

# 四年级科学



犹他州科学标准

2020-2021

# 四年级

犹他州 SEEd 标准

Utah State Board of Education OER  
2020-2021

CK-12 Foundation is a non-profit organization with a mission to reduce the cost of textbook materials for the K-12 market both in the U.S. and worldwide. Using an open-source, collaborative, and web-based compilation model, CK-12 pioneers and promotes the creation and distribution of high-quality, adaptive online textbooks that can be mixed, modified and printed (i.e., the FlexBook® textbooks).

Copyright © 2020 CK-12 Foundation, [www.ck12.org](http://www.ck12.org)

The names “CK-12” and “CK12” and associated logos and the terms “FlexBook®” and “FlexBook Platform®” (collectively “CK-12 Marks”) are trademarks and service marks of CK-12 Foundation and are protected by federal, state, and international laws.

Any form of reproduction of this book in any format or medium, in whole or in sections must include the referral attribution link <http://www.ck12.org/saythanks>

(placed in a visible location) in addition to the following terms.

Except as otherwise noted, all CK-12 Content (including CK-12 Curriculum Material) is made available to Users in accordance with the Creative Commons Attribution-Noncommercial 3.0 Unported (CC BY-NC 3.0) License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), as amended and updated by Creative Commons from time to time (the “CC License”), which is incorporated herein by this reference.

Complete terms can be found at <http://www.ck12.org/about/terms-of-use>.

Printed: May, 2020



For online attribution

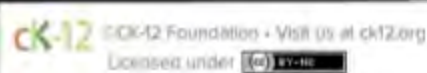


©[CK-12 Foundation](http://ck12.org)

Licensed under  • [Terms of Use](#) • [Attribution](#)

# Credits and Copyright

Credits Copyright, Utah State Board of Education, 2020.



Unless otherwise noted, the contents of this book are licensed under the Creative Commons Attribution NonCommercial ShareAlike license. Detailed information about the license is available online at <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/legalcode>

Unless otherwise attributed, photos were taken from the ck-12 website and Pixabay.

Prior to making this book publicly available, we have reviewed its contents extensively to determine the correct ownership of the material and obtain the appropriate licenses to make the material available. We will promptly remove any material that is determined to be infringing on the rights of others. If you believe that a portion of this book infringes another's copyright, contact Ricky Scott at the Utah State Board of Education: richard.scott@schools.utah.gov .

If you do not include an electronic signature with your claim, you may be asked to send or fax a follow-up copy with a signature. To file the notification, you must be either the copyright owner of the work or an individual authorized to act on behalf of the copyright owner. Your notification must include:

- Identification of the copyrighted work, or, in the case of multiple works at the same location, a representative list of such works at that site.
  - Identification of the material that is claimed to be infringing or to be the subject of infringing activity. You must include sufficient information, such as a specific page number or other specific identification, for us to locate the material.
- Information for us to be able to contact the claimant (e.g., email address, phone number).
- A statement that the claimant believes that the use of the material has not been authorized by the copyright owner or an authorized agent.
- A statement that the information in the notification is accurate and that the claimant is, or is authorized to act on behalf of, the copyright owner.

This book is adapted primarily from the excellent materials created by the CK-12 Foundation - <http://ck12.org/> - which are licensed under the Creative Commons Attribution Non Commercial Share Alike license. We express our gratitude to the CK-12 Foundation for their pioneering work on secondary science textbooks, without which the current book would not be possible.

We especially wish to thank the amazing Utah science teachers whose collaborative efforts made the book possible. Thank you for your commitment to science education and Utah students!



# Students as Scientists

---

What does science look and feel like?

If you're reading this book, either as a student or a teacher, you're going to be digging into the "practice" of science. Probably, someone, somewhere, has made you think about this before, and so you've probably already had a chance to imagine the possibilities. Who do you picture doing science? What do they look like? What are they doing?

Often when we ask people to imagine this, they draw or describe people with lab coats, people with crazy hair, beakers and flasks of weird looking liquids that are bubbling and frothing. Maybe there's even an explosion. Let's be honest: Some scientists do look like this, or they look like other stereotypes: people readied with their pocket protectors and calculators, figuring out how to launch a rocket into orbit. Or maybe what comes to mind is a list of steps that you might have to check off for your science fair project to be judged; or, maybe a graph or data table with lots of numbers comes to mind.

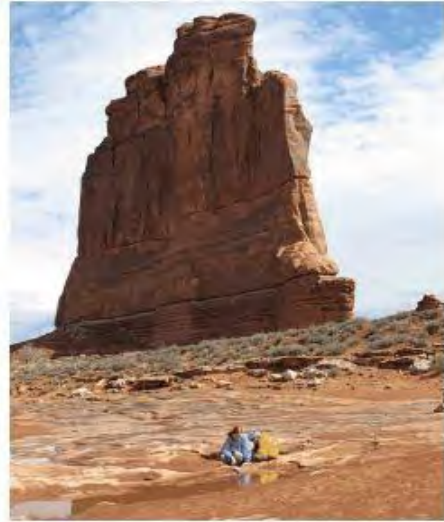
So let's start over. When you imagine graphs and tables, lab coats and calculators, is that what you love? If this describes you, that's great. But if it doesn't, and that's probably true for many of us, then go ahead and dump that image of science. It's useless because it isn't you. Instead, picture yourself as a maker and doer of science. The fact is, we need scientists and citizens like you, whoever you are, because we need all of the ideas, perspectives, and creative thinkers. This includes you.

Scientists wander in the woods. They dig in the dirt and chip at rocks. They peer through microscopes. They read. They play with tubes and pipes in the aisles of a hardware store to see what kinds of sounds they can make with them. They daydream and imagine. They count and measure and predict. They stare at the rock faces in the mountains and imagine how those came to be. They dance. They draw and write and write and write some more.

Scientists — and this includes all of us who do, use, apply, or think about science — don't fit a certain stereotype. What really sets us apart as humans is not just that we know and do things, but that we wonder and make sense of our world. We do this in many ways, through painting, religion, music, culture, poetry, and, most especially, science. Science isn't just a method or a collection of things we know. It's a uniquely human practice of wondering about and creating explanations for the natural world around us. This ranges from the most fundamental building blocks of all matter to the widest expanse of space that contains it all. If you've ever wondered "When did time start?", or "What is the smallest thing?", or even just "What is color?", or so many other endless questions then you're already thinking with a scientific mind. Of course you are;

you're human, after all.

But here is where we really have to be clear. Science isn't just questions and explanations. Science is about a sense of wondering and the sense-making itself. We have to wonder and then really dig into the details of our surroundings. We have to get our hands dirty. Here's a good example: two young scientists under the presence of the Courthouse Towers in Arches National Park. We can be sure that they spent some amount of time in awe of the giant sandstone walls, but here in this photo they're enthralled with the sand that's just been re-washed by recent rain. There's this giant formation of sandstone looming above these kids in the desert, and they're happily playing in the sand. This is ridiculous. Or is it?



How did that sand get there? Where did it come from? Did the sand come from the rock or does the rock come from sand? And how would you know? How do you tell this story?

Look. There's a puddle. How often is there a puddle in the desert? The sand is wet and fine; and it makes swirling, layered patterns on the solid stone. There are pits and pockets in the rock, like the one that these two scientists are sitting in, and the gritty sand and the cold water accumulate there. And then you might start to wonder: Does the sand fill in the hole to form more rock, or is the hole worn away because it became sand? And then you might wonder more about the giant formation in the background: It has the same colors as the sand, so has this been built up or is it being worn down? And if it's being built up by sand, how does it all get put together; and if it's being worn away then why does it make the patterns that we see in the rock? Why? How long? What next?

Just as there is science to be found in a puddle or a pit or a simple rock formation, there's science in a soap bubble, in a worm, in the spin of a dancer and in the structure of a bridge. But this thing we call "science" is only there if you're paying attention, asking questions, and imagining possibilities. You have to make the science by being the person who gathers information and evidence, who organizes and reasons with this, and who communicates it to others. Most of all, you get to wonder. Throughout all of the rest of this book and all of the rest of the science that you will ever do, wonder should be at the heart of it all. Whether you're a student or a teacher, this wonder is what will bring the sense-making of science to life and make it your own.

