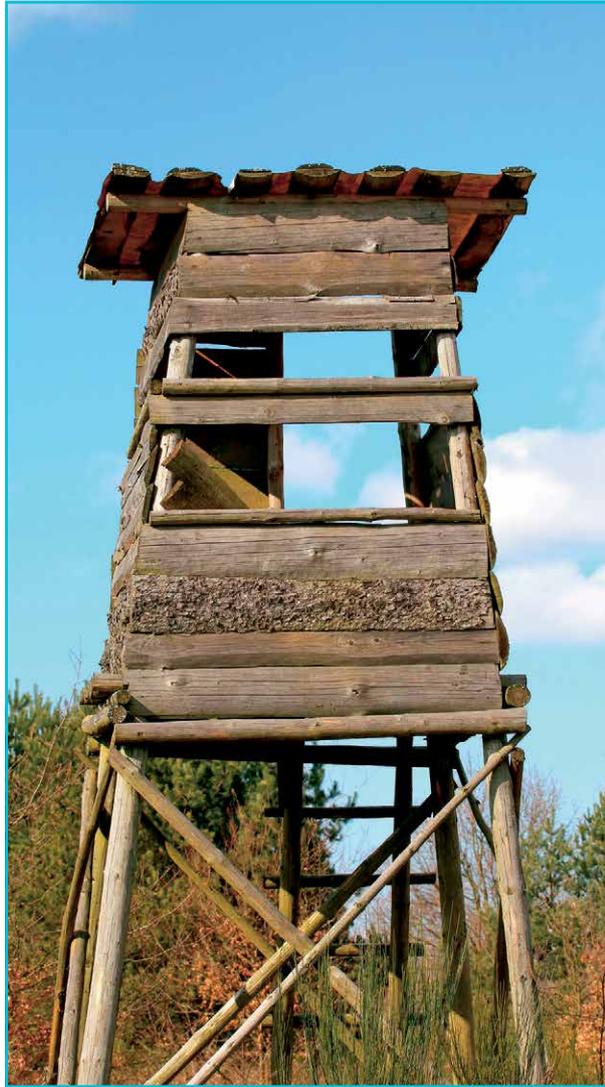
齿轮原理模型搭建指导手册

参考模型解决方案





瞭望塔



任务

鸟类学家在野外研究鸟类。他们需要处在一个能够遮风避雨的舒适场所。这种场所通常称为隐匿处，因为鸟类学家可以在这里潜身远离鸟儿，这样，他们便能观察鸟儿，而鸟儿却看不到他们，从而可以自然地活动。通常，鸟类学家需要从高处观察鸟儿，在这种情况下，他们就需要一个顶端设有隐匿处的瞭望塔。

你的任务是设计并搭建一个非常高的适合观察鸟儿的稳定瞭望塔。

瞭望塔

目标

应用以下知识：

- 简单机械、机构和结构
- 工程设计
- 沟通和团队合作
- 秉持安全和产品可靠原则

需要的其他材料（可选）

- 伪装材料
- 保障安全的材料，例如门、梯子、屏障、灯

引导

要在设计流程中提供帮助，可以引导学生查看本单元前面的图片，并阅读随附的文字。或者，让学生上网搜索世界各地鸟类学家使用的各类瞭望塔和隐匿处，了解其外观、结构和功能。讨论他们需要考虑的限制因素和功能。

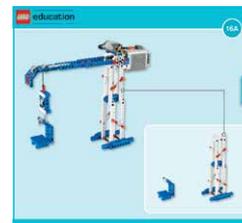
在活动过程中，通过提问鼓励学生将他们所学的知识、技能和理解与手头的任务联系起来：

- 你的瞭望塔将如何工作？你需要哪些类型的部件？
- 你会如何确保支撑隐匿处的结构牢固可靠？
- 你会如何确保支撑隐匿处的结构十分稳定？
- 你会如何确保支撑隐匿处的结构不会在风中摇晃？
- 鸟类学家如何到达隐匿处？
- 鸟类学家如何把设备带到隐匿处？
- 你会如何确保瞭望塔和隐匿处与周围环境融为一体？

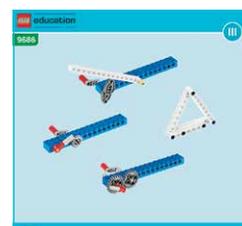
当活动快结束时，鼓励学生执行以下操作，让他们对自己制作的产品和制作流程进行思考：

- 进行测试，评估瞭望塔的性能：
 - 它对隐匿处的所有人和物品的保护效果如何？
 - 它的使用便利性如何？
 - 它与周围环境的融合情况如何？
 - 它的安全性如何？
- 通过绘制或拍摄数码相片记录自己的设计
- 添加注释，说明模型的工作方式，以及如何改进才能获得更好的性能
- 描述如何确保模型的使用安全
- 简要写出他们在设计任务中做得好的部分，以及可以改进的部分