Adam Johnston-Weber State University

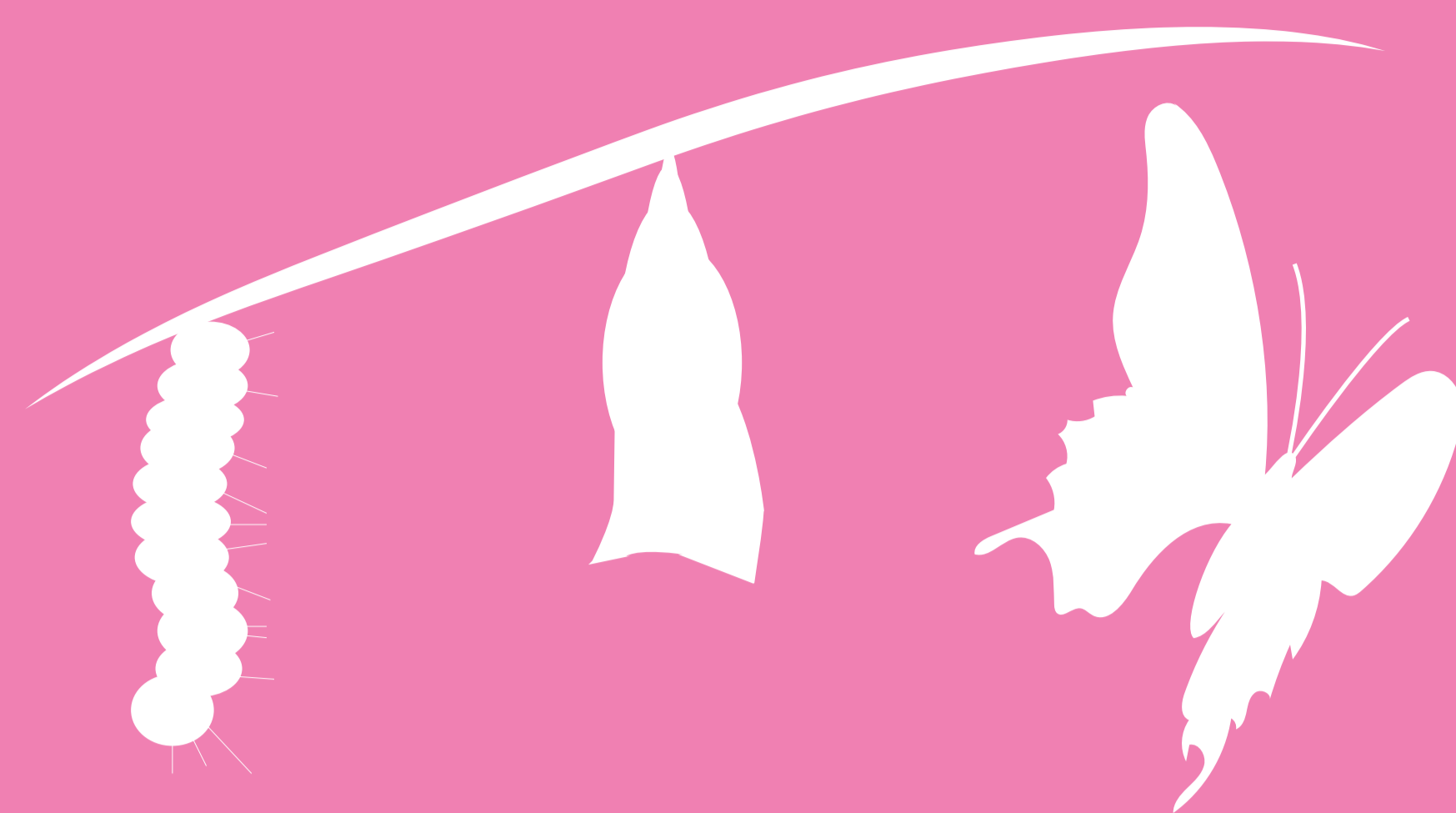
# 核心概念

## 模式



结构或事件通常是一致且重复的。

## 稳定与变化



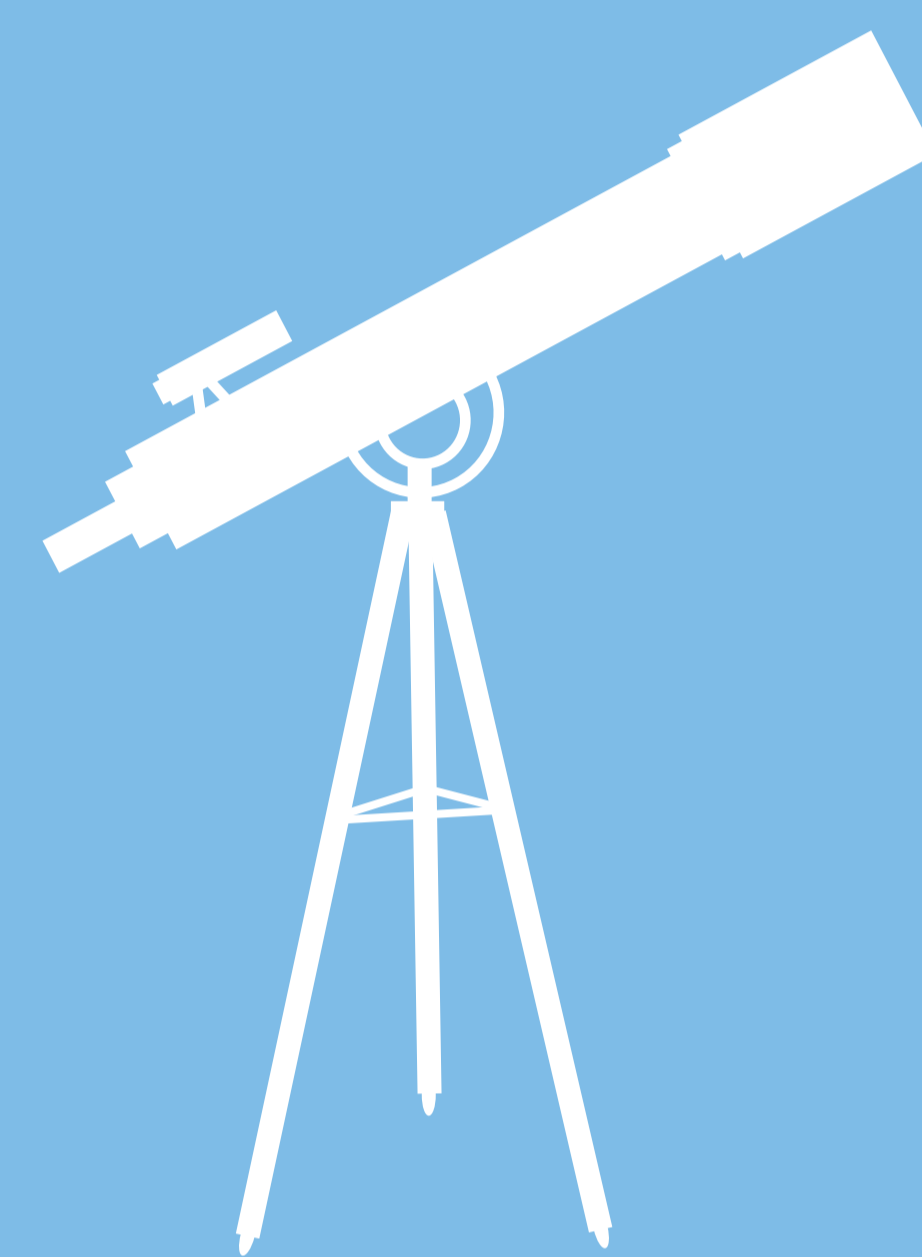
随着时间的流逝，系统可能会保持不变或变得不同，这取决于多种因素。

## 因果



事件有原因，有时是简单的，有时是多方面的。

## 规模，比例和数量



不同的措施大小和时间影响系统的结构，性能以及我们观察现象的能力。

## 物质与能量



跟踪能量和物质流入，流出和进入系统的流向有助于了解系统的行为。

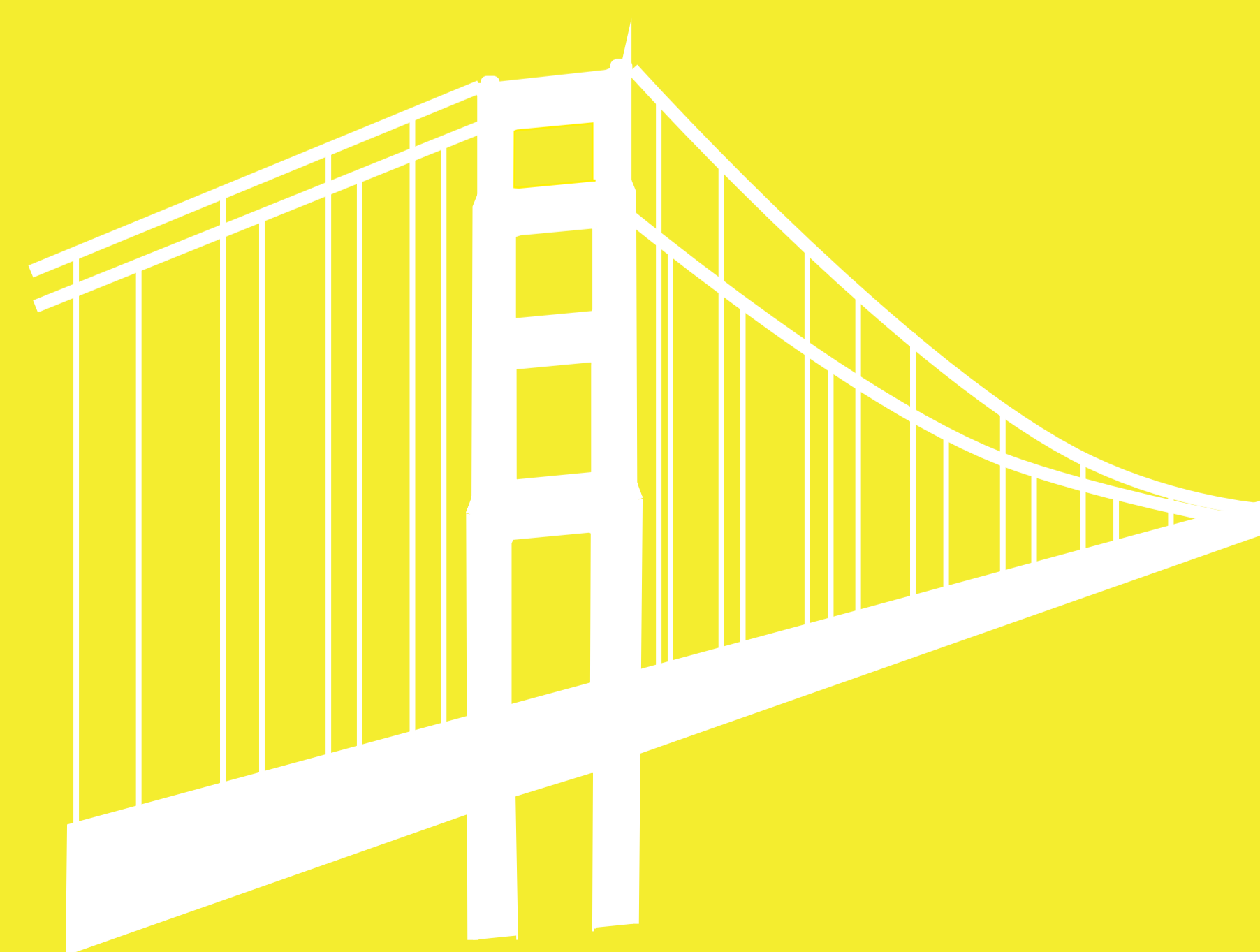
## 系统篇

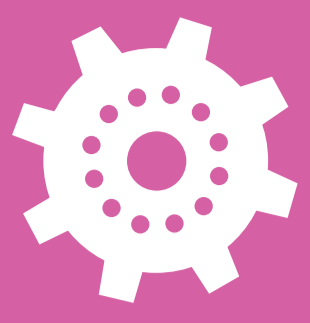


一组连接的事物或零件，形成一个复杂的整体。

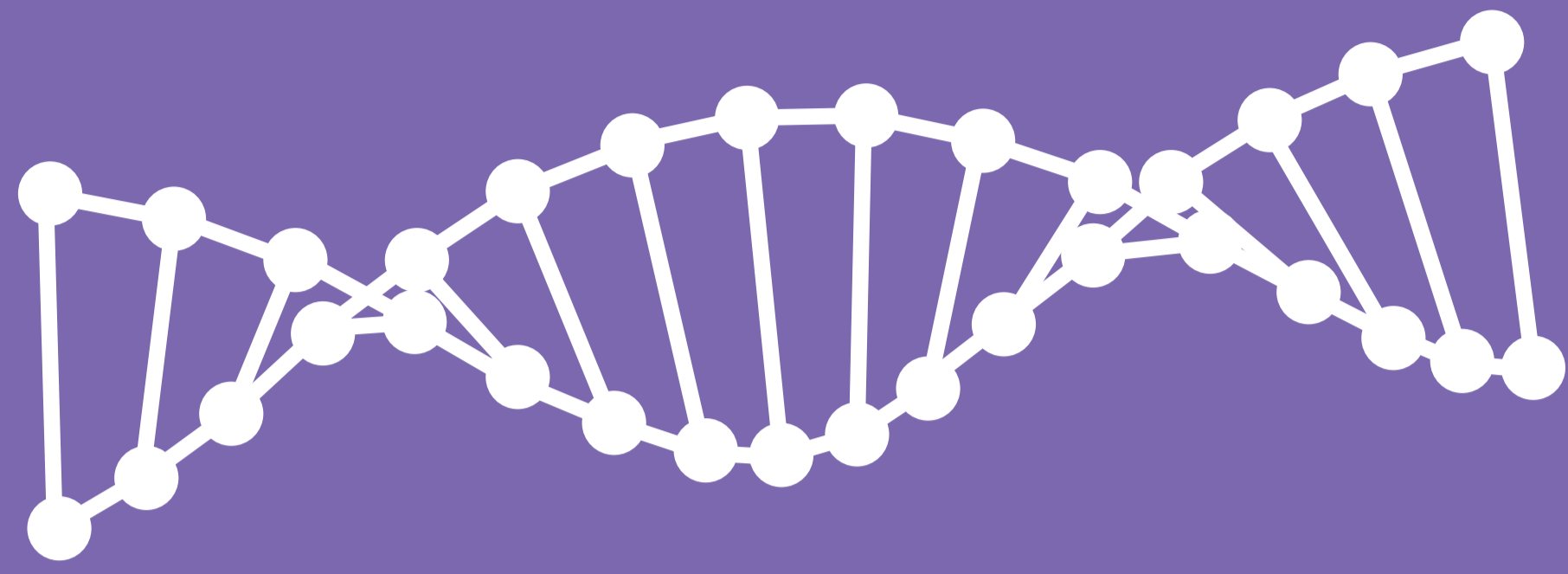
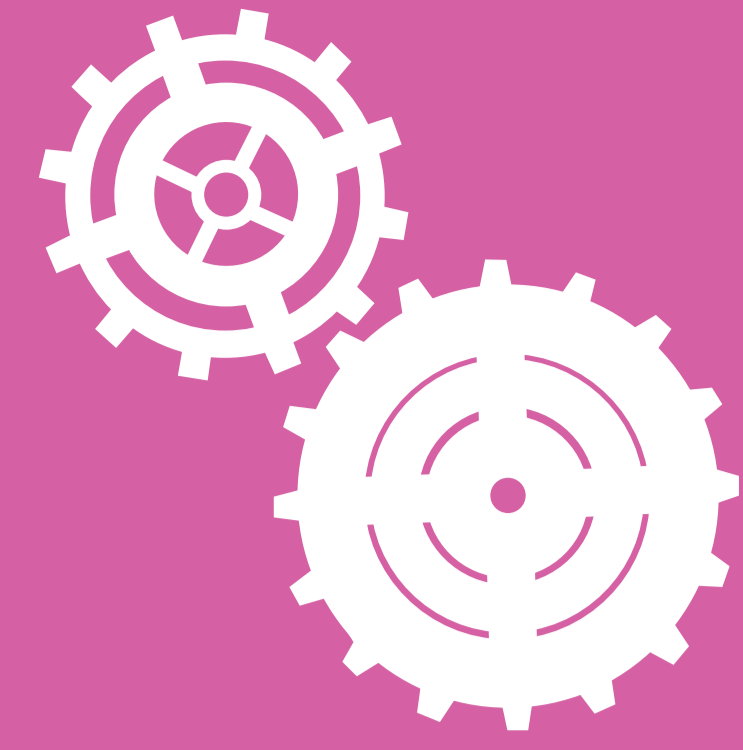
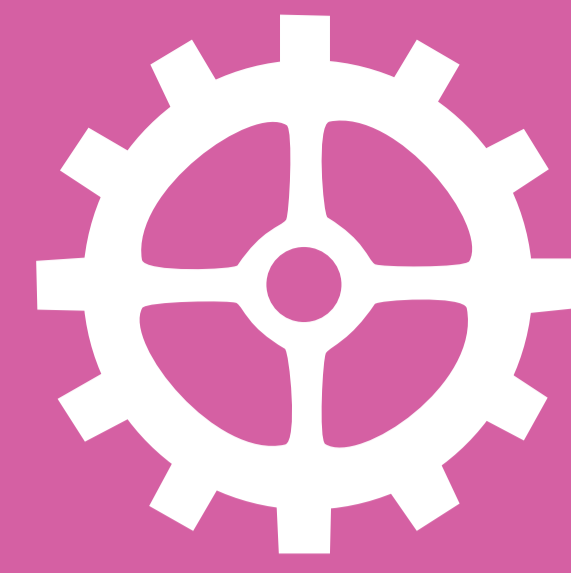
## 结构与功能

物体的形状或结构方式决定了其许多特性和功能。





提问和  
定义问题



开发和  
使用模型

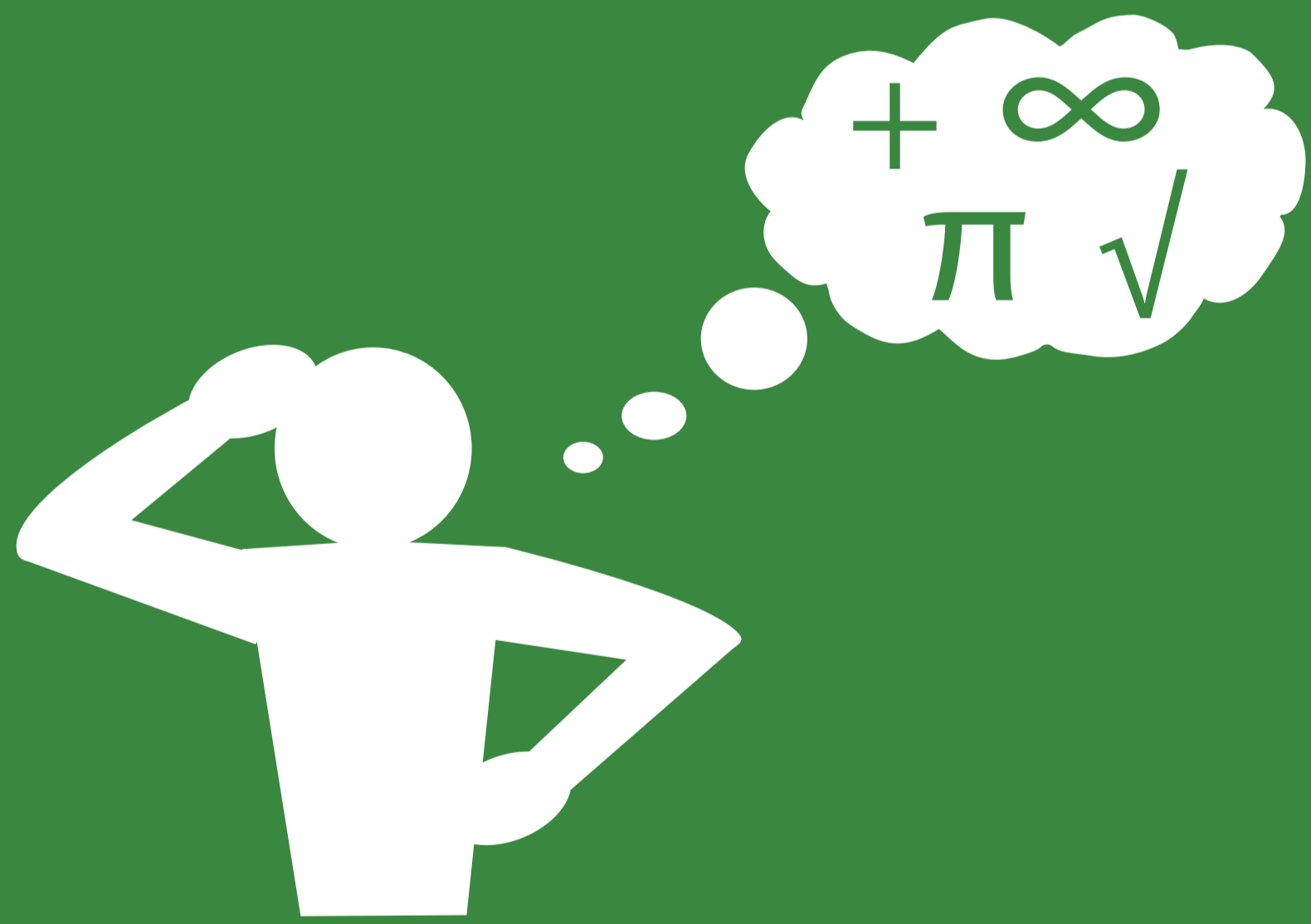
计划和  
进行调查



分析和  
解释数据



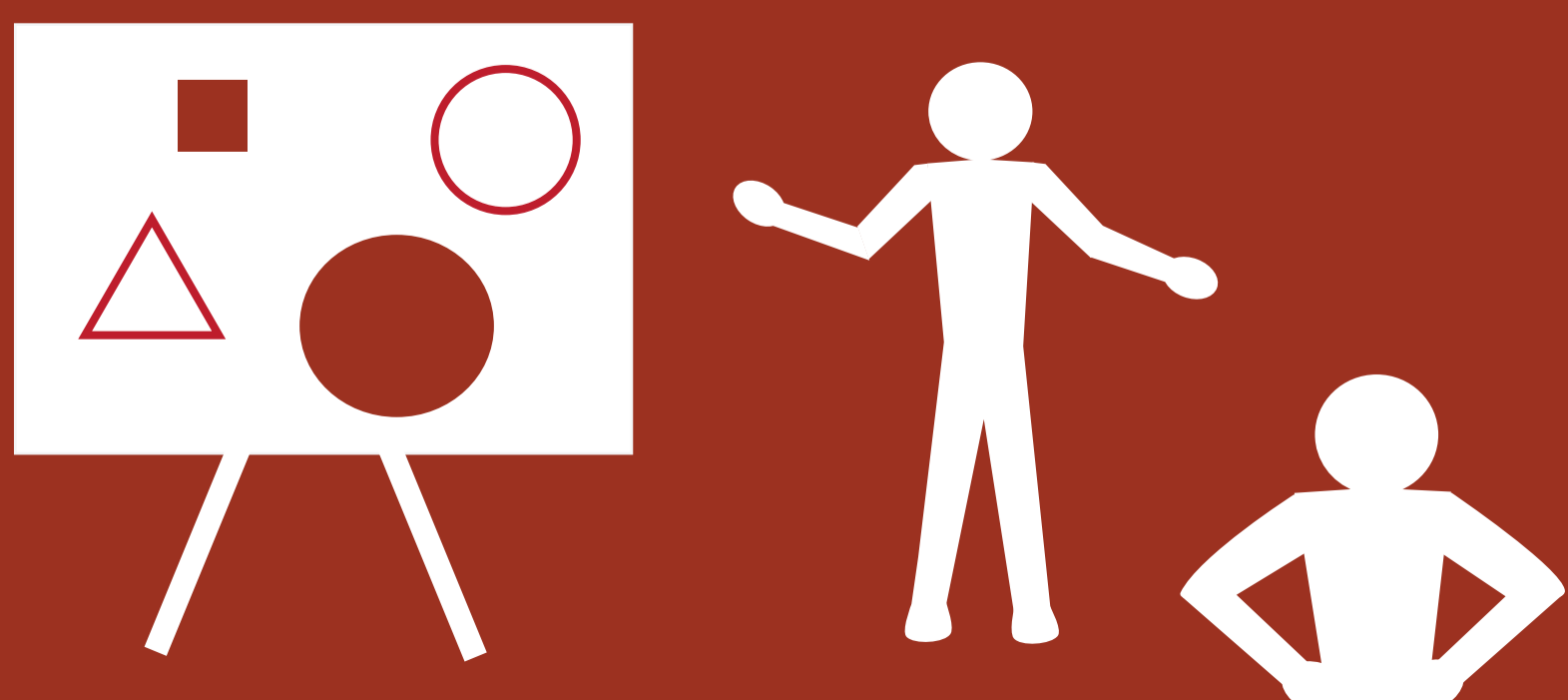
使用数学和  
计算思维



构建说明和  
设计解决方案



参与证据  
论证



获取，  
评估和  
交流信息

科学  
与  
工程  
实践



# A Note to Teachers

---

This Open Educational Resource (OER) textbook has been written specifically for students as a reputable source for them to obtain information aligned to the 4th Grade Science Standards. The hope is that as teachers use this resource with their students, they keep a record of their suggestions on how to improve the book. Every year, the book will be revised using teacher feedback and with new objectives to improve the book.

If there is feedback you would like to provide to support future writing teams please use the following online survey: <http://go.uen.org/bFi>

# 目录

第一章-生物在它环境中的作用	<b>9</b>
1.1 生存 (4.1.1)	10
1.2 信息 (4.1.2)	23
1.3 随着时间推移而来的变化 (4.1.3)	31
1.4 随着时间推移而来的变化的证据 (4.1.4)	43
第二章-能量的转移	<b>51</b>
2.1 速度和能量 (4.2.1)	52
2.2 碰撞 (4.2.2)	59
2.3 能量的转移 (4.2.3)	63
2.4 能量的转换 (4.2.4)	72
第三章-波的模式	<b>82</b>
3.1 波的模式 (4.3.1)	83
3.2 光和视觉 (4.3.2)	88
3.3 信息的传递 (4.3.3)	95
第四章- 在天空中的可观察的模式	<b>103</b>
4.1 太阳的亮度 (4.4.1)	104
4.2 地球的公转 (4.4.2)	111

# 第一章

---

## 第一部分: 生物在它环境中的作用

### 章节大纲

1.1 生存 (4.1.1)

1.2 信息 (4.1.2)

1.3 随着时间推移而来的变化 (4.1.3)

1.4 随着时间推移而来的变化的证据 (4.1.4)



通过对生物的研究，可以推断出过去和现在的环境。动植物内部和外部构造影响它们的生长、生存、行为和繁殖。动物使用针对特定信息的不同感觉器官来了解和应对它们的环境。有些曾经生活在地球上的动植物已经不存在了。但是，这些生物的化石让我们知道很久以前存在过的生物类型和环境。此外，某些化石类型的存在和位置表明环境随时间发生的变化。

# 1.1 生存 (4.1.1)

---

## 探索这个现象

大盐湖是一个独特的湿地环境，因为它里面的盐水。这个湖是世界上最咸的水域之一，它的咸度可能是海洋的八倍。由于咸水的关系，只有几种动物能够在大盐湖中生活。

尽管在大盐湖的咸水中几乎没有生物可以生存，但在湖附近的沼泽地中有许多动植物。在春季，成千上万的鸟类迁徙到犹他州，并生活在大盐湖的淡水沼泽中。其中一种是鸥，另一种是蓝鹭。



大蓝鹭是生活在大盐湖沼泽地中的最大鸟类之一。

这些动物如何在这么恶劣的环境中生存？如何比较它们的内部和外部构造，有哪些一样和不一样的地方？这些构造如何帮助每种鸟在这种恶劣的环境中生长，传承其性状并生存？解释一下“大蓝鹭”和“鸥”有哪些内部和外部构造可以帮助它们在大盐湖湿地环境中生存。



## 4.1.1 生存

**建构一个解释** 根据证据来解释植物和动物具有内部和外部构造, 这些构造可用来支持生存, 生长, 行为和繁殖。强调构造如何帮助生物体在其环境中的生存, 以及动植物的内部和外部构造如何在犹他的不同环境中变化。构造的例子包括在茎上的刺被用来防止被捕食或在鱼身上的鳃帮它在水下呼吸。(LS1.A)



在阅读时, 请观察犹他州环境中植物和动物的内部和外部构造(形状和部位)。然后找到证据证明这些构造如何具备特定功能, 以帮助它们在环境中生存, 成长, 传递其特征或应对环境。

### 生物生存

犹他州的动植物如何在犹他州的独特环境中生存? 动植物通常自然生活在可以生存的地区。物理环境是生物选择居住地的重要因素。生物的自然环境具有它生存所需的一切。动植物喜欢生活在多种环境中。犹他州的动植物的内部和外部构造, 可以让它们应对环境。

植物不像动物。植物无法移动寻找食物。相反地, 它们需要自己制造食物并在原地生存。它们也无法四处寻找伴侣, 因此它们以独特的方式适应成长, 传承特征并在它的环境中生存。它们也帮助周围的动物做上面提到的所有的事情。

### 植物构造

大多数现代植物都有多种构造, 可以帮助它们生存和繁殖。大多数植物的主要构造包括根, 茎和叶。有些植物也有花和种子。

## 根

根是大多数现代植物中的重要器官。根有两种类型。第一种是主要根，主要根向下生长。第二种是次要根。这些根向外分支。植物的所有根部共同构成了植物的根系。

### 两种根系



直根



纤维根

植物的根部有三大主要功能。它们必须吸收水和矿物质，固定并支撑植物，和储存食物。

- 根具有特殊的功能，非常适合从土壤中吸收水分和溶解的矿物质。
- 根系有助于将植物固定在地面上。它们使植物长高而不会倒下。
- 在许多植物中，根系储存叶子产生的食物。

生活在湿地上的植物有香蒲（长叶植物，它坚硬的枝条上长有像猫尾巴的褐色绒毛部分）和芦苇（尖叶植物，成簇在一起，有时有六个刚毛的花朵）。这两种湿地植物生长于浅水土壤中。人们经常看到它们沿着湖泊，河流和沼泽生长。这些高大的植物给生活在湿地中的野生生物提供食物和保护。一些鸟类在这些植物的地面上筑巢，以便躲避它们的天敌。香蒲的根是麝鼠的主要食物来源。



## 茎

茎是让植物直立的器官。它们让植物获得所需的阳光和空气。茎上还会长叶，花，球果和较小的茎。

运输和储存都需要茎。它们将水和矿物质从根传送到叶。有些植物将自己生产的食物储存在茎中（如甘蔗或芦笋）。茎就像植物的电梯。茎可以把食物从植物的顶部移动到植物的底部，反之亦然。没有根与叶之间的这种联系，植物将无法生存。在许多植物中，茎在寒冷或干燥的季节也会储存食物或水。



## 叶（叶子）

叶子不仅是植物生命的关键，而且实际上也是陆地上所有生命的关键。叶子的主要作用是收集阳光。植物需要这阳光制造食物。叶子的大小，形状和它在茎上的排列方式各不相同。你可以在下面图中看到不同类型的叶子。



Moss



Fern



Pine tree



Maple tree



## 不同的植物的叶子



每种类型的叶子都非常适合植物的环境。叶子具有非常重要的功能：

- 叶子吸收阳光，用它制造食物。
- 一些植物用叶子来储存水（仙人掌）或食物（如菠菜或生菜）。

这里有犹他州环境中的一些植物实例，以及它们的构造如何帮助它们和其他动物生存。

- 在犹他州的森林中发现的杜松树，它的针状或鳞片状的叶子一年四季都保持绿色。杜松树永远不会失去叶子。针叶树的针叶消耗的水比落叶树的阔叶消耗的水少。
- 刺梨仙人掌具有多种适应能力，可帮助它在炎热的沙漠栖息地中生存。树叶上有一层厚厚的蜡质覆盖物，有助于把水留在植物体内更久。仙人掌上的针刺可以保护它免受阳光和风的侵袭。
- 鼠尾草是整个犹他州非常普遍的沙漠植物。它长约四英尺高，散发出强烈的气味。鼠尾草被某些动物用来遮荫，保护它们不受捕食者侵害，并被用来作骡鹿，毛毛虫和其他动物的食物。

- 犹他州的州树，白杨树是一种落叶树。 这代表着它们在寒冷或干燥的季节之前掉落叶子，而在春季长出新叶子。 天气转冷时，树叶在掉落于地面以前变成鲜艳的颜色。 它的树干是白色的，树皮上贯穿着灰黑色的标记。 鸟类不仅将白杨用来筑巢，一些动物也把它当成食物。
- 河狸是主要的建造者，它们用长长的前牙啃食白杨树。 它们吃掉最上面的嫩叶，用其余的部分来盖房子。 它们还在房屋底部储存了一些小树，树枝和树条，以帮助它们度过冬季。



## 花

许多植物都有花。 花对植物非常重要：

花制造花粉，而花粉则制造种子，而有种子，新植物才能生长。

- 花通常颜色鲜艳，以吸引鸟类和昆虫为它传播花粉。这些鸟类和昆虫也从其他花中带走花粉。

- 花制造果实和种子。
- 花有很多不同的形状和大小。
- 刺梨仙人掌在春天开粉红色，黄色和橙色的花朵，为蜜蜂和蛾提供花蜜。



## 种子

许多植物制造种子并以不同方式储存种子：

- 储存在水果中，例如在桃子或是橘子中
- 储存在豆荚中，例如在豆类和豌豆中
- 储存在棒状物上，例如玉米和小麦

其他植物则从植物的花朵中生长种子，例如蒲公英或橡树上的橡子。种子对植物非常重要，因为新植物可以从种子中生长出来。这就是它们传递自己特征的方式。



## 动物的基本构造

就像植物一样，动物也具有基本构造。动物的基本构造是：

- 头
- 尾巴
- 身体
- 四肢
- 感觉器官

## 头

大多数动物的身体有一部分被叫做“头”。即使是最小的动物也有其“大脑”所在的部分。在大多数动物中，头具有：

- 大脑（或类似大脑的构造）-无论多小
- 感觉器官（如眼睛和耳朵）

- 杰克兔是犹他州的常见沙漠动物。为了避免在炎热的天气中在太阳下曝晒，杰克兔躲在灌木下或草丛附近。杰克兔用它的大耳朵来做“耳朵调节”，散发全身热量的三分之一。这有助于在炎热的沙漠中保持凉爽。
- 进食构造（如嘴和颚）



## 尾巴

大多数动物的身体后端都有尾巴。尾巴通常是尖的，但也可以有很多其他形状。

让我们看一下尾巴的更多功能。尾巴可以帮助动物：

- 在树木中移动和摆动-例如，猴子。
- 平衡-例如，袋鼠在跳跃的时候用尾巴平衡。
- 杀死猎物-例如，鳄鱼用尾巴缠绕猎物，甩来甩去，把猎物淹死。 蝎子的尾巴通常有毒。
- 游泳-几乎所有鱼都用它们的尾巴来游泳。
  - 六月吸盘鱼是犹他州湖特有的鱼种。它被列为濒危物种。
  - 六月吸盘鱼有什么构造让它可以生活在犹他湖？



- 引导它们的运动-鱼，鲸鱼，海豚，鲨鱼和许多其他动物把它们的尾巴当作一种舵，帮它们引导方向。鸟的尾巴也是非常重要的舵。
- 警告同伴可能有危险-某些鹿将尾巴的白色侧面闪向其他鹿，以警告它们可能有危险。



- 拍打地面-河狸用它强大的尾巴用力地拍打地面。犹他州的河狸还会用它们又宽又扁平的尾巴在游泳的时候转方向，在坐下时支撑身体，并在危险临近时向其他同伴拍水以示警告。
- 保暖-一只小松鼠或狐狸的尾巴像毯子一样把自己包起来以求保暖！
- 赶走苍蝇-牛或马可以甩尾巴以赶走苍蝇。
- 交流-狗用尾巴来表现它们的情绪。如果它们很高兴见到你，它们就会摇尾巴。小偷看到的摇尾巴通常是另外一种摇尾巴，不是这种高兴地摇尾巴。

## 身体

动物还有不同的身体覆盖物-当天气变化时，大多数覆盖物都不会改变。你觉得为什么鸟是被羽毛覆盖而不是鳞片？或为什么鲸鱼的皮肤光滑而厚，而章鱼的皮肤又粘又滑？为什么猫有软又毛茸茸的皮毛，但是鳄鱼的身体却覆盖了像硬骨头般的鳞片？为了生存，动物因为一些原因需要以特殊的方式来覆盖身体：

1. 身体覆盖物用来保护动物的器官，骨骼和肌肉免受环境、恶劣的阳光、碰撞、刮伤和细菌感染的侵害。北极地区的北极熊身上有温暖，毛茸茸的皮毛保护它，就像犰狳和鳄鱼身上有鳞片状的覆盖物保护它们一样。
  - a. 河狸身上有一层厚厚的皮毛，上面含有油腻的油膜，皮肤下有一层脂肪，还有一种特殊的循环系统，可以帮助它们在夏季和冬季保持温暖。



2. 动物需要融入环境中来躲避捕食者或伪装自己来防止猎物看到它们（例如美洲狮）。动物使用伪装的理由有两个：动物使用伪装躲避捕食者。换句话说，它们的伪装可以帮助它们躲避其他吃它们的动物。例如山猫和它的斑点毛皮就是用伪装来躲避猎物。换句话说，当它们狩猎时，伪装可以帮助它们偷袭其他动物而不会被看见。动物用不同的方式来伪装自己。

3. 有些动物的身体覆盖物可以保护它们免受捕食者猎杀。豪猪的身体上覆盖着刺，这些刺是用来防御土狼，山猫和其他捕食者的武器。豪猪受惊时会摇晃身体，而松散的刺会掉下来并刺入攻击者的皮肤里。



Image by Steve Bidmead, pixabay.com, CC0

4. 雄性经常用自己的身体覆盖物吸引雌性的注意力。一只展开着美丽的尾巴羽毛的孔雀或一头有着茂密鬃毛的狮子代表着它们想要吸引雌性。

## 四肢

大多数动物都用四肢移动。动物可以用四肢行走，奔跑，攀爬或游泳。黑猩猩和松鼠等一些动物可以用它们的前肢或上肢来拿物体。河狸的后脚有蹼所以可用来游泳。它的前爪与人类的双手很像，可以用来握住食物，在水坝上工作和挖掘。

动物可能有翅膀，蹼足，触角，鳍，腿，手臂，鳍状肢和又长又滑溜的身体。杰克兔每小时可以跑 35 英里，以逃脱土狼，狐狸和大蛇等捕食者。

## 小结

生活在大盐湖湿地环境中的鸟类：



这些动物如何在如此恶劣的环境中生存？如何比较它们的内部和外部构造？这些构造如何帮助每种鸟在这种恶劣的环境中生长，传承其特征并生存？

读完这一章以后，请你用“大蓝鹭”和“鸥”内部和外部构造，详细说明为什么它们可以在大盐湖湿地环境中生存。



## 1.2 信息 (4.1.2)

---

### 探索这个现象



地松鼠互相交谈吗？

犹因塔地松鼠生活在大型社群中。该物种的成员通常生活在大型社群中，这意味着有很多地松鼠生活在一起。它们的自然天敌是吃小动物的土狼。

在土狼太靠近地下洞穴之前，地松鼠们开始互相大声聊天，警告大家躲起来！

地松鼠为什么要这么做？它们怎么知道土狼会伤害它们？它们如何将危险信息传达给其他地松鼠？

使用这一章来帮助你建立一个系统模型，来描述地松鼠如何感觉到土狼就在附近。使用模型来描述它如何警告自己的社群。

## 4.1.2 信息

**建立并使用一个系统模型** 来描述动物如何通过它的感官从环境中接收不同类型的信息，如何在脑中处理信息以及如何对应对信息。强调动物如何利用它们的知觉和记忆来指导它们的行动。例子可以包括解释动物如何感知然后对环境的不同方面(例如声音, 温度或气味)做出反应的模型。(LS1.D)

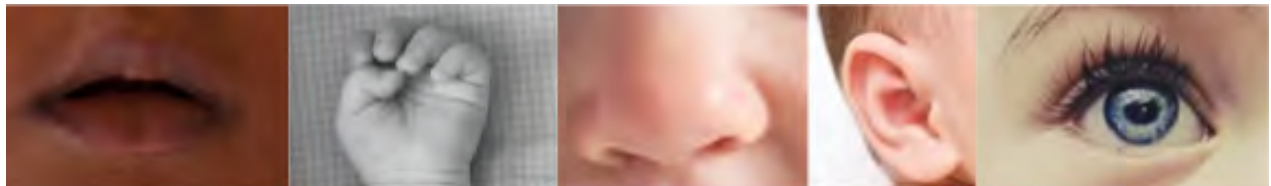


在这一章中, 重点在于介绍动物如何使用系统接收、处理和储存信息来应对环境。指出这些系统如何帮助这些动物生存。

### 感觉信息

动物(包括人类)能够以多种不同方式对环境做出反应。我们在上一章中学到了一些方法, 但是它们也可以运用自己的感官来帮助它们应对周围的世界。你能说出五种感官感觉吗?

味觉, 触觉, 听觉, 嗅觉和视觉。你是否知道某些动物的感



*Adapted from images on pixabay.com, CC0*

官感觉比人类的感官感觉要好得多。例如, 狗可以感知事物并以此帮助人类。

- 嗅探犬帮助我们找到被困在建筑物瓦砾, 泥石流或雪中的人, 并告诉救援人员遇难者在哪里。这些狗还能闻到毒品或炸弹的气味, 并向警察提供警示。
- 老鹰, 秃鹰, 鹰和其他猛禽的眼睛极为敏锐, 因为它们必须从很远的地方看到小啮齿动物(像是小老鼠)。
- 大象, 猫和狗可以听到人耳无法听到的声音。



Image by twinkl, 2019, 2020, 2021, 2022, CC-BY



Adapted from image by Gundula Vogel on pixabay.com, CC0

- 蝙蝠，海豚和一些鲸鱼使用一种特殊的感官，即回声定位。它们发出特殊的声波，可以在很远的地方找到可能被音波撞到的猎物或物体。
- 蝴蝶，蜜蜂和蚯蚓还有另一种特殊的感官，称为化学感受器-它们透过皮肤或脚来感觉。
- 像是蚂蚁，蟑螂或小龙虾之类的动物具有特殊的感官感受器，它们可以感应到几英里之外正在移动的物体！



人类的孩子通过使用他们的感官来学习和回应周围的世界。这个小孩在玩沙子。他正在运用他的感官，并透过游戏学习世界。你认为他可能正在使用什么感官？你认为他正在学习了解自己的环境吗？在沙盒中玩耍对于年幼的孩子来说很有趣。它还可以帮助他们学习这个世界。

## 什么身体系统可以帮助你学习？

当这些女孩在学习时，同时有很多事情也正在发生。她们的眼睛必须看到这些单词。然后，她们的大脑必须弄清楚单词的意思。大脑还必须储存传入的信息。这些信息以后可能会被需要，然后在需要的时候再被取回使用。所有的这些过程都是由神经系统控制的。



Image by klimkin, pixabay.com, CC0

## 神经系统的介绍

蜜雪儿正骑着她的电动车。她在路面撞上了一个洞，她开始失去了对电动车的控制。她以为自己会跌倒。转眼间，她转移了重心。这种迅速的行为帮助她保持了平衡。她的心跳得很快。好消息是她没有受伤。她怎么能这么快做出反应？蜜雪儿可以感谢她的神经系统。在骑电动车时想要保持平衡需要控制身体肌肉。神经系统控制肌肉来做到保持平衡。



神经系统不仅控制肌肉和平衡。神经系统还可以让你感知周围的世界。你认为它控制什么类型的事情？

- 感测身体内部的状况，例如温度
- 控制你的体内系统和保持平衡
- 让身体为打架或逃跑做准备
- 使用语言，思考，学习和记忆

神经系统的主要器官是大脑和脊髓。它们将信号传递到身体的其他部位。神经系统发出的信息透过神经传达出去。就像透过电线传输的电一样。神经迅速将电信息传递到身体周围。信号通过脊髓传播到大脑。信号沿着这个路径来回传播。

例如，想想当蜜雪儿开始从电动车上摔下来时会发生什么。她的神经系统感觉到有事发



生了。她意识到自己正在失去平衡。她的大脑立即向肌肉发送了信息。一些肌肉收紧而其他则放松。这些动作也移动了她的臀部和手臂。所有的这些动作一起帮助她保持了平衡，并且没有受伤。神经系统与你的肌肉和骨骼一起合作。所有的身体系统一起合作，使我们活下去。没有它们，我们将无法生存。这包括肌肉和骨骼系统。这些系统一起使得蜜雪儿能够做出反应。因为这些原因，蜜雪儿的身体又恢复了平衡，而她没有受伤。

## 感官

感官也是神经系统的一部分，包括多个感觉器官-眼睛，耳朵，嘴巴，鼻子和皮肤。每个感觉器官都有特殊的受体，这些受体使我们做出反应以帮助我们生存。例如，鼻子具有对化学物质做出反应的受体，这就是我们知道的气味。味道和气味都是感知化学物质的能力。像其他感官的受体一样，味道和气味的受体都向大脑发送神经脉冲，大脑“告诉”我们正在品尝或闻到的东西。然后，我们可以回应这个信息。