需要帮助？
请看：

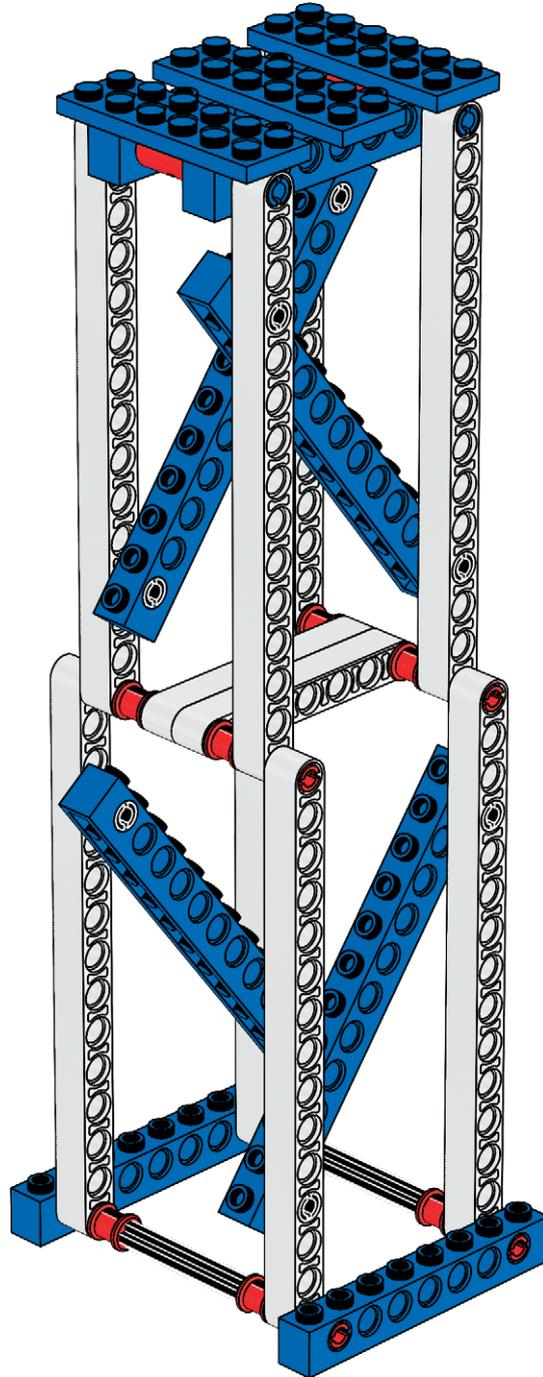


塔式起重机



结构原理模型搭建指导手册

参考模型解决方案





桥梁



任务

在很早以前，人们就使用桥梁来跨越天然屏障。这些屏障的表现形式可能是溪流和河流。有时屏障仅仅是地面裂隙 - 沟壑或峡谷。随着时间的推移，桥梁设计不断发展。在史前时代，横跨在溪流上的倒下的树干便是一座简单的桥梁。现在，大型桥梁是重大工程工作，需要设计师团队和施工团队共同完成。

你的任务是设计并搭建一座安全的大型桥梁，供需要过河的人员使用。

桥梁

目标

应用以下知识：

- 简单机械、机构和结构
- 工程设计
- 沟通和团队合作
- 秉持安全和产品可靠原则

需要的其他材料（可选）

- 装饰材料
- 保障安全的材料，例如，门、围栏、屏障、灯

引导

要在设计流程中提供帮助，可以引导学生查看本单元前面的图片，并阅读随附的文字。或者，让学生上网搜索从古至今的 4 种桥梁：梁式桥、悬臂桥、悬索桥和斜拉桥，深入了解其外观、结构和功能。讨论他们需要限制因素和功能。

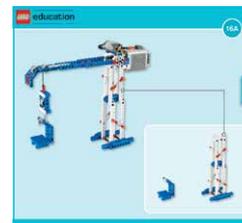
在活动过程中，通过提问鼓励学生将他们所学的知识、技能和理解与手头的任务联系起来：

- 你的桥梁模型将以哪种桥梁为基础？
- 你的桥梁需要哪种部件？
- 你会如何确保桥梁牢固可靠？
- 你会如何确保桥梁十分坚固？
- 你会如何确保桥梁十分稳定？
- 你会如何确保桥梁的使用安全？
- 使用桥梁时，桥梁的哪些部件将会承受压力，哪些部件将会承受拉力？