触摸是感知压力的能力。压力接收器主要存在于皮肤中。一些触摸接收器会感觉到温度或疼痛的差异。回想一下你还是个小孩的时候，有没有碰过火炉？你的皮肤感觉到



高温和疼痛，并告诉你的大脑，你能够使用神经，肌肉和骨骼系统做出反应，快速地把手拿开，并希望不会被烫伤！



Image by PDFPhotos, pixabay.com, CC0

听力是感知声波的能力，而耳朵是感知声音的器官。耳朵将信息发送到大脑。大脑分析接收到的信息，然后“告诉”我们所听到的信息。视力是感知光的能力，而眼睛是感知光的器官。眼睛向大脑发送信息。大脑分析信息然后“告诉”我们所见的东西。

如果蜜雪儿能够看见路面上的洞，或者如果她听到有人大喊警告她那里有个洞，她或许可以完全避免！视觉和声音可以帮助我们应对周围的环境。你能想一个自己在生活中视觉或声音帮助你应对环境的例子吗？



## 小结

---



地松鼠互相交谈吗？

地松鼠为什么要这么做？ 它们怎么知道土狼会伤害它们？ 它们如何将危险信息传达给其他地松鼠？

建立一个系统模型来描述地松鼠如何感觉到土狼就在附近。 使用模型来描述它如何警告自己的社群环境。



## 1.3 随着时间推移而来的变化 (4.1.3)

---

### 探索这个现象

你的家人在犹他州的沙漠中郊游时，看到了一些贝壳化石。这怎么可能？几英里内都没有水。为什么？



为什么我们会在犹他州的沙漠中找到海洋生物的化石？

1. 写下你的想法/问题。

利用本章中的数据和图表来收集证据并分析我们犹他州环境的稳定性和变化。

## 4.1.3 随着时间的推移而来的变化

**分析和解释**来自化石的**数据**，提供证据，用来证明很久以前生物和环境的稳定性和变化。强调利用化石的构造来推断古代生物。化石和环境的范例可以包括在海洋环境的三叶虫和马蹄蟹的比较，或者使用化石足迹来确定恐龙的大小。(LS4.A)



在本章中，你将看到化石如何教会我们古代生物如何在环境中生活和生存。将化石与当今的生物和环境进行比较，找到任何变化的证据。分析你找到的数据，来了解数百万年后曾经稳定的环境发生了什么变化。

### 化石能告诉我们过去发生了什么？

你喜欢神秘的事情吗？如果你喜欢，那么你就会喜欢学习化石-古代生物的遗骸或证据。



Image shared by Smithsonian Institute, <https://flic.kr/p/69wehv>, public domain



Pixabay.com, CC0

这是人们寻找化石的旧照片。这些人正在劈开一块叫做页岩的岩石。他们正在岩石中寻找化石。页岩层裂开了，不时地露出岩石中叶子或动物的形状的化石。

化石提供了地球历史的线索。化石提供了重要的证据，以助于确定史前什么时候发生什么事。化石可以相互比较，也可以与现今的生物进行比较。例如，找到生物的化石可以帮助科学家弄清楚它过去的样子，并把它与现今的生物进行比较。这个信息可以用来预测过去环境。

这是一张看起来跟现在的贝壳非常相似的海洋化石的图片。



科学家如何利用化石来了解地球历史？对于可追溯到数千年前的近代历史，我们已经在书里记录了很多信息。这意味着我们可以阅读很久以前的人们在特定时期内写的内容。但是，没有人能在几百万年前实际记录下发生了什么。

科学家必须使用其他方式来找出数百万年前地球上生活的样子。为了这个，科学家使用化石。化石实际上是我们对于古代历史最有价值的信息来源！

化石可以教导我们很多东西。通过研究动植物的化石，科学家还可以收集有关这些生物如何生长，它们的饮食，环境，气候以及如何相互影响的信息。



霸王龙的骨头，告诉我们它是一只非常非常巨大的动物！坚硬的足迹可以告诉我们有关史前动物的许多信息。史前动物是指在历史被记录下来以前的一段时间里面生存的动物。



Image by Adolfo Beato (adolfo-art), pixabay.com, CC0



Image by Alain Bosc, pixabay.com, CC0

足迹可以告诉我们它的重量，它的大小，甚至它疾行的速度！

科学家将各种化石进行比较，从而了解它们是否属于某个生物家族。如果找不到和它匹配的生物，就可能发现了很久以前存在的未知的生物。

科学家们还想要看他们发现的化石是否跟现在存在的任何一种生物一样。他们比较化石的形状，大小和构造，看它们是不是能跟现在有的任何一种生物对上。利用这些信息，他们试着了解物种在数百万年间是如何变化的。

例如，三叶虫，一种灭绝的海洋贝类，可能是犹他州最常见的化石。它们的大小从十分钱到一个晚餐的盘子不等。



Image of extinct trilobite fossil by WikiMediaCommons, pinatoy.com, CC0

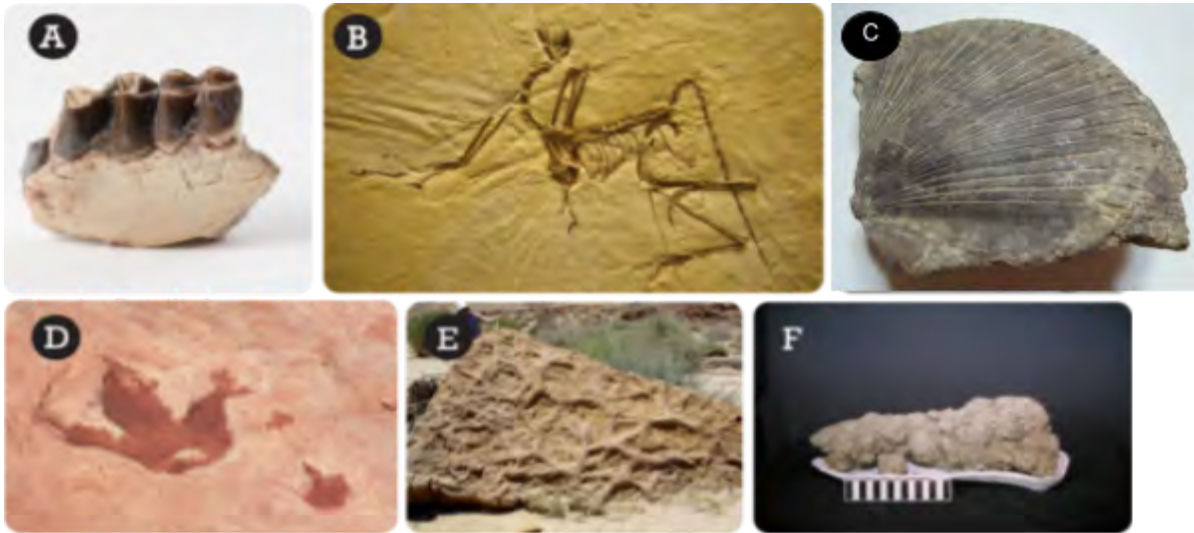
把这种灭绝物种与现在海洋中发现的一种生物-马蹄蟹做比较，科学家发现了许多相似的地方。



Images by Goodfreephotos.com (left) and annquassarano (right), pixabay.com, CC0

你注意到什么变化？当你把这两个物种做比较的时候，你会想到什么问题？

几千年来，人们发现了化石。这些化石引起了关于地球过去的许多问题。这些生物如何生活？它们生活在哪种类型的世界中？化石可以告诉我们很多有关地球的历史。在上面的图片里我们可以看到各种化石类型。保留的遗物：(A) 牛的牙齿，(B) 埋在



岩石中几乎完整的恐龙骨骼，(C) 保留在岩石中的贝壳。保存的痕迹：(D) 泥泞中的恐龙踪迹，(E) 岩石中的化石动物洞穴，(F) 来自加拿大食肉恐龙的化石粪便。

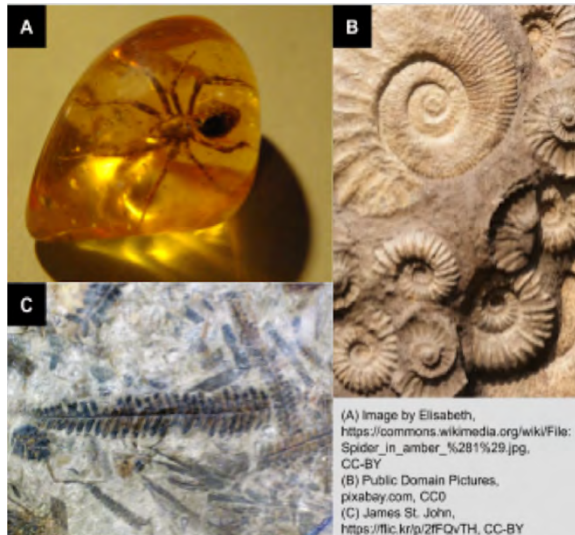
## 为什么石化现象很稀有？

为了形成化石，各种条件必须恰到好处。生物不太可能成为化石。为什么没有许多死去的生物变成化石？

许多生物的柔软残骸被其他动物吃掉。昆虫也可能会分解这些残留物。其他的残留物也可能被环境中的元素分解。

生物的硬质部分比软质部分更容易形成化石。即使是动物的坚硬部分也不太可能变成化石。从细菌到水母的软质生物化石更是非常罕见。

在很久以前很多生物生活在地球上。其中只有极少数成为了化石。尽管如此，科学家还是从化石中学到了很多有关过去生物的信息。化石为我们研究地球生命史提供了最好线索。



(A)这只蜘蛛看起来和它在数百万年前死亡的那一天一样！(B)这些贝壳化石是在岩石中发现的。(C)这些蕨类植物被石化了。

化石提供了有关地球生命的证据。它们告诉我们地球上的生命已经随着时间而改变。在年轻的岩石中的化石看起来就像活在现在的动植物。老岩石中的化石看起来不太像现有的生物。

化石可以告诉我们生物体曾经生活的地方。是土地还是海洋？化石甚至可以告诉我们海洋的水是浅还是深。化石甚至可以为我们提供古代气候的线索。

## 化石的环境

化石不止为我们提供了过去重大地质事件的线索，也可以提供过去环境的线索。

在地球最高的山顶上有海洋动物化石!?! 很难相信吧? 但这是事实。这些化石是在珠穆朗玛峰的山顶上被发现的。而珠穆朗玛峰是地球上最高的山峰。这些化石显示这整个区域曾经在海底。这就说明珠穆朗玛峰被抬高了。实际上, 整个喜马拉雅山脉都被抬高过。它是由于两大洲的相互碰撞而被迫上升的。

有人在南极洲发现了植物化石。现在的南极洲几乎完全被冰覆盖。南极洲没有植物生长。因为化石而证明了这里曾经有植物的存在。这也意味着南极洲曾经比现在温暖。这些化石告诉我们南极洲过去的气候。



Image by National Park Service, public domain

我们可以从怀俄明州沙漠中发现的鱼类化石提供的线索中学到什么?

现在, 就像一位伟大的侦探一样, 我们需要借鉴地球历史上的这些线索, 并用它们来推论犹他州的过去。

犹他州很久以前的环境与现在十分不同。

## 史前的环境

利用在犹他州各地发现的化石, 我们可以推论出犹他州的环境是如何随着时间变化的。

我们可以推断出犹他州的大部分地区曾经被浅海覆盖。我们可以确定这一点是因为在犹他州发现了许多海洋生物的化石, 包括三叶虫。在犹他州也发现过珊瑚的化石, 而珊瑚只生活在温暖的浅水域中。

恐龙化石和煤田帮助我们推断出犹他州的部分地区曾经是热带地区, 非常炎热潮湿。这些是适合恐龙生活的条件。恐龙不能生活在当今干燥的环境中。所有这些证据被放到以下的犹他州化石环境信息图中。



化石还帮助我们推断出恐龙和其他生物灭绝的原因。化石告诉我们，整个物种的生物都已大规模灭绝或失去。大约**6500**万年前，恐龙和一半以上的史前动植物物种灭绝了。关于造成灭绝的原因有几种看法。所有这些看法都是基于化石提供的证据。

# Fossil Environments in Utah

by Carole McCalla



★ Stars indicate fossil locations (below) and age (above).

**SALT LAKE CITY**

Approximately 510 million years ago (mya), during the Cambrian Period, trilobites thrived in the seas that covered western Utah. Trilobites are an extinct class of arthropods. Modern day arthropods include insects, crabs, and spiders. These fossils can be found scattered across western Utah, particularly the House Range in Millard County.

**SLC**

Horn corals were abundant during the Mississippian (~340 mya). During this time, Utah was almost completely covered by a shallow sea. Horn corals are an extinct order of coral known as Rugosa. Abundant horn coral fossils can be found in the Confusion Range in Millard County.

**SLC**

During the Triassic Period (~215 mya), central Utah was a transition zone between river flood plains to the southeast and seas to the northwest. Abundant fresh-water deposits yield the fossil remains of primitive fish.


**SLC**

Dinosaurs roamed through Utah during the Jurassic Period, leaving behind footprints in the soft sediments. At the beginning of the Jurassic (~200 mya), Utah was covered by a vast sand dune desert with inter-dune oases. Dinosaur tracks can be found in many areas, including the Moenave Sandstone at the Johnson Farm's tracksite near St. George in Washington County.


**SLC**

During the Middle Jurassic (~170 mya) a shallow sea extended into Utah from the north and left many fossils, particularly the five-sided *Isocrinus*. Crinoids are still alive today in the seas of the world and are commonly known as sea lilies.


UGS publication PI-93, Courtesy of the Utah Geological Survey



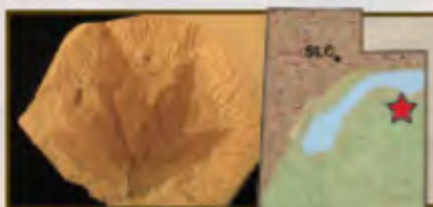
A broad coastal plain covered most of Utah during the Late Jurassic (~150 mya). Forests and lakes provided habitat for dinosaurs such as the Utah state fossil, *Allosaurus*, which dominated the land. *Allosaurus* was a meat-eating dinosaur that walked on two legs.




Petrified wood from the abundant forests that covered Utah during the Late Jurassic (~145 mya) can be found at Escalante Petrified Forest State Park in southern Utah.



During the Cretaceous (~90 mya), Utah was covered by river plains and coal-forming swamps and an interior seaway to the east. Coal (fossilized plant remains) is Utah's most abundant fossil and can be found throughout central and eastern Utah. The fossilized remains of ammonites can be found in shales that were deposited in the seaway that covered eastern Utah during this time. Ammonites are an extinct group of cephalopods. Ammonites' closest living relatives are the octopus, squid, cuttlefish, and nautilus.



Lush forests and a huge freshwater lake covered part of Utah during the early Tertiary (~50 mya). Plant fossils can be found throughout central and northern Utah in sedimentary rocks of this age.



Several times during the Quaternary (~1.8 mya – 15,000 ya), Utah was covered by glaciers. Ice Age mammals, such as the mammoth, roamed throughout Utah. The photo shows a mammoth tusk that was found near Fillmore, Utah in Lake Bonneville deposits from about the time of the latest glacial event about 15,000 years ago.

## 小结

你的家人在犹他州的沙漠中郊游时，看到了一些贝壳化石。这怎么可能？几英里内都没有水。



分析了上一章中的数据，你对犹他州的环境有什么解释？

- 为什么我们会在犹他州的沙漠中找到海洋生物的化石？
- 我们从犹他州长期以来的环境变化学到了什么吗？
- 跟现在的犹他州相比，远古时期的犹他州的环境是什么样子？

## 1.4 随着时间推移而来的变化的证据(4.1.4)

---

探索这个现象



你的家人决定要去大杨木峡谷郊游。当你开车上峡谷时，你的弟弟突然大喊：“为什么在那块岩石上有大凹痕？”你的家人决定停下来看个仔细。你妈妈认为它们看起来更像波纹而不是凹痕。你觉得呢？

我们如何解释这些凹痕或波纹的图案模式？

我们怎么使用这些图案模式做为证据来解释造成这些图案模式的环境？

## 4.1.4 随着时间推移而来的变化的证据

根据岩石层中的规则模型和在这些层中发现的化石，从证据中**进行论证**，来支持环境随时间而产生变化的解释。强调化石与过去环境之间的关系。例子有在北极地区发现的热带植物化石和在有陆地植物化石的岩石层上方发现的含有海洋贝壳化石的岩石层。(ESS1.C)



你将在这一章中观察岩石层并找到规则模型。透过在提供的数据中找出规则模型，我们可以使用论据来说明环境已经随着时间而改变。

### 化石

化石告诉我们地球上的生命已经改变。化石告诉我们过去的环境是什么。我们可以找出世界上哪些地区过去曾经比现在更冷或更热。我们知道河流，湖泊或海洋曾经存在过的地方。一块波浪状波纹的砂岩让我们知道海滩以前曾经在这里。我们可以找到一些动植物曾经存在的时间还有它们怎么生活和怎么死亡。化石为地球留下记录。但不是所有记录都容易读懂。有些可能已经丢失，有些可能不完整，但它们仍然可以告诉我们过去发生的事情和地球为什么是现在的样子。作为侦探，我们要查看这些线索，将各个片段拼凑在一起，并推断过去发生了什么。

每块岩石都有一个独特的故事。就像侦探把犯罪现场的线索拼凑在一起以决定可能发生过什么事情一样，地质学家也利用沉积岩中的线索来决定岩石形成的环境类型。沉积岩拥有许多特征，可提供有关过去的气候，过去的生活形式和古代地理的重要信息。