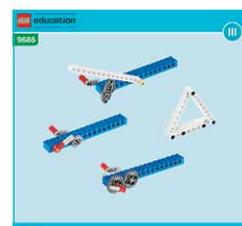
当活动快结束时，鼓励学生执行以下操作，让他们对自己制作的产品和制作流程进行思考：

- 进行测试，评估桥梁的性能：
 - 桥梁的抗断裂性如何？
 - 桥梁的抗变形性如何？
 - 负载不均衡是否会导致桥梁扭曲或倒塌？
 - 使用桥梁的人员否会有危险？
- 通过绘制或拍摄数码相片记录自己的设计
- 添加注释，说明模型的工作方式，以及如何改进才能获得更好的性能
- 描述如何确保模型的使用安全
- 简要写出他们在设计任务中做得好的部分，以及可以改进的部分

需要帮助？
请看：

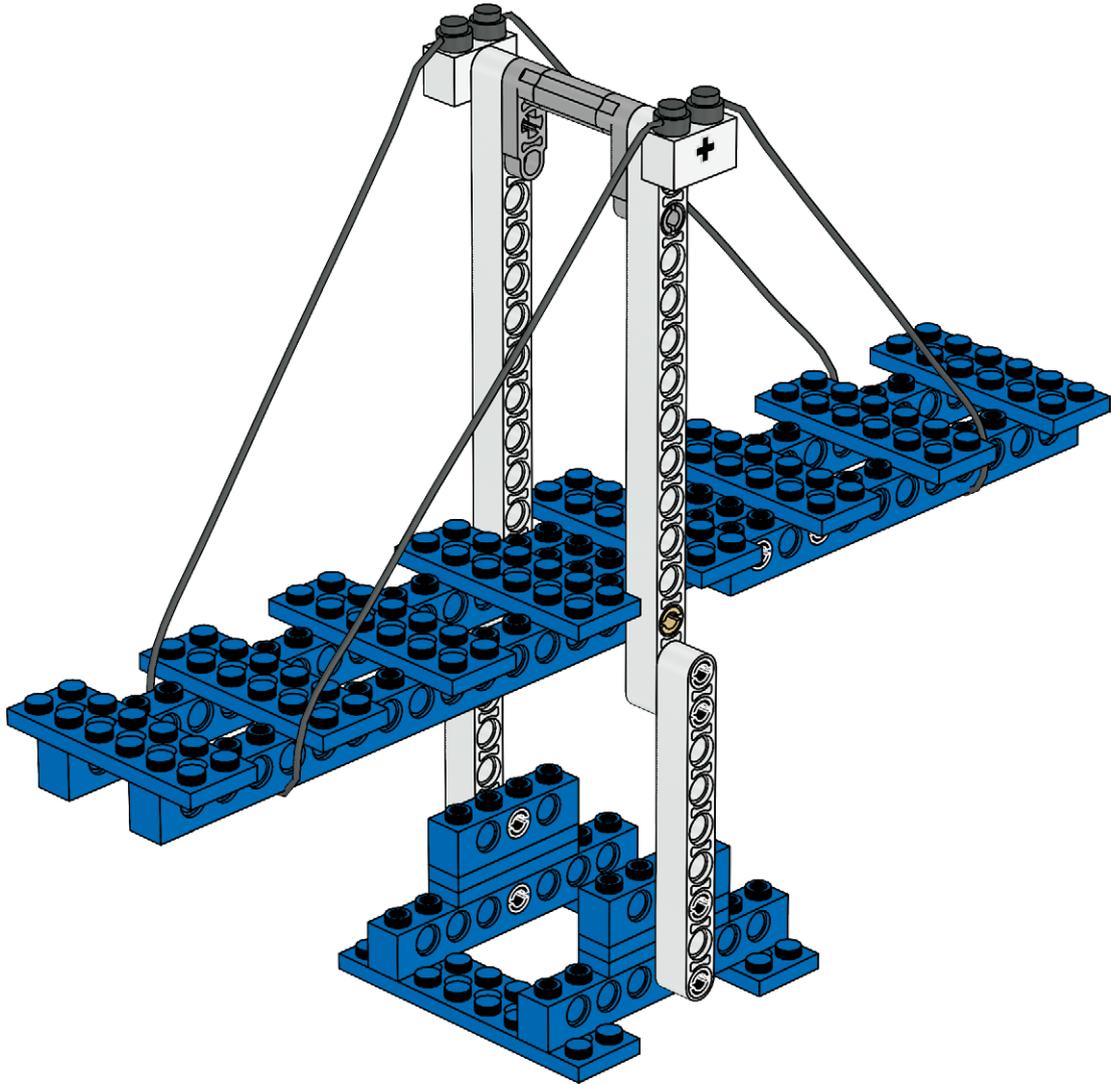


塔式起重机



结构原理模型搭建指导手册

参考模型解决方案





词汇表

B	不平衡力	不能被大小相等、方向相反的力阻挡的力。受不平衡力作用的物体一定会先以某种方式移动。
C	槽轮	有凹边的滑轮。凹槽用于控制绳子、皮带或缆绳，使之不从轮子上滑落。
	齿轮	带齿的轮子或嵌齿轮。齿轮的轮齿相互啮合可传输运动。通常称为正齿轮。
	齿条（齿轮齿条）	一种呈扁条形状的特殊轮齿。
	齿条齿轮	一种扁平齿轮，轮齿等距地分布在一条直线上，当正齿轮与之啮合时，可将旋转运动转换为直线运动。
	传动比	可以表明驱动齿轮完成一次完整旋转时从动齿轮转数的数值。传动比可以通过将从动齿轮的齿数除以驱动齿轮的齿数得出。传动比 1:4 的意思是，驱动齿轮每转动 1 圈，从动齿轮转动 4 圈。
	传动装置	具有一个输入和一个或多个输出的齿轮或滑轮系统。变速箱和时钟都含有传动装置。
	从动齿轮	通常是由其他齿轮、滑轮或杠杆驱动的齿轮、滑轮或杠杆。也可以是由凸轮驱动的杠杆。
	从动件	通常是由其他齿轮、滑轮或杠杆驱动的齿轮、滑轮或杠杆。也可以是由凸轮驱动的杠杆。
D	定滑轮	改变作用力的方向。定滑轮不随负载一起移动。
	动滑轮	改变提起负载所需的作用力的大小。动滑轮随负载一起移动。
	动量	物体速度与质量的乘积：是速度而非速率，因为方向很重要；是质量而非重力，因为动量不依赖于重力。