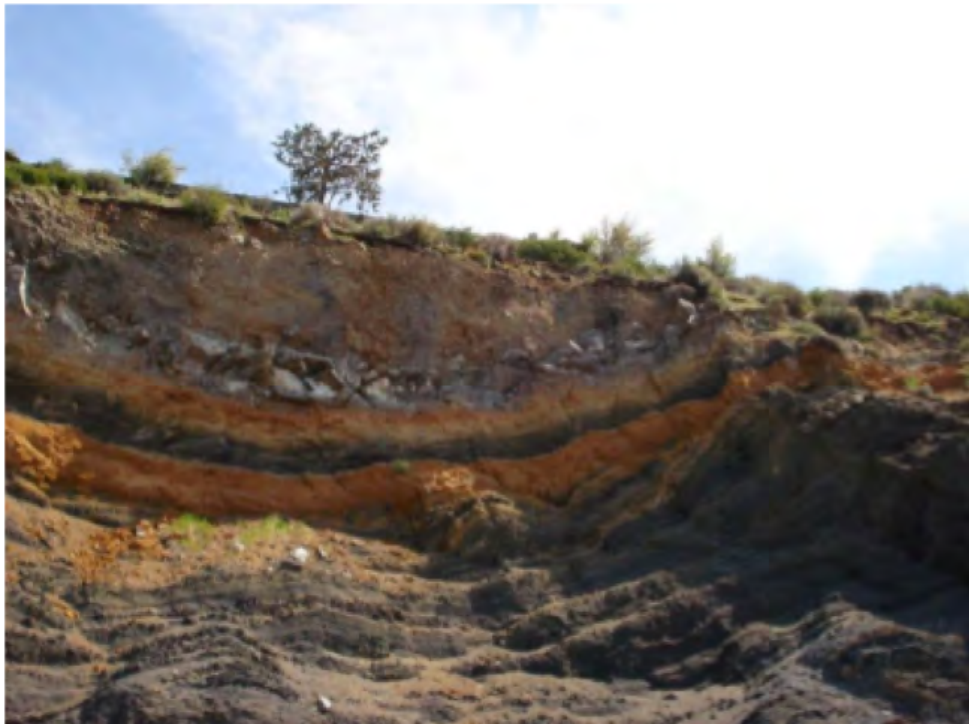
### 沉积物

当沙粒聚集在一起时，它们会形成沉积物。随着时间的流逝，新的泥沙层会沉积在先前的层上。在很长的一段时间内，这些沉积物被压实和硬化，成为沉积岩。这是因为沙粒粘在一起，而其他沉重的沉积物压在沙粒上。

沉积物彼此叠置。我们实际上可以在沉积岩中看到这些层次，有时它们是不一样的颜色。在下面的图片中你可以找到沉积物。



你能在这块沉积岩中看到不一样颜色的层次吗？





请看这块叫做页岩的沉积岩中的层次。



请看这块在大峡谷中的沉积岩的层次。

岩石中的大小，形状和不同的材料可以显示出水，风或冰川移动沉积物的能量，和沉积物的运送时间或距离。例如，岩石中的泥裂缝的形成必须是湿粘土暂时暴露在空气中然后变干燥，或者岩石中的波纹痕迹可以告诉我们水流的移动方向，这是河流，沙滩沉积物和潮汐区的典型特征。

岩石中的化石，痕迹和洞穴痕迹还可以告诉我们岩石的年龄或该层沉积物的特定生命形式和气候条件。

由于沉积物通常是分层沉积的，因此每一层都可以显现出一些详细的组成情况，例如当时的水的状况的轻微变化甚至是季节性变化都会影响每一层的组成。大杨木峡谷中有古代沙滩留下来的波纹痕迹和泥裂缝。

引用一个地质学家的座右铭，“现在是过去的关键”，地质学家可以确定一个地区过去各个时期可能的状况。

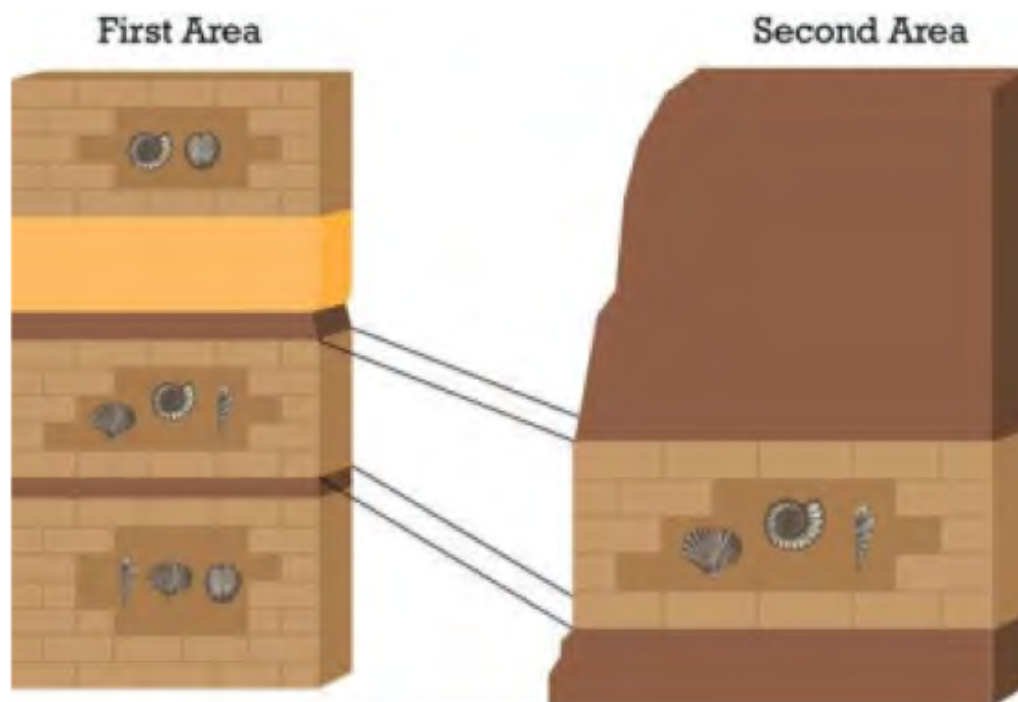


有一些地质学家研究地球的历史。他们想了解地球过去。他们利用岩石和化石的线索来弄明白发生了什么事。他们的目标是想将事物按发生的顺序进行排列。他们还想知道这些事发生需要多长时间。

就研究岩石层来说，借由观察岩石层可以学到很多东西。科学家可以了解过去的环境。透过化石，他们可以了解曾经在这个地区生活过的动植物。如果他们知道某个地区生活过哪种植物或动物，他们将对当地气候的类型有良好的了解。化石证据可以告诉他们这个地区曾经是陆地还是海洋。

## 指标化石

化石可以用来配对岩石层。随着生物因时间而变化，它们看起来也有所不同。较老的化石看起来跟较年轻的化石不同。一些生物在灭绝之前只存活了短暂的时间。我们如果知道什么生物生活在什么时间可以帮助确认岩石层的年代。某些化石在这方面比其他化石有用。这种在地球历史中非常突出的化石成为指标化石。指标化石通常用来配对岩石层。你可以在右图中看到如何使用指标化石。如果两个岩石层含有相同的指标化石，那么它们大概在相同的年代。





岩石的位置也可以让我们学到很多东西。我们知道上面的岩石总是比下面的岩石年轻。了解岩石的年代对科学家来说非常重要。由于新的岩石层总是沉积在已存在岩石层的上面，因此我们知道，较深的岩石层必定比靠近表面的岩石层更老。

岩石层延伸到各个侧边。它们可能会覆盖很大的区域。尤其是当它们古代海底形成的时候。海洋是很大的水域。随着时间的流逝，沉积物会在海床上积聚。它们会被相同类型的物质

覆盖。这些沉积物将会形成一样类型的岩石。随着地球板块的移动，岩石可能会被推挤出水面。河流最后可能横穿这个地区。这条河将会切入岩石，侵蚀岩石。最后，河流两岸裸露的岩石层仍将被“配对”成功。

大峡谷就是一个很好的例子。你可以清楚地看到峡谷对面两侧有相同的岩石层。匹配的岩石层同时沉积。它们也来自同一年代。



## 配对岩石层

像大峡谷照片一样，我们可以很容易地在河流两侧来配对岩石层。可是，配对岩石层并不总是很容易的事。有时，岩石层不在同一地方。它们可能在不同的大陆。那么在这种情况下我们如何配对岩石层呢？我们可以使用哪些证据来配对岩石层呢？

## 广大范围的岩石层

有一些岩石层涵盖了非常大的区域。它们甚至可能出现在多个大陆上。例如，英格兰东南部的海岸上著名的多佛白崖（**White Cliffs of Dover**）。这些是非常独特的岩石。它们可以与法国，比利时，荷兰，德国和丹麦的类似白色悬崖相配对（请参见下图）。为什么这对我们很重要？事实证明，这些悬崖是白垩形成的。白垩是一种非常柔软的岩石。这块岩石从英格兰一直延伸到欧洲。它在英吉利海峡下延伸。因为它质地柔软，所以连接英格兰和法国的海峡隧道得以穿凿而成！



## 小结

---



你的家人决定要去大杨木峡谷郊游。当你开车上峡谷时，你的弟弟突然大喊：“为什么在那块岩石上有大凹痕？”你的家人决定停下来看个仔细。你妈妈认为它们看起来更像波纹而不是凹痕。你觉得呢？

我们如何解释这些凹痕或波纹的图案模式？这一章中是否有任何证据可以解释这一点？

我们如何使用这些图案模式带来的证据来解释造成这些图案模式的环境？

# 第二章

---

## 第二部分: 能量的转移

### 章节大纲

2.1 速度和能量 (4.2.1)

2.2 碰撞 (4.2.2)

2.3 能量转移 (4.2.3)

2.4 能量转换 (4.2.4)



Image by Skeeze, pixabay.com, CC0

只要有移动的物体，声音，光或热，能量就会存在。一个物体运动的速度越快，它拥有的能量就越大。

当物体碰撞时，能量可以从一个物体转移到另一物体，因为这样而导致物体的运动发生变化。

能量也可以通过电流，热，声音或光从一个地方转移到另一个地方。人类可以设计一些设备来转换能量。

## 2.1 速度和能量 (4.2.1)

---

探索这个现象



你正在看棒球比赛，正帮你的主队欢呼着！当你最喜欢的球员打出了一支全垒打，你看到球飞得又高又远，飞过了后围栏。哇！但是下一次他击球时，他只打了短打，球只滚出了短短几英尺。什么改变了？

使用这一章中的信息来解释导致球以不同速度行进的原因。

## 4.2.1 速度和能量

**建构一个解释** 来描述物体的速度和物体的能量之间的因果关系。强调速度和能量之间的关系，例如快，慢，强或弱。范例可能包括：用力踢的球比用轻轻踢的球拥有更多的能量，而且行进的距离更远。(PS3.A)



一个物体移动得越快，它所拥有的能量就越大。在这一章中，你们将观察速度和能量之间的关系。用你的证据来解释或支持物体速度跟它的能量之间的因果关系。

### 能量和速度

你看过年幼的孩子吗？如果你看过，你可能会注意到年幼的孩子非常活跃。他们似乎一直在活动。我们甚至很难跟得上他们。这个能让他们快速活动的能力从哪里来的？换句话说，孩子们精力充沛，有很多能量。但是什么是能量？



## 为能量下定义

能量是可以工作的能力。换一种说法，就是可以引起变化的能力。工作完成后，能量就被转移了。这种转移发生在一个物体和另一个物体之间。例如，打击手挥舞球棒并传递能量。她把她的能量转移到球棒上。移动的球棒又把能量转移到球上。



有能量的事物可以工作，它们可以引起变化。其中一种它可能引起的变化是运动。

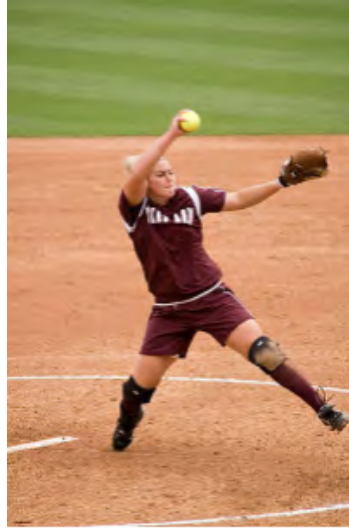
下图中的所有照片有什么共同点？照片里的全部事物都在移动。任何移动的东西都有能量。例如，照片中的锤子正在工作。它正在把钉子锤进木板里。换句话说，锤子有能量并且透过移动钉子而引起改变。钉子的运动是锤子中能量造成的结果。





每当运动发生变化时，就有能量。运动物体中的能量的多少取决于它的质量和速度。质量越大，速度越快的物体具有越多的能量。

速度是运动的一个很重要的方面。它被用来衡量物体运动得快或慢。你打过垒球吗？你可能已经发现，当球被慢慢地抛向你的时候，比较容易被打到。这只是其中一种垒球。快速垒球又是另一个全新的运动。球没有被缓慢地丢向你。相反地，它的速度几乎与棒球一样快。球的速度让你很难击中它。



另一个我们熟悉的例子是汽车的速度。在美国，汽车的速度通常以每小时的英里数来表示。想一想你和你的家人搭车旅行的经验，车开得快还是慢？汽车的速度会因为速度限制，交通和交通灯造成变化。你开车开得越快，汽车就有越多的能量。开得越慢，汽车就有越少的能量。例如，你可能在高速公路上开每小时 65 英里。汽车会有较多的能量，因为速度比较快。在市区里，你可能只开每小时 20英里，所以能量就会比较少。你可能甚至要停车，因为遇到了红灯，或是慢下来，因为你要转弯。当你要超车的时候，你要加快速度。汽车的速度越慢，能量就越少；汽车的速度越快，能量就越多。





你踢球也可能会改变球的速度。球受到重击后，速度可能会变快，而被轻轻地踢之后，速度可能会变慢。

速度会影响什么物体可以被移动。如果水流得非常缓慢，它可以移动小物体。如果水流得很快，你认为会发生什么事？是的，水可以移动大的物体。为什么会这样？缓慢流动的水只有极小的能量。快速流动的水有更多的能量。能量的多少很重要。移动重物需要更多的能量。



风可以做一样的事情。当风缓缓吹来的时候，它可以移动少量的物质。当它快速移动的时候，它可以移动更多的物质。风可以移动很多东西。看看学校前面的旗子。它会在平静的那一天垂挂下来。当微风吹来，它会沙沙作响。因为微风的能量很小，所以旗子不会移动太多。但是，如果吹起狂风，旗子会从桅杆上直飞。因为强风的能量很大，所以旗子会大幅移动。

## 小结

---



(Left) Image by Keith Johnston (KeithJJ), pixabay.com, CC0  
(Right) Image by Skeeze, pixabay.com, CC0

让我们再想想。打击手用球棒做了什么不同的动作，造成球快速移动？ 如果他要球移动地慢一点，他要用什么方法击球？ 是什么造成球用不同的速度运动？

## 2.2 碰撞 (4.2.2)

---

探索这个现象



Image by gregkorg, pixabay.com, CC0

当我们在打台球时，一局球赛的第一球称为“破球”。在台球桌上，照着固定位置排好的色球跟母球相互碰撞，然后分散到桌面各个地方。



Image by Skeeze, pixabay.com, CC0

在你观察了台球桌上的球四处移动之后，想一想，（之前和之后到底）产生了什么变化？是什么让色球在台球桌上快速地向各个方向移动？

## 4.2.2 碰撞

**问问题和观察** 针对物体相互碰撞之后产生的改变进行提问和观察。强调当物体碰撞时能量会转移，并可能转换为不同形式的能量。例如，一个运动的球和另一个运动的球碰撞时的速度变化，或玩具车撞上墙壁时的能量转移。(PS3.B, PS3.C)



什么会引起能量改变？观察两个物体碰撞时发生的变化。使用这一章中的例子做物体能量变化的提问。例如，速度或运动的变化怎么改变一个物体的能量？

### 能量的转换

当跳水员跳下跳水板时，发生了什么事？他的能量会随着他的落下而改变。换句话说，他落下的速度越来越快，直到入水为止。这些能量的变化就是能量转换的例子。能量可以从一种形式转换为另一种形式。它也可以从一个物体转移到另一个物体。在碰撞中，你知道能量会发生改变或转换，因为它的运动发生了变化。



Image by emirkasnic, pixabay.com, CC0

当我掉了一颗鸡蛋在地上，会发生什么事？

为什么鸡蛋会破？

刚刚鸡蛋在移动，所以它有能量，但是当鸡蛋和地板碰撞时，鸡蛋把它的能量转移到地板上。随后，因为鸡蛋没了能量，它的运动就停止了。

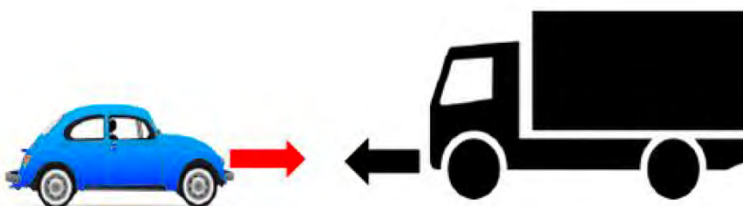
在车祸发生时，还发生了什么？当汽车以时速 35 英里的速度行驶时，驾驶员也以时速 35 英里的速度移动。要让汽车停下，在车内的驾驶员必须尽其所能平稳地把速度减低至每小时零英里。否则，车祸的结果会像是把一个人的身体以时速 35 英里的速度向砖墙上猛抛去……哎呀！碰撞引起的速度变化表现了能量的转移或变化。



Images by (left) Cken-Free-Vector-Images and (right) OpenClipart-Vectors, pixabay.com, CC0

当我们用一只手举起篮球时，这个动作充满了能量。现在举起一个乒乓球。举起乒乓球所需的能量远远少于举起篮球所需的能量。那是因为篮球的质量比较大。

质量是一个物体含有多少物质。质量较大的物体需要较多的能量来移动，转向和停止。我们透过称重来测量物体的质量。



大卡车的质量比小汽车多。如果它们发生碰撞，你觉得会发生什么事？卡车有更大的质量，所以它可能会继续向前运动。小汽车由于质量较少，会被往回推或被推向侧边。这就是随着速度或运动的变化，而能量会发生转移。

你可以用两个大小不一的球互相碰撞来试试，例如篮球和乒乓球。因为大的球有较多的质量，乒乓球会被篮球的能量往回推或推开。大球比小球有更多的能量。你还可以试试以下的碰撞实验：