	动能	与物体速度相关的物体的能量。物体运动速度越快，动能越大。另请参见“势能”。
	惰齿轮	由传动器转动，然后再带动另一个从动件转动的齿轮或滑轮。它不会改变机器内部的力。
E	二类杠杆	负载在作用力和支点之间。这类杠杆可增大作用力传递的力，从而可以更轻松地提升负载。

F	负载	结构可以承受的任何力，例如重量或质量。它也能指作用于机器的阻力大小。
	复合齿轮	由齿轮和轴组成，其中至少有一个轴具有两个大小不同的齿轮。复合齿轮可大幅改变输出速度或输出力（相比输入速度和输入力）。
G	杠杆	施加作用力后会绕固定点（支点）转动的杆。
	工程设计	综合了科学、技术和数学原理的系统性和创造性的设计过程。
	公平测试	通过比较机器在不同条件下的性能测量其性能。
	功	做功等于移动物体所需要的力乘以物体移动的距离（力 x 位移）。另请参见“功率”。
	功率	机器做功的速度（功除以时间）。另请参见“功”。
	构件	结构中各个部件的名称，例如，门框由两个直立构件和一个横向构件组成。
	冠状齿轮	一侧轮齿突出，看起来像皇冠。将它与常规正齿轮啮合，可将运动角度转动 90°。
H	滑轮	与皮带、链条或绳子结合使用的带有凹边的轮。
	滑轮组	一个活动框架中具有一个或多个滑轮，环绕滑轮的绳子或（滑车组）链条连接在一个或多个定滑轮上。滑轮组随负载一起移动，可减小提起负载所需要的作用力。
	滑移	皮带或绳子滑移，在滑轮上通常用作安全功能。
J	机器	一种使工作更简单或更快的设备。机器通常含机构。
	机械效益	作用力增加的比率，可以在力、速度或距离方面带来优势。
	棘轮机构	一种由杠杆或楔子（棘爪）与齿轮（棘轮）组成的装置，可使齿轮仅朝一个方向转动。
	加速度	速度增加的快慢。如果一辆车正在加速，那么这辆车会行驶得更快。
	坚固	坚固的材料不易拉伸或弯曲，并且在负载的情况下不变形。
	减速传动装置	小驱动齿轮带动较大从动齿轮转动并增大作用力传递的力。但是从动齿轮转动的速度会变慢。
	简单机械	6 个基本机械设备，是几乎所有机器的基础。
	均衡	所有作用力相互抵消从而达到平衡的一种稳定状态。