- 有一样质量的两个球。
- 大玩具车撞小玩具车的侧面。
- 有一样质量的两辆玩具车。
- 你还可以想到其他的例子吗？

## 小结

---



Image by gregkorg, pixabay.com, CC0

当我们在打台球时，一局球赛的第一球称为“破球”。在台球桌上，照着固定位置排好的色球跟母球相互碰撞，然后分散到桌面各个地方。



Image by Skeeze, pixabay.com, CC0

在你观察了台球桌里的球四处移动之后，想一想，（之前和之后到底）产生了什么变化？是什么让色球在台球桌里快速地向各个方向移动？



## 2.3 能量转移 (4.2.3)

---

探索这个现象



这个男子正在弹电吉他。他熟练地弹奏着吉他的弦。音乐的声音使人群兴奋不已。明亮的舞台灯光增添了兴奋感。可是，灯光也会使音乐家感到不舒服。舞台上真的会很热。

你知道为什么吗？

你在图片中观察到有什么能量？你可以在这张图片中辨识出多少种能量的形式？在这一章中，你将会从观察中收集证据，然后用这些证据计划和调查能量怎么从一个地方转移到另一个地方。

## 4.2.3 能量转移

**计划和调查** 从观察中收集证据, 证明能量可以经由声音, 光, 热和电流从一个地方转移到另一个地方。 例子可能包括声音造成物体振动以及电流可以用来产生运动或光。  
(PS3.A, PS3.B)



能量可以用不同的方式在物体之间转移。 使用这一章作为计划能源调查的工具。 计划如何使用最合适的方法来收集证据, 证明能量可以做什么、和能量怎么变化。

### 能量

每当任何事情发生时, 能量都会从一个部分转移到另一个部分。 人, 机器和电器设备需要能量的输入才能工作。 它们也会输出有用的能量。

让我们来看看一些例子。

#### 例子 一:

一个女孩正在参加跑步比赛。 为了让女孩有运动的能量, 她需要从某个地方得到能量。 她的输入能量是她从吃的食物中得到的能量。 借由跑步, 她以运动能量和热量的形式释放能量。



### 例子二:

电视需要插上电才能工作。电视需要能量才能工作。 当我们在看电视时，电是输入的能量，光和声音是输出的能量。



### 例子三:

除非有电池，否则即使打开手电筒，手电筒也不能工作。 让手电筒工作的输入能量来自电池中的能量，而这能量已被变成为电。 手电筒的输出能量是光和热。



## 机器和电器

我们在生活中使用许多电器设备。 这些机器和电器需要输入能量才能工作。 这输入能量通常是电力。 输出能量（电器或机器可完成的工作）对我们很有用。

下面是不同电器的图片。每个都有输入能量（电）和输出能量，这些输出能量以不同形式被转移到周围环境，例如热量，声音，光或运动。

- 1.看看每个图片，它会把输出能量转移到周围环境。写下它的输出能量的种类。
- 2.有些电器可能会把多种能量转移到周围环境。

输入能量= 电	转移到周围环境的输出能量=?	输入能量= 电	转移到周围环境的输出能量=?
炉子 		电壶 	
台灯 		吹风机 	
吸尘器 		电风扇 	

总而言之，我们可以说在电器和机器中，输入能量通常是电，而输出能量会因为电器的不同也会不一样：

### 输出能量的答案

- 热 – 从热水器，电水壶，炉子，吹风机
- 声音 – 从电钻，吸尘器，吹风机
- 光 – 从台灯，火炬
- 运动 – 从电风扇

## 比较能量的形式

能量以许多不同的形式出现，例如电，光，热，声音和运动。它们都有工作的能力。想一想你做事的时候。你需要很多能量。或许你的能量来自一份好早餐。你的身体把你吃的食物变成能量。这能量让你有力气工作。能量有多种形式。让我们仔细看看这些能量的形式。

### 电

电经由你家中的电线流动或移动。任何运动中的东西都有能量。我们通常将这种运动，流动，称为电。这种运动使我们可以看电视和用手机通话。



Living things need energy from the Sun to survive.  
That energy comes to us as light.  
Image by Johannes Plenio (@plenio), pixabay.com, CC0

### 光

光是在波中移动的能量。光来自光源。任何产生光的东西都被叫做光源，例如太阳或灯泡。

### 热

你喜欢不喜欢在温暖的夏日站在户外，并感觉到阳光照射在皮肤上传来的温暖？在寒冷的早晨时，在火堆前温暖双手听起来怎么样呢？你感觉到热！

我们讨论过太阳为我们带来光，但它也为我们提供热。



Look at this lion enjoying lying in the heat from the Sun!  
Image by Free-Photos, pixabay.com, CC0

我们可以在许多不同的地方发现热。任何为我们提供热的东西都是热源。

## 声音

运动会产生声音。在一个乐队中，你会发出很多不同的声音。你发出的每种声音都需要移动你的身体的一个部分。

乐器用不同的运动发出声音。让我们看一些常见的乐器。

拨吉他的弦的时候，弦会振动并产生声波。然后，我们可以轻易地听到吉他发出的声音。



鼓的薄膜紧紧地蒙在空心物体的开口上。当鼓手敲打这个薄膜的时候，薄膜振动，这是一种运动，并发出我们听到的声音。

小号手吹了口气，把这口气通过闭合的嘴唇移动到小号中。发出的嗡嗡声造成小号里面的空气振动。振动的空气就会造成我们可以听到的声音。

很多乐器会发出声音，是因为运动引起的振动造成的。我们已经看到乐器透过振动发出声音。你可以调查看看是不是有其他的运动方式可以产生声音？试试下面图片里面的方法。





Image by  
<http://www.funderbof8ids.co.za/Grade4/3-energy-and-charge/chapter4.html>, CC-BY-ND



## 运动

当物体移动的时候，它们有运动或能量。物体移动得越快，它所拥有的能量就越大。请看下面的这些运动例子。



## 生活中的能量

科学家说，能量是工作的能力。我们需要了解这是什么意思。我们可以把它当成是能量可以使某些事情发生。下面的这张图片中你可以看到有很多事情正在发生！

1. 看下面的图片。
2. 把所有你觉得正在使用能量的地方圈起来。



我们把能量用在我们做的每一件事上。能量可以从系统的一部分转移（移动）到另一部分。这张图片让我们看到了许多例子：能量可以从运动或从电转移成光，热或声音。



## 小结

---



我们再回去看看在弹电吉他的男子。你在图片中观察到有什么能量？你可以在这张图片中辨识出多少种能量的形式？

读完了这一章，你现在有什么证据可以证明这张图片中的能量从一个地方被转移到另一个地方？

## 2.4 能量的转换 (4.2.4)

### 探索这个工程设计问题



当你在后院玩的时候，你的妹妹一直进你的房间。她一直在拿你的东西！你需要一个警报系统，告诉你什么时候需要从院子里进来阻止她进入你的房间！

你的设备必须能把能量从一种形式转换为另一种形式，并且要用家里随时可以用的东西来做。你要确定这个东西一开始有什么能量，然后你怎么把它转换为最后的能量。用测试你的设备得到的数据来找到最好的解决方法。

画一张你的房间的图，就你现在知道的什么情况，可以帮助你设计这个设备？

在你的家或是你的房间里有什么东西可以直接拿来用？

读完这一章，想想看在你的警报系统里，你可以转换什么能量？

## 4.2.4 能量转换

设计一个可以把能量从一种形式转换为另一种形式的设备。 定义问题, 确定标准和约束条件, 使用模型来开发可能的解决方法, 分析测试解决方法中的数据并提出修改方案来优化解决方法。 强调辨识能量的最初和最终形式。 例如, 把光能转换为热能的太阳能烤箱, 或把运动能转换为声能的简单报警系统。(PS3.B, PS3.D, ETS1.A, ETS1.B, ETS1.C)



在这一章中, 我们将了解能量有多种形式。 透过设计一个设备, 把能量从一种形式转换成另一种形式, 你就可以使用能量了! 修改这个设备把能量的损失减到最低, 这样可以提高此这个设计的效率。

### 能量和日常生活

我们需要能量来过每天的生活。 我们无时无刻都在使用能量, 特别是电力。 你知道大部分电力是怎么产生的吗? 大多数电力是由天然资源而来的。 水是我们最宝贵的天然资源之一。 天然资源是人们可以使用的任何来自大自然的资源。 水只是其中一种天然资源。 这世上还有许多其他天然资源, 例如石油, 煤炭和天然气, 我们叫它们为化石燃料。 其他天然资源是阳光, 流动的水, 风和来自地球的热量。 在这些天然资源中有很多为我们提供了能量。 在下面的图片中, 你可以看到燃烧的化石燃料如何产生能量。 化石燃料总有一天会用完。 它们是不可再生的能源。



阳光和风这种天然资源永远不会用完。我们可以把它们当作可再生能源来使用。我们可以把它们转换为其他形式的能量。

可再生能源	例子
<p>阳光</p> <p>阳光可以用来让房屋变暖。它也可以用来发电。太阳能电池造成这个能量转换。但是，太阳能不是每一个地方都可以生产，因为有些地区太阴暗，缺乏阳光。</p>	 <p><small>Image by Jon Calet, <a href="http://www.flickr.com/photos/joncalet/5555087273/">http://www.flickr.com/photos/joncalet/5555087273/</a>; CC BY 2.0</small></p> <p>这房子屋顶上的太阳能电池板可产生足够的电力来满足家庭的需要。</p>
<p>移动的水</p> <p>落下的水可以有大量的能量。这种能量可以使涡轮机转动而发电。水可能自然地瀑布上落下或流过大坝。</p>	 <p><small>Image by NatureClip, <a href="https://iic.kr/p/1SPwE">https://iic.kr/p/1SPwE</a>, CC BY 2.0</small></p> <p>水流进胡佛水坝。胡佛水坝位于亚利桑那州和内华达州之间。它为这两个州以及南加州发电。这个大坝横跨科罗拉多河。</p>

## 风

风是移动的空气。它有能量，可以工作。风力发电机把风能转换为电能。你需要有很多稳定的风才能产生足够的能量。



Image by Fuzzy Gerdes, <https://flic.kr/p/6KkmvV>, CC BY 2.0

这种老式的风车从移动的空气中得到能量。它被用在从井中抽水。像这样的风车人们已经使用了数百年了。

## 热

地球的内部拥有大量的热。它也可以用来发电。发电厂把水抽到地下，把它加热以后，再把热水抽回到发电厂。在这个过程中热被转换成电能。以较小的规模来说，这种能量可以用来让房屋变暖。安装这个能量转换系统可能会非常昂贵。这是因为这个方法需要在坚硬的土壤和岩石上钻一个深洞。



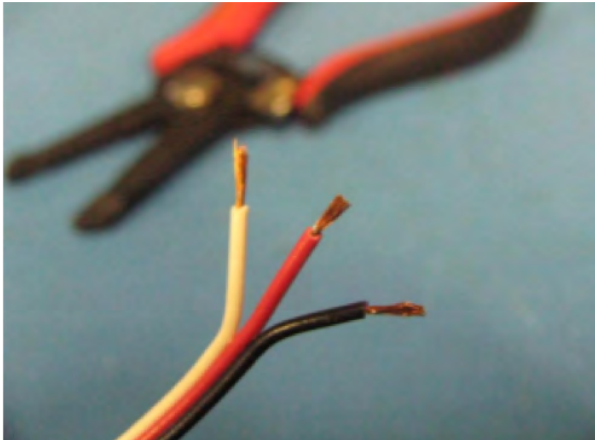
Image by Birgit Juel Martinsen, <https://flic.kr/p/9htpPd>, CC BY 2.0

这个发电厂在意大利。在这里的热熔岩很靠近地表。

这些可再生能源都可以被转换为电力。但是，我们怎么把这些电力移到日常生活需要的地方呢？我们用电路来达到目的。

## 电路

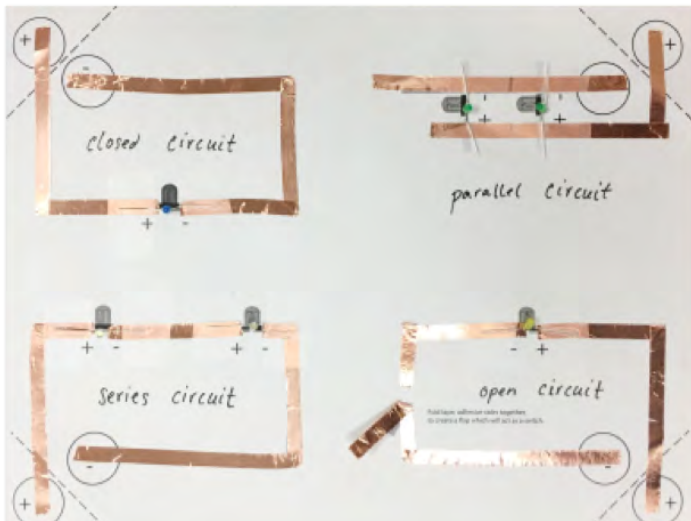
电路是移动电流的路径。金属是电流的导体，而塑料是非导体，因此电流遵行的路径是电线的路径。这些电路给我们供电，所以我们每天可以用灯，电器和许多其他设备。



一个电路必须有电源，让电流可以流过的电线和使用电流的设备（例如灯或电动机）。所有这些部分都必须连接在一起，所以电流可以继续流动。

电路要有个让人们可以控制电流的开关。当有人打开房间的电灯开关或按下手电筒上的按钮的时候，这个人正在帮忙完成这个电路。然后电流可以流到灯或灯泡。当开关被关掉的时候，它会破坏电路并停止电流流动。

## 我们来做一个纸上的电路



纸上的电路可以让我们看到电流怎么通过很多不同的路径，例如串联或并联电路。其他路径可以帮助电力转换成其他形式的能量。但是，在任何类型的电路中，如果电流中断，就不能把电转换为其他形式的能量。

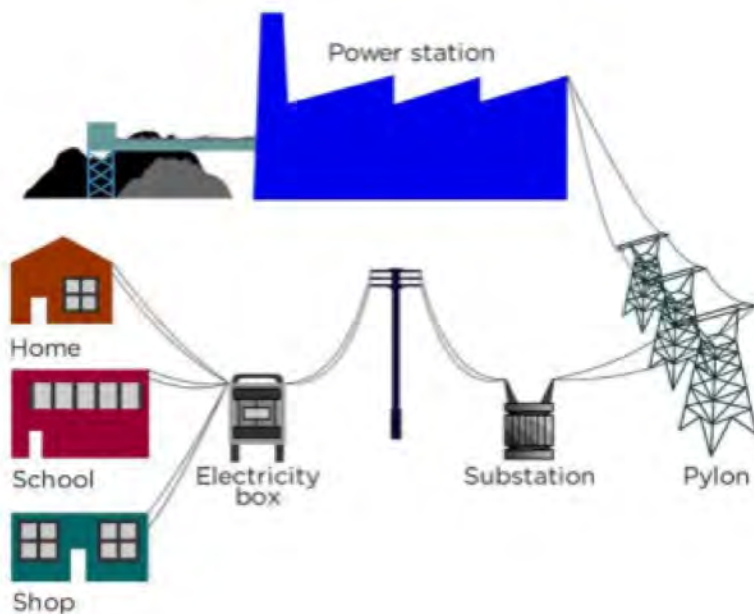
## 电通过巨大的电路传送到我们的房屋



电从发电厂通过传输线传送到各地。传输线是电路的一部分，它把发电厂和需要用电的地方连在一起。

传输线向城镇的变电站传送大量的电。

电被小量地从变电站送到我们家的电箱中。电从电箱中通过电线传输到我们家中的插头和照明装置。



这张图让我们看到了电怎么从发电厂传送到你的家中。请使用下面的空白处，把这张图画完。请你画电路路径，给我们看点在你家怎么通过电线，墙壁插座和插头到达电器（例如电视）。

我们可以来创造一个可以把能量从一种形式转换为另一种形式的机器。

## 转换能量的机器

### 太阳能



我们知道太阳给我们的星球带来热和光。太阳的能量也可以用来驱动机器。有些建筑物在屋顶上有太阳能电池板。太阳能电池板捕获太阳的能量。所捕获的能量可以点亮建筑物和驱动电脑。它甚至可以帮水加热！

较小的太阳能电池板可以当成室外太阳能灯。甚至在太阳能烤箱里面的反光面也可以把太阳的能量转换为另一种能量。



### 风

风力发电机近来变得越来越常见。对于科学家来说，它们给能源生产带来巨大希望。风力涡轮机不会造成污染。



就像你在这张照片中看到的，它们的工作是捕捉风。风力涡轮机为我们提供电能。这种能量支持着我们的家庭，学校和办公室生活。



## 流动的水

人们将流动的水当作能量的形式已有数千年的历史了。水能是从移动的水中提取出来的能量。水力有时也称为水力发电。自古以来，许多工业使用流动的水生产能量。面粉厂使用流动的水来研磨小麦和玉米。锯木厂使用流动的水来锯木。地方经济因为在河流及小溪的旁边而繁荣起来。



从历史上看，流动的水的动力是经由简单的水车来得到的。人们使用水车已经有很长的时间了。它们是从流动的水中得到能量。近来，工程师想出了另一种方法来获取水的力量。一条流动的小溪只含有少量的能量。相反地，落下的水拥有更多的有用的能量。