K	控制变量	实验中作为标准的变量。
	控制机构	自动调节操作的机构。棘轮会阻止轴向错误方向转动。
L	拉力	结构中以相反方向拉动、试图拉伸结构的力。
	拉绳	连接负载或滑轮系统的任何承重绳（如缆索或绳）。
	理想机械效益	理想机器在理想环境下的性能测量值。在计算理想机械效益时不考虑摩擦力等变量。
	力	推或拉。
	连杆机构	机械连杆机构通过一系列由活动支点连接的杆或梁，传递运动和力。大力钳、剪刀式升降机、缝纫机和车库门锁均含连杆机构。
	联结	结构中承受拉力的构件。联结可防止结构中的部件分开，也就是说，它们将构件“连接”在了一起。
	螺距	螺钉完成一次完整旋转（360°）的移动距离。
M	摩擦力	一个表面在另一个表面上滑动时所遇到的阻力，例如，当轴在轴孔中转动时或者搓手时。
P	配重	一种通常由为减小或消除其他力的作用而使用的某物体的重量所提供的力。吊车会利用起重臂短臂上的一个大混凝土块来抵消另一个长臂上的负载的不平衡作用。
	皮带	可伸展缠绕两个滑轮使一个滑轮带动另一个滑轮转动的一条连续带子。其通常会在从动滑轮突然停止转动时出现滑移。
	平衡力	当作用于一个物体的所有力大小相等且方向相反时，则该物体稳定且静止不动。另请参见“均衡”。
	平均速率	物体的平均移动率。可以使用此公式计算平均速率： $\text{平均速率} = \frac{\text{距离}}{\text{时间}}$
Q	起重臂	起重机上悬挂承重绳的吊臂。
	驱动齿轮	力传至机器首先经过的机器部件，通常为齿轮、滑轮、杠杆、曲柄或轴。
	曲柄	以适当的角度连接轴的臂或把手，使轴易于转动。
R	RPM	每分钟转数。通常用以测量电机的速度。乐高® 电机在无载情况下（即当电机没有驱动机器时）的转速为大约 400 rpm。

S	三类杠杆	作用力在负载和支点之间。这类杠杆可增大负载移动的速度和距离（相比作用力）。
	实际机械效益	真实机器的性能测量值。在计算实际机械效益时考虑摩擦力等所有变量。
	势能	与物体位置相关的物体的能量。物体越高，其势能越大。另请参见“动能”。
	速度	有特定方向的速率。要计算一辆车的速率，用行驶的距离除以行驶时间。
	速率	参见“速度”。
T	凸轮	一种旋转并带动一个从动件转动的非圆形轮子。它能够将凸轮的旋转运动转换为从动件的往复运动或摆动。有时，偏离中心安装在轴上的圆形轮也用作凸轮。
W	蜗轮	具有一种像螺钉一样的螺旋齿的齿轮。将它与小齿轮啮合可以慢慢地产生巨大的力。
X	小齿轮	与齿条齿轮或蜗轮啮合的一种齿轮的别名。
	效率	用于测量输入机器的力有多少输出为有用功。摩擦力时常会导致大量能量的浪费，降低机器的效率。
	斜齿轮	轮齿切割角度为 45° 的齿轮。当两个斜齿轮相互啮合时，它们可将轴和运动的角度转变 90° 。
	斜面	用来提升物体倾斜表面或斜坡，一般比直接提升物体更省力。凸轮是一种特别的连续斜面。
Y	压力	结构中以相反方向推动、试图挤压结构的力。
	一类杠杆	支点在作用力和负载之间。长作用力臂搭配短负载臂可增大负载臂端的力。
	应变变量	针对自变量观察和测量的变量。应变变量会随自变量的变化而变化。
Z	增速传动装置	大驱动齿轮带动较小从动齿轮转动并减小作用力传递的力。但是从动齿轮转动的速度会变快。
	支撑	结构中受压的构件。支撑可防止结构中的部件向彼此移动。
	支点	物体转动或旋转所围绕的点，例如杠杆的支点。
	质量	质量是指物体中含有的物质的量。在地球上，你的重力等于你的体重，例如 70 kg。在太空中，你会感觉失重 – 但是你的质量仍然为 70 kg。人们常常会将质量和重量相混淆。

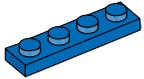
轴	一种穿过轮子中心或穿过凸轮不同部件的杆。它可以通过汽车上的传动装置将力从发动机传输至车轮，或者在使用一根粗绳上摇一只桶时，它可以通过轮子把来自手臂的力传输至轴
自变量	实验室中可有目的地进行控制和更改的变量，会影响或导致应变量值发生变化。
作用力	人或其他物体施加在机器上的力或力量。