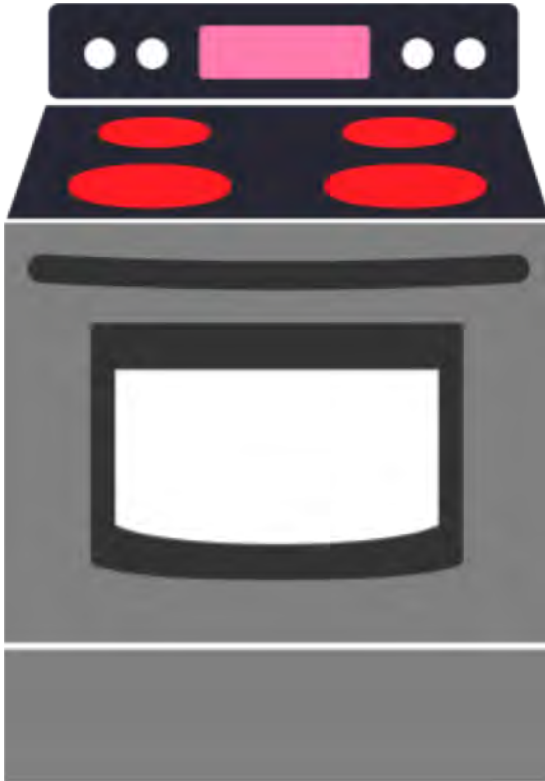
## 热

你曾经在营火旁做过饭吗？这张照片中的人正在做午饭。他等待着他的食物吸收能量。首先，来自火的能量需要把水加热。很快地，锅里的水都会沸腾。这个男人也感到火焰的热量带来的温暖。即使他没有触摸火焰，他仍会感到温暖。能量从火转移到他的手上。



## 电机带来的热和光

你曾经看过手电筒发光吗？你有感觉过炉子正在加热吗？ 这些设备怎么产生热和光？就是电！ 电机可以把电转换成热和/或光。 有时候，这正是我们希望它们做的事。 灯泡是一个可以产生光的电机。 灯泡可以帮助我们夜晚和黑暗的地方看到东西。 我们希望灯泡发出光。 那是它们的工作。



你能想到在房屋中或周围世界中的其他电机的例子吗？ 它们在工作时会产生热或光吗？ 电视，电脑和平板电脑等其他机器也可以发光。 因为它们可以发光，所以你可以在它们的屏幕上看到图像或图片。 如果你触摸一台关机的电脑你会感觉到它凉凉的。 请你在开机之后再触摸它。 这时，你感觉到的多余热量是电流流经机器产生的。

## 小结



当你在后院玩的时候，你的妹妹一直进你的房间。她一直在拿你的东西！你需要一个警报系统，告诉你什么时候需要从院子里进来阻止她进入你的房间！

你的设备必须能把能量从一种形式转换为另一种形式，并且要用家里随时可以用的东西来做。你要确定这个东西一开始有什么能量，然后你怎么把它转换为最后的能量。用测试你的设备得到的数据来找到最好的解决方法。

写一个句子来清楚地描述这个问题。

接下来，写一个最终的目标来帮助你已经成功地解决这个问题。这些是你的成功标准。

现在，写下当你要解决问题的时候，你必须想到的限制或约束，像是成本、时间或是材料。动动脑来想想可能的解决方法。

你的哪一个解决方法最符合你的标准和限制？

请画出你的解决方法的设计图。

你一开始的能量形式和最后的能量形式是什么？

你怎么修改一开始做出来的模型让它更有效？

# 第三章

---

## 第三部分: 波的模式

### 章节大纲

- 3.1 波的模式 (4.3.1)
- 3.2 光和视觉 (4.3.2)
- 3.3 信息的传递 (4.3.3)



*Image by OpenClipart-Vectors, pixabay.com, CC0*

波是传递能量的运动的模式。波有像振幅（波的高度）和波长（波峰之间的间隔）之类的属性。水波可以直接被观察到。当从物体反射出来的光进入眼睛的时候，光波可以让人们看到物体。人类使用波和其他模式来传递信息。

## 3.1 波的模式 (4.3.1)

---

探索这个现象



横渡大海的海浪好像总是能带给我们镇定作用。看着海浪，你可以开始看到模式。你看到了什么模式？你可以使用哪种物理模型来模仿你在海浪中看到的模式？

## 4.3.1 波的模式

**开发(发展)并使用模型**来描述波的模式。根据振幅和波长来强调模式。模型的例子可以包括图表, 类比和像水或绳索的物理模型。(PS4.A)



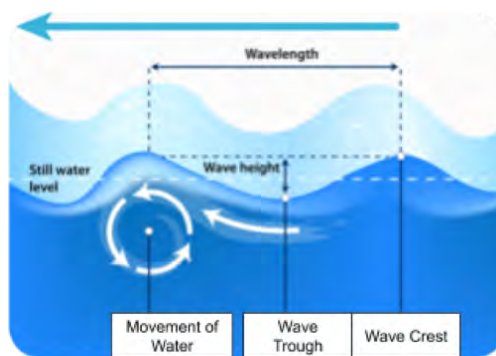
所有波都有相似的特征。我们会在这一章中学习它们的振幅和波长模式。我们可以使用振幅和波长的模式来开发模型, 然后用这个模型更好地描述我们在周围世界中看到的波。



### 波浪

如果你曾经去过海洋的岸边, 那么你就会知道海水一直在移动。海浪在水中形成涟漪, 就像左边的照片。因为潮汐的关系, 水缓慢地上升和下降。你可能看过警告牌上面写着有流向海岸的海流。是什么原因造成这些所有的海洋运动? 所有运动都不一样, 而且有不同的原因。

大多数海浪是由风引起的。物质的传递能量引发了波浪。海浪传递水从风里得到的能量。海浪跨越海洋实际上就是能量跨越海洋, 而不是水。波浪的能量可能传播数千英里。水自己移动的距离很短。这张图片告诉我们当波浪经过时水是怎么运动的。

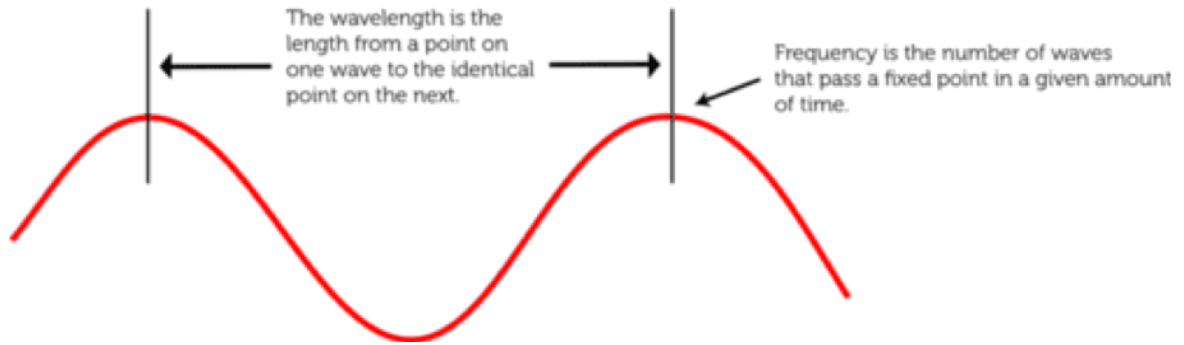


### 波浪的大小

上一张图指出了怎么测量波浪的大小。波浪的最高点叫做波峰。最低点叫做波谷。垂直测量, 也就是从波的最上面到最下面的距离或波峰与波谷之间的距离叫做振幅。这是波浪的高度。从一个波长的起点到下一波的起点, 或者两个波峰之间的距离, 叫做波长。振幅和波长都可以告诉我们波浪的大小。

海浪的大小决定于风吹得有多快、多远、多久。这些条件会决定海浪会有多大。例如, 一些最大的海浪跟飓风一起发生。飓风来的时候会有巨浪。飓风是在海洋上形成的风暴。它的风速可能超过时速**150英里**! 风也会长距离的移动, 而且可能持续很多天。因此, 产生的海浪会比平静的天气所产生的海浪更大。

波长是波形中相同空间之间的距离, 例如从波谷到波谷, 或波峰到波峰。波的频率是在特定时间内通过某一点的波数。波的能量取决于它们的频率。低频波的能量较少, 通常不会有什么伤害。高频波能量大, 可能会有非常大的伤害。



## 海啸

并不是所有的海浪都是风造成的。能量在海浪中移动，所以对海洋的冲击也可以透过水来送出海浪。海啸通常是由地震引起的海浪或海浪群。就像我们近几年来所看到，海浪可以很巨大，而且具有极大的破坏性。海啸是具有巨大能量的海浪。海啸可以用每小时800公里（每小时500英里）的速度传播。通常海啸波在海洋中传播时让人看不出来，无人察觉。



海啸浪的海浪高度很小。相反地，它们有非常长的波长。如果你在海上，你不会注意到它在你的船下通过。但是，当它们到达海岸时，它们变得巨大。海啸浪可以淹没整个地区。它们毁坏财产，造成很多人死亡。上一页的照片就是**2004年印度洋海啸**造成的破坏。

当雨滴落入静水中时，它们会产生微小的水波，向水滴的四面八方扩散。那么当两个不同雨滴的水波相遇时会发生什么？它们互相干涉。

## 当水波相遇时

当两个或多个水波相遇时，它们会相互影响。水波和水波的相互作用叫做波干涉。当这两个以相反方向传播的水波相遇时，可能会发生波干涉。这两个水波会穿过彼此，而影响它们的振幅。振幅是当水波通过时，介质粒子从它静止的位置移动（位移）的最大距离。

你曾经在体育赛事上做过“波浪舞”吗？如果你做过，那你就曾经帮忙做了水波。

当水波不能通过障碍物时，它就会反射回来。当水波从障碍物上直接反射回来时，反射波会干涉原始波并产生驻波。驻波会滞留不前。因为相长干涉和相消干涉的合并而产生驻波。你如何使用绳索来做出驻波？你可以把绳索的一端绑到固定的物体（例如门把）上，然后将另一端上下移动来生成在绳索中的波。当波到达固定物体时，它们会反射回来。原始波和反射波互相干涉而产生驻波。自己可以尝试一下，看看波是否停滞不前。





## 小结

---



读完了这一章，你看到了什么模式？ 你有想到你可以用哪种物理模型来模仿在海浪中看到的模式吗？

## 3.2 光和视觉 (4.3.2)

---

探索这个现象



你在这张图片中看到了什么？为什么这张照片中有两座山，两栋建筑物和两座森林？  
你可以用模型来解释造成这种现象的原因吗？

## 4.3.2 光和视觉

**开发(发展)**并使用模型来描述从物体反射出来的可见光波如何进入眼睛,从而使人们可以看到该物体。强调光的反射和移动。你将会在六至八年级中学到器官和器官系统的构造和功能以及颜色和波长之间的关系。



这一章会帮助你更好地理解视觉是由进入你的眼睛的移动光波造成的。我们可以透过建立一个因果关系的模型来描述和来进一步探索从物体反射出来的可见光波和你的眼睛可以看到的物体之间的因果关系。

光



看看这个标志。这个标志是上下颠倒的。那么,你怎么还是可以读出来呢?做这个标志的人利用科学来让人可以读上下颠倒的字。他们知道光可以从很多表面反射出来。甚至水也可以反射光。想想看这个标志是怎么做出来的。这些字被写成这个样子,所以我们可以透过在水中反射的字读出这个标志。

## 光的反射

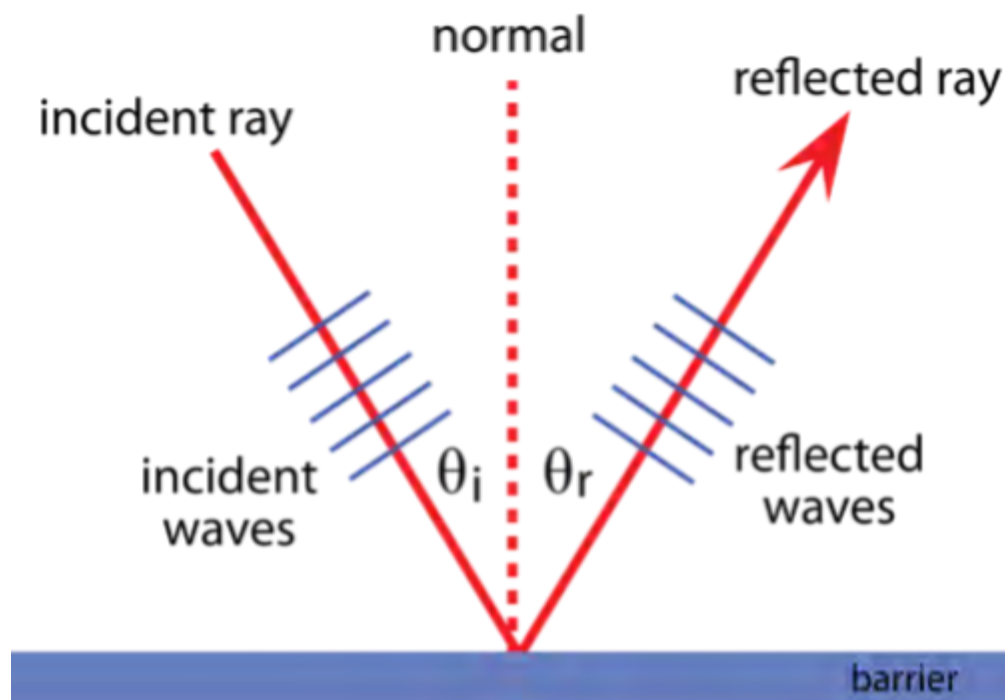


Image by Samantha Bacic, CK-12 Foundation, CC-BY-NC-SA 3.0

### 反射定律

光线（光线是光波传播的路径）撞击一个物体的表面。然后它们会反射回来。你可以使用“反射定律”来预测反射光的角度。想象一个球从一个物体的表面反弹回来。光可以做同样的事情。假设一个表面平滑又有光泽，那么，你如何知道光线照射到这个发亮的表面之后会到哪里呢？这取决于光一开始如何照射在这个发亮的物体上。光并不会总是直接照射在物体的表面上。因此，并不是所有的光都会直接向后反弹回来。有时，光可能会以一个角度照射物体的表面。光照射表面的角度和它往相反方向反弹的角度相同。虽然光和球不一样，但它们反应的方式很像。

上图让我们看到了当光线照射物体的表面时它会怎么传播。进来的光线叫做入射光线，出去的光线叫做反射光线。这个作用叫做反射定律。

反射需要非常光滑的表面才能做得好。当光线照射到光滑的表面时，称为规则反射。光的反射方式可以被预测。规则反射产生清晰可见的图像。例如，当你照镜子的时候

,

你可以看到你自己的反射。镜子的表面很平滑又有光泽，光反射回你的眼睛，你可以清楚地看到图像。

如果光照射的表面不光滑怎么办？在那些情况下，这种反射叫做漫反射。我们可能看不清楚这些物体。它们可能看起来很模糊。就像我们在刮风的时候在水面上看山景一样，你看得出来它是一座山，但是看不出它的仔细的样子。

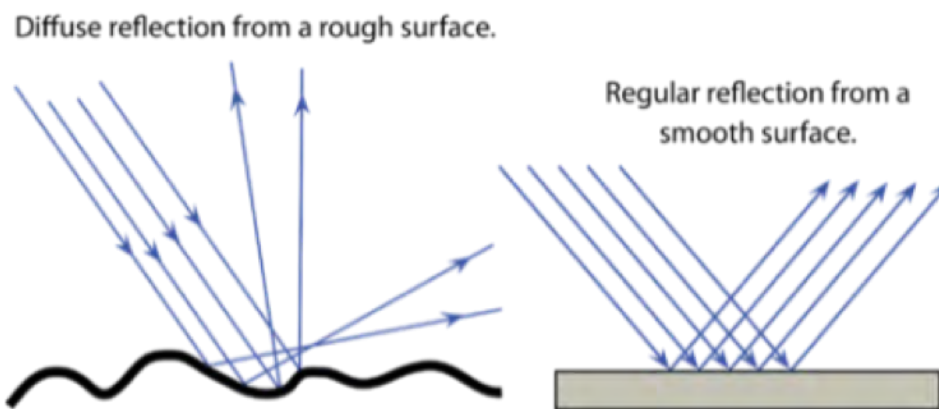
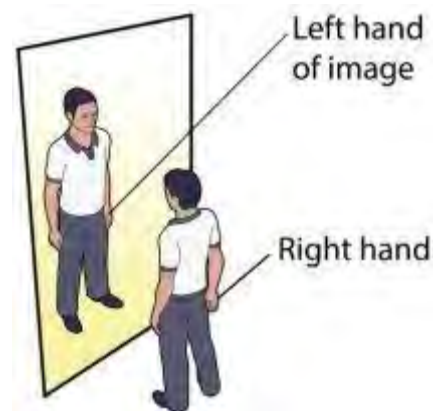


Image by Samantha Bacic;CK-12 Foundation, CC BY-NC-SA 3.0

## 平面镜中的左右反转

你看过自己在镜子中的反射。镜子里面的人看起来跟你一模一样。那个被反射出来的人站在什么地方？没错，他就在镜子的另一边。这真的很奇怪，可是很酷。你曾经跟你在镜子里的反射挥过手吗？这个反射的图像也会跟你挥手。

下次你站在镜子前的时候，可以试一试。向镜中的你挥你的右手。你觉得镜中的你会用哪一只手向你挥手？同一只手？还是另一只手？有趣的事情发生了。镜子里面的你挥的手跟你的手在同一边，但是是他的左手。反射中的图像会产生反转。



这个就像之前在湖边的标志的图像。光线照射在平滑光的表面上，然后被反射回来。

亮

而这个反射是反转的。你觉得为什么会是这个样子？

我们需要光才能看到这个世界。我们可以看到会自己发出光的物体，这是因为它们发出的光进入我们的眼睛。



Image by Heather M, <https://flic.kr/p/4qhvln>, CC BY

我们还可以看到物体发出光，也可以反射光。反射出来的光进入我们的眼睛，所以我们可以看到它。

光线看起来是白色的，但实际上是由所有的颜色组成的。

我们看到的颜色是从物体上反射出来的光的颜色。除了它以外的其他颜色都没有反射出来。



Image by Teivan Pettinger, <https://flic.kr/p/9eWqU9>, CC-BY



Image by frankieleon, <https://flic.kr/p/6y497Q>, CC-BY



Image by Carl Davies for APAL, <https://flic.kr/p/vJDvW>, CC BY 3.0

我们需要有光才能看到东西。所有反射出来的光都会进入我们的眼睛。没有光，我们就看不到这个世界。

## 我们怎么看得到东西



Image by Brendi

能让我们看到东西的能力叫做视觉。大脑和眼睛一起合作，使我们能看到东西。眼睛收集可见光还帮它聚焦。大脑把电信号解释为形状，颜色和亮度。它还把图像解释为正面朝上。大脑会自动执行这个功能，因此我们所看到东西总是正面朝上的。大脑也可以解释我们所看到的東西。