乐高® 零件清单



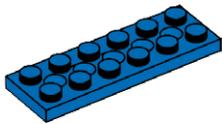
8x
底板, 1x2, 蓝色
302323



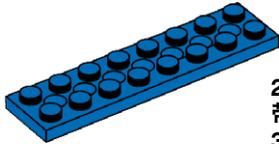
4x
底板, 1x4, 蓝色
371023



6x
带孔底板, 2x4, 蓝色
370923



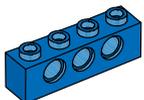
8x
带孔底板, 2x6, 蓝色
4114027



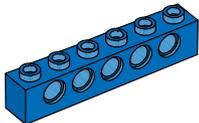
2x
带孔底板, 2x8, 蓝色
373823



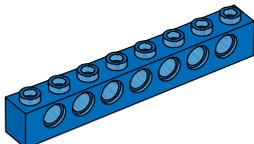
4x
凸点横梁, 1x2, 蓝色
370023



4x
凸点横梁, 1x4, 蓝色
370123



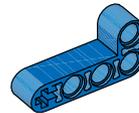
4x
凸点横梁, 1x6, 蓝色
389423



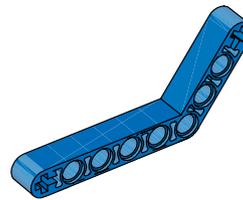
4x
凸点横梁, 1x8, 蓝色
370223



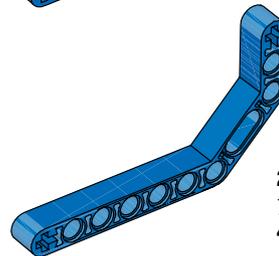
10x
摩擦连接销, 3 个模块, 蓝色
4514553



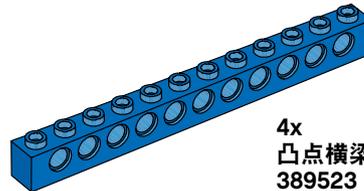
8x
角梁, 4x2 个模块, 蓝色
4168114



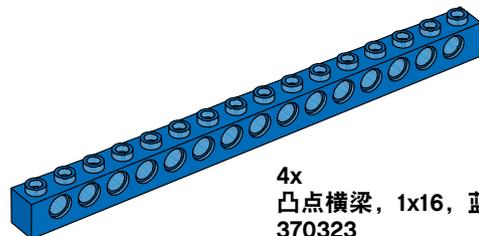
4x
角梁, 4x6 个模块, 蓝色
4182884



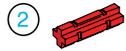
2x
角梁, 3x7 个模块, 蓝色
4112000



4x
凸点横梁, 1x12, 蓝色
389523



4x
凸点横梁, 1x16, 蓝色
370323



14x
轴, 2 个模块, 红色
4142865



14x
带轴衬的连接销, 红色
4140806



4x
角块, 2 (180°), 红色
4234429



10x
带交叉孔的角块, 红色
4118897



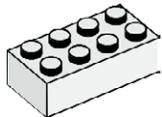
4x
交叉块, 3 个模块, 红色
4175442



2x
管, 2 模块, 红色
4526984



4x
凸点横梁, 1x2 (带交叉孔), 白色
4233486



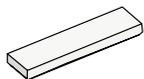
2x
积木, 2x4, 白色
300101



2x
积木, 2x2 圆形, 白色
614301



4x
顶部积木, 1x2/45°, 白色
4121932



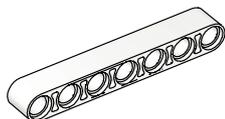
2x
瓦, 1x4, 白色
243101



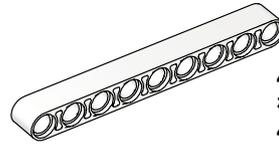
2x
横梁, 3 个模块, 白色
4208160



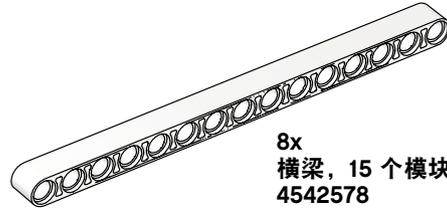
2x
横梁, 5 个模块, 白色
4249021



2x
横梁, 7 个模块, 白色
4495927



4x
横梁, 9 个模块, 白色
4156341



8x
横梁, 15 个模块, 白色
4542578



2x
转向臂, 黑色
4114670



2x
转向臂轴承, 黑色
4114671



4x
角块, 1 (0°), 深灰色
4210658



4x
多角块, 3 (157,5°), 黑色
4107082



28x
摩擦连接销, 黑色
4121715



4x
轮胎, 30, 4x4, 黑色
281526



4x
轮胎, 30, 4x14, 黑色
4140670



4x
轮胎, 43, 2x22, 黑色
4184286



12x
带轴的连接销, 米黄色
4186017



4x
连接销, 3 个模块, 米黄色
4514554



16x
轴衬, 1/2 个模块, 黄色
4239601



4x
连接销, 把手, 灰色
4211688



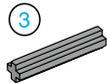
8x
连接销, 灰色
4211807



16x
轴衬, 灰色
4211622



8x
轴扩展器, 2 个模块, 灰色
4512360



8x
轴, 3 个模块, 灰色
4211815



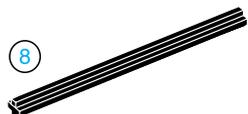
4x
轴, 5 个模块, 灰色
4211639



8x
轴, 4 个模块, 黑色
370526

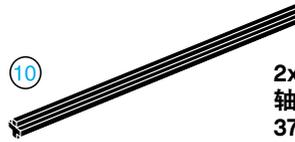


2x
轴, 6 个模块, 黑色
370626



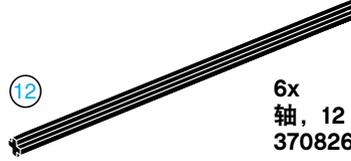
2x
轴, 8 个模块, 黑色
370726

10



2x
轴, 10 个模块, 黑色
373726

12



6x
轴, 12 个模块, 黑色
370826



1x
人仔, 马尾假发, 黑色
609326



1x
人仔, 帽子, 红色
448521



2x
人仔, 头, 黄色
9336



1x
人仔, 身体, 白色 (带冲浪图案)
4275606



1x
人仔, 身体, 白色 (带花朵图案)
4275536



1x
人仔, 双腿, 橙色
4120158



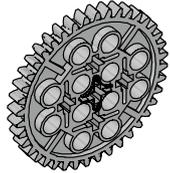
1x
人仔, 双腿, 绿色
74040



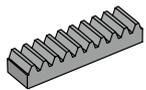
2x
齿轮, 16 个齿, 灰色
4211563



4x
齿轮, 24 个齿冠, 灰色
4211434



2x
齿轮, 40 个齿, 灰色
4285634



2x
齿轮, 10 个模块, 灰色
4211450



2x
蜗轮, 灰色
4211510



1x
差动齿轮, 28 个齿, 深灰色
4525184



4x
齿轮, 24 个齿, 深灰色
4514558



6x
齿轮, 8 个齿, 深灰色
4514559



2x
齿轮, 12 个齿 (双斜), 黑色
4177431



1x
齿轮, 14 个齿条, 黑色
4275503



6x
齿轮, 12 个锥齿, 米黄色
4514556



2x
齿轮, 20 个锥齿, 米黄色
4514557



2x
齿轮, 20 个双斜齿, 米黄色
4514555



2x
皮带, 33 mm, 黄色
4544151



2x
皮带, 24 mm, 红色
4544143



2x
皮带, 15 mm, 白色
4544140



1x
万向接头, 3 个模块, 灰色
4525904



4x
轮毂, 18x14, 灰色
4490127



4x
轮毂, 24x4, 灰色
4494222



4x
轮毂, 30x20, 灰色
4297210



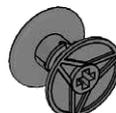
6x
连接销, 1/2 个模块, 深灰色
4211050



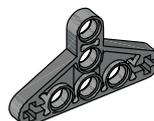
4x
带旋钮的轴, 3 个模块, 深灰色
4211086



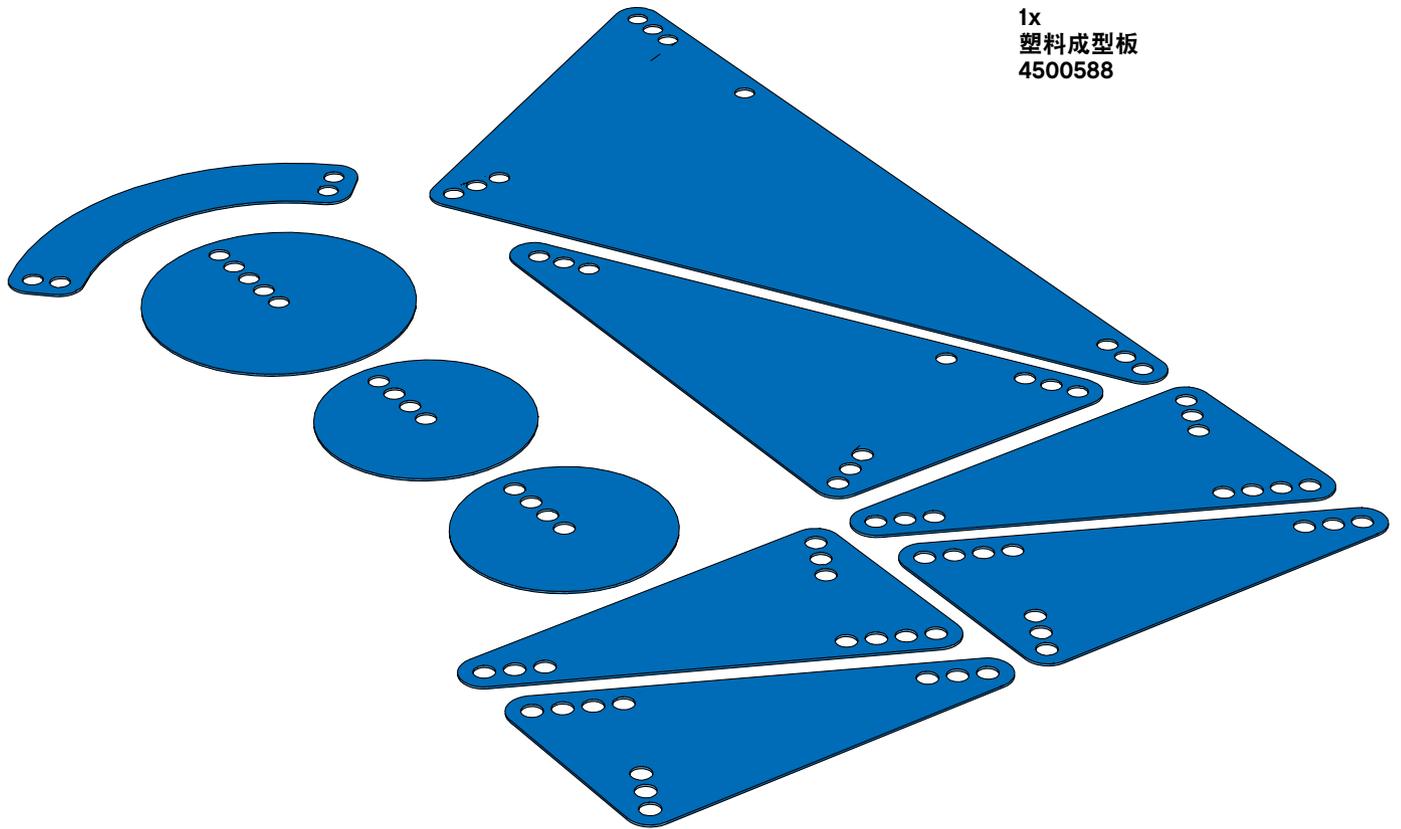
4x
凸轮, 深灰色
4210759



1x
缠线管, 深灰色
4239891



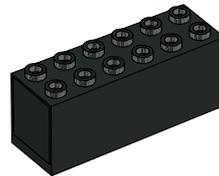
2x
1/2 横梁, 三角形, 深灰色
4210689



1x
塑料成型板
4500588



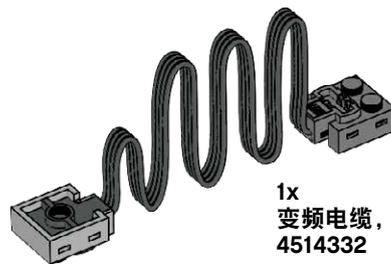
2x
细绳, 40 个带旋钮的模块, 黑色
4528334



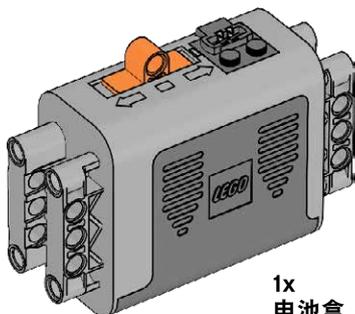
1x
砵码零件, 黑色
73843



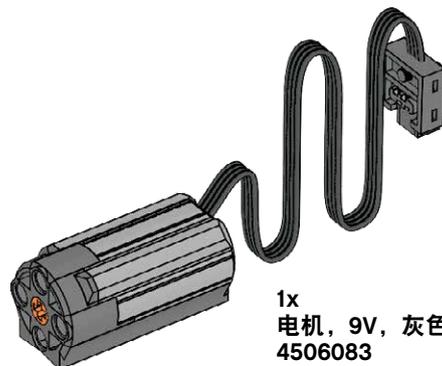
1x
细绳, 2 m, 黑色
4276325



1x
变频电缆, 黑色
4514332



1x
电池盒, 9V, 灰色
4506078



1x
电机, 9V, 灰色
4506083

视频片段中所示的机器由下列提供商友情提供：

杠杆秤：Kig-Ind Antik

塔式起重机：JORTON A/S

坡道：Totempo.Ford Motor Company A/S

齿轮赛车：Ferrari.Silkeborg Technical School

本地化、翻译和桌面排版：EICOM ApS, Denmark

请访问乐高® 教育网站的 Activity Bank（课程活动资源库），
下载专为我们的学校产品设计的免费活动示例。

LEGO and the LEGO logo are trademarks of the/son des marques
de commerce de/son marcas registradas de LEGO Group.
©2009 The LEGO Group.