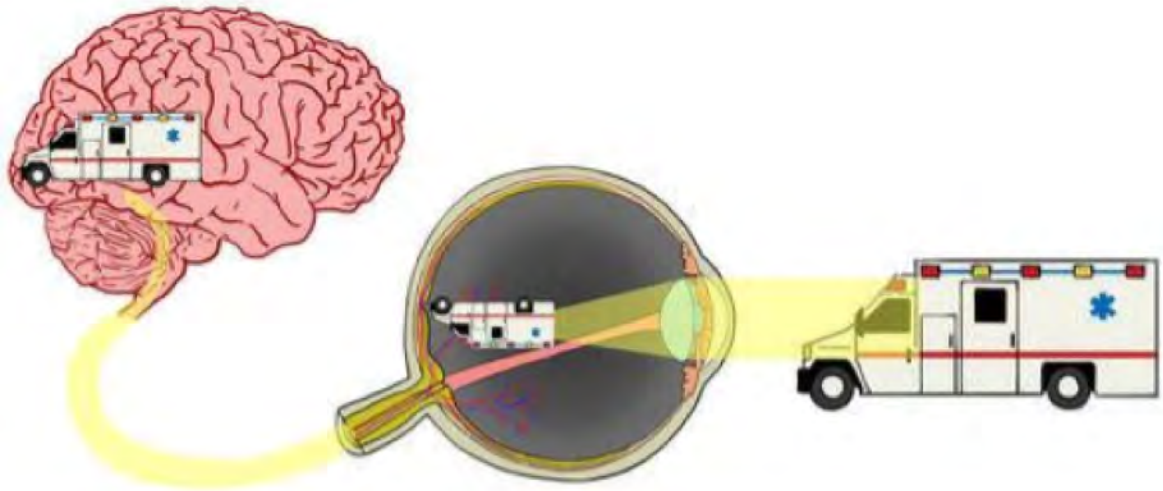


Image by Laura Guerin, CK-12 Foundation, CC BY-NC 3.0

## 小结

---



你在这张图片中看到了什么？为什么这张图片中有两座山，两栋建筑物和两座森林？  
是什么原因让这个现象发生？



## 3.3 信息的传递 (4.3.3)

---

探索这个工程设计的问题



在夏天的时候，你被困在瓦纳诺加Watnanoga营地，而你最好的朋友则在湖的另一边的热那亚营地。你整个夏天都看不到他们。在营地完全没有手机信号，除非你到邻近的山坡上。这个山坡非常受欢迎，所以这里时常有很多人。因此，你无法在这里讲电话或发短信除非你想要你的秘密被周围露营的人听到。此外，在晚上你也不能轻易地爬到山坡上，而且手机的充电也是一个问题。但是你还是需要跟你的好朋友保持联系。你有些小秘密要跟他们分享，你又不想被抓到。你必须想办法在白天和晚上都可以跟好朋友们联系。针对你的困境，解决方法可能不止一个。当你在露营的时候，如果不想让人注意到你的秘密，你可以用的资源非常有限。你有手电筒，照相机，绳索或细绳，镜子，杯子和周围的环境。

在白天，你怎么把你的信息传达给你的好朋友，而且不让在湖对岸的人发现你的秘密？如果是在晚上，你怎么把信息传达给你最好的朋友？你有多种解决方法。

### 4.3.3 信息的传递

使用波来**设计**信息传递问题的**解决方法**。帮问题下定义，确定标准和限制条件，使用模型来开发可能的解决方法，分析从测试解决方法得来的数据并提出修改方法以找到最优化的解决方法。例如，用摩尔斯电码的方法，用光传递信息，或者使用透镜和镜子来看远处的物体。(PS4.C, ETS1.A, ETS1.B, ETS1.C)



波形可以当作证据，帮助我们设计解决远距离传递信息的问题。在这一章中，你会学到如何使用透镜来让波弯曲并把它应用到望远镜或眼镜中，让我们能看得更远。数字化信息也可以提供进一步的设计解决方法，帮助长距离传递信息。

#### 波

我们可以利用波看得很远，还可以在更远的距离中发送和接收信息。透过应用波形来解决我们的信息传递问题，我们发明了很多使生活现代化的设备。

#### 波的速度

波透过空间传递能量，穿越空间的光波帮助我们看到远处的事物。部分原因是因为光波移动地非常快。如果你可以移动得像光速一样快，那你只需要八分钟就可以从太阳到地球！



你看过听过这些事情吗？你在地平线上看到一道闪电，但是几秒钟之后，你才听到隆隆的雷声。这是为什么？

光波的速度比声波的速度快得多。但是声音的速度仍然非常快。它行进远距离比我们快得多，但没有光快。

一位朋友在你耳边轻轻地说悄悄话，所以她要很靠近你，你才听得到她说什么。那天晚些时候，你的朋友在体育馆的另一边对你大喊。现在，即使她在几米远的地方，你也可以清楚地听到她的声音。很明显地，声音的响度会有所不同，声音可以传播的距离也会不同。



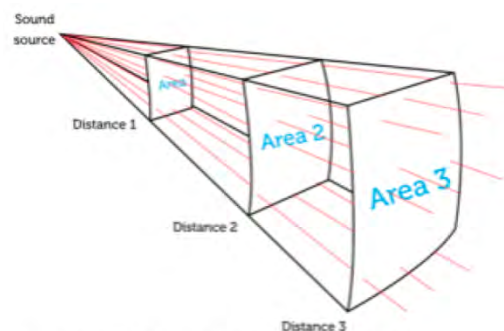
## 一切都跟能量有关

响度是指听声音的人听起来声音有多响或多轻。声音的响度又决定在声波的强度。强度是声波中能量的计量。

## 振幅和距离

声波的强度决定声音的响度，但是强度由什么决定？强度决定在两个因素：声波的振幅和它们从声源传播而来的距离。

- 振幅是声波大小的计量。这决定在造成波的能量多少。波的振幅越大，能量越多，强度越大，因此听起来也越响亮。
- 随着声波从声源向四方传播，它的能量也分散了。你可以在这张图片中看到它怎么运作。随着离声源距离的增加，声波覆盖的面积也会增加。同样的能量散布在更大的区域上，所以声音的强度和响度变小。这就解释了为什么当你远离声源时，即使有再大的声音也会消失。



## 弯曲的光

当光从一种介质（例如，从空气到水）传递到另一种介质时，它会改变速度。你实际上可以看到它发生。想想当你在游泳池里的时候，如果你把硬币扔到游泳池里面，你还是可以透过水看到它。但是，如果你伸手想把它捡回来，它却不在你看到它在的地方。你的手必须伸得更远。这是因为当光在进入水中的时候移动的速度非常快，然后变慢，造成光弯曲。因此，我们看到硬币的位置与它实际的位置是不一样的。

如果光以一个角度照射新物质，那么光就会弯曲。这解释了左图中铅笔为什么看起来断了。光的弯曲叫做折射。那么，光进入一个新介质的时候是不是总是会弯曲？如果光垂直进入一个新物质，它则不会弯曲。



## 光学望远镜

在几千年前，人们已经制造和使用透镜来放大了。但是，第一批真正的望远镜是16世纪后期在欧洲制造的。这些望远镜结合了两个透镜，让远处的物体看起来又近又大。望远镜这个词是由意大利科学家兼数学家伽利略·伽利莱（Galileo Galilei, 1564–1642）创造的。伽利略在1608年建造了他的第一架望远镜，随后对望远镜的设计做了许多改进。

使用透镜对光的折射或弯曲的望远镜称为折射望远镜，或简称为折射镜。包括

伽利略望远镜在内的最早的望远镜都是折射器。 业余天文学家现今使用的许多小型望远镜都是折射器。 折射镜特别适合用来观看我们太阳系中的细节，例如地球月球表面或土星周围的环。



在1670年左右，另一位著名的科学家兼数学家艾萨克·牛顿爵士（**Sir Isaac Newton**，1643–1727年）建造了另一种望远镜。牛顿使用曲面镜来聚焦光线，因此创建了第一批反射望远镜或反射镜。反射望远镜中的镜子比折射镜中的重型玻璃透镜轻得多。这个改变很重要，因为

- 为了支撑厚重的玻璃镜片，折射镜必须坚固厚重。
- 精确地制造镜子比精确地制造透镜更简单。
- 因为它们不需要跟透镜一样重来支撑相同尺寸的透镜，所以反射镜可以做得比折射镜大。



较大的望远镜可以收集更多的光，因此它们可以研究较暗或较远的物体。当今世界上最大的光学望远镜是反射镜。

## 业余天文学家

业余天文学家喜欢观察和研究恒星和其他天体。专业和业余天文学家都使用望远镜。望远镜是一种使远处的物体看起来更近的仪器。因为望远镜收集光波，帮助我们看得更远。

如果你出生在最近几十年，那么你可能无法想象没有电脑的生活。电脑只是人们现代生活中的众多电子设备之一。

## 什么是电子设备？

今天人们常用的设备很多是电子设备。电子设备使用电流来编码，分析或传递信息。除了电脑以外，它们还包括手机，电视遥控器，DVD 和 CD 播放器和数码相机，等等。你还能想到你使用的其他电子设备吗？

让我们仔细看一下电脑这个例子。电脑里有集成电路或微芯片，它们里面有数百万个微小的电子组件。信息被编码成数字电子信号。快速的能量脉冲在电路中因为打开和关闭电流，产生长串的 **1**（电流接通）和 **0**（电流中断）。**1** 和 **0** 是代码的“字母”，这些“字母”需要被大量生成。一个数字（**0**或**1**）叫做一个比特（**bit**, 位元），就是所谓的“二进制数字 (binary digit)”。每组八位数字叫做一个字节（**byte**, 字节），十亿字节叫做吉字节（**gigabyte**）。因为电脑的电路是非常微小且紧密相连，所以电脑可以非常快速地执行很多复杂的任务并维持非常小的体积。

在下图中，你可以看到电脑用来发送，处理和储存数字信号的部件。它们包括中央处理器（**CPU**），硬盘驱动器 (**hard drive**)，只读记忆体（**ROM**）和随机存取记忆体（**RAM**）。主板把电脑的所有这些部件结合在一起。

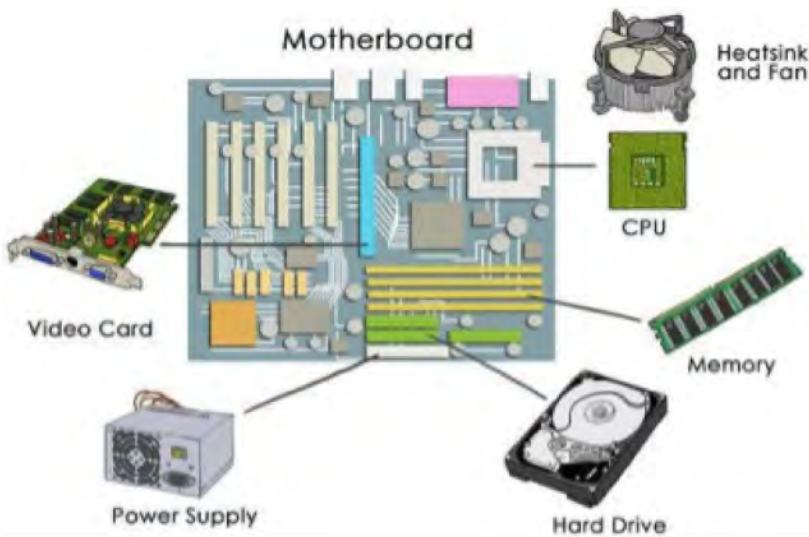


Image by Laura Guerin, CK-12 Foundation, CC BY-NC 3.0

- 中央处理器（CPU）执行程序指令。
  - 硬盘驱动器是一个磁盘，可以长期储存程序和数据。
  - 只读记忆体（ROM）是提供永久储存的微芯片。它储存重要信息，例如启动说明。即使关闭电脑，这个记忆体仍会保留。
  - 随机存取记忆体（RAM）是一种微芯片，可暂时储存当前正在使用的程序和数据。关闭计算机电源后，RAM中储存的所有内容都会丢失。
- 主板把 CPU，硬盘驱动器，ROM 和 RAM 连接在一起。它让电脑的所有这些部件都可以通电并相互联系。

你用电脑写学校报告的时候，你正在使用电脑的哪一部件？你正在使用 RAM 来储存文字处理程序和你打入的文档。你正在使用 CPU 执行文字处理程序中的指令，而且也可能正在使用硬盘驱动器来储存文档。

电子设备（例如电脑，手机，遥控器和照相机）使用电流把信息数字化，以达到储存或远距离发送信息的目的。你可以把手机上的图片发送给世界上的任何人，或者手机可以接收数字信息并把它转换为语音来跟奶奶打电话，告诉她你在征文比赛中得到了第一名！

## 小结

---



现在你已经读完了这一章，也了解了很多不同的信息传递方式，这能帮助你解决问题吗？你还记得，在夏天的时候，你被困在瓦纳诺加Watnanoga营地，而你最好的朋友则在湖的另一边的热那亚营地。你整个夏天都看不到他们。在营地完全没有手机信号，除非你到邻近的山坡上。这个山坡非常受欢迎，所以这里时常有很多人。因此，你无法在这里讲电话或发短信除非你想要你的秘密被周围露营的人听到。此外，在晚上你也不能轻易地爬到山坡上，而且手机的充电也是一个问题。但是你还是需要跟你的好朋友保持联系。你有些小秘密要跟他们分享，你又不想被抓到。你必须想办法让你可以白天和晚上都可以跟好朋友们联系。针对你的困境，解决方法可能不止一个。当你在露营的时候，如果不想让人注意到你的秘密，你可以用的资源非常有限。你有手电筒，照相机，绳索或细绳，镜子，杯子和周围的环境。

在白天，你怎么把你的信息传给你的好朋友，而且不让在湖对岸的人发现你的秘密？如果是在晚上，你怎么把信息传达给你最好的朋友？你有多种解决方法。



# 第四章

---

## 第四部分：在天空中的可观察的模式

### 章节大纲

4.1 太阳的亮度 (4.4.1)

4.2 地球的公转 (4.4.2)



太阳是一颗比其他恒星看起来更大，更亮的恒星，因为它离地球更近。地球绕着地轴的自转和绕太阳的公转让我们可以观察到的很多模式。这些模式包括白天和晚上；每天影子的长度和方向的变化；在不同时间（日、月、年）太阳和恒星的位置不同。

## 4.1 太阳的亮度 (4.4.1)

---

探索这个现象



太阳看起来比地球小很多。事实上，如果你把你的大拇指伸直，它可以遮住整个太阳。当然，太阳并不比地球小，也不跟你的大拇指一样大。天空中发生了什么事，让太阳看上去比地球小得多。

## 4.4.1 太阳的亮度

**建构一个解释** 来说明太阳和其他恒星亮度的明显不同是因为恒星与地球的相对位置。强调恒星与地球的相对位置。(ESS1.A)



太阳在天空中看起来比较大，因为它比宇宙中的其他恒星更靠近地球。实际上，它是我们太阳系中唯一的恒星。在这一章中，我们要用距离的比例(远近)帮助我们解释为什么太阳比周围的其他恒星更亮。

### 太空中的地球

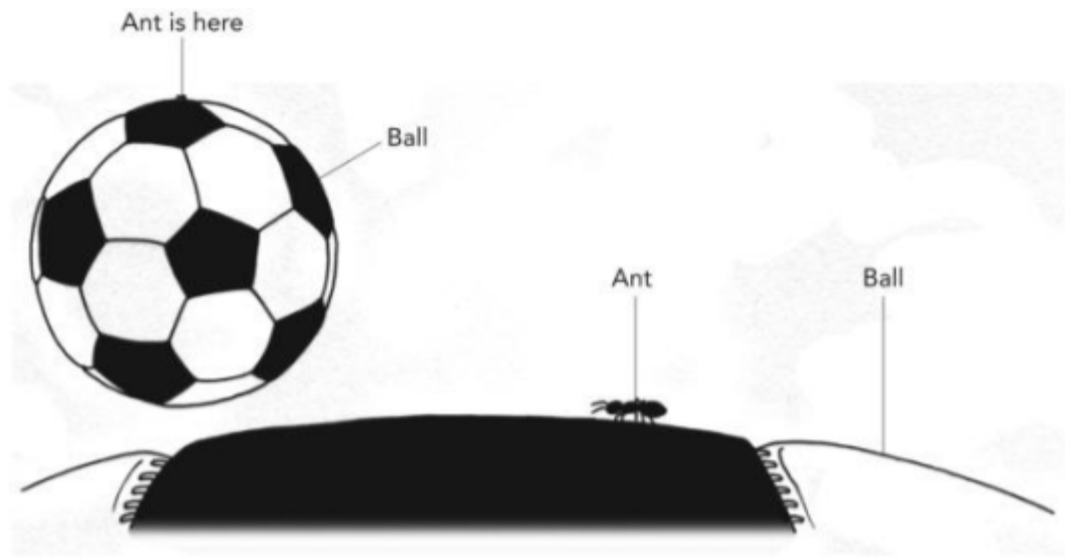
地球是太空中的一个行星。我们可以从地球看到太阳、月亮和其他的恒星。从地球表面上延伸大约 100 公里，或是大约 62 英里范围的天空就是所谓的太空。

### 地球的形状像是一个球

这里有个关于天文学的有趣网站 <http://www.kidsastronomy.com/>

如果我们从太空中看地球，我们会发现它的形状像一个球。当我们离地球又高又远的时候，我们才看得到地球的形状。例如，太空船中的太空人从窗户往外看的时候，他可以看到地球的形状。但是，如果我们从教室的窗户往外看，地球看起来是平坦的，不是球形的。在很久以前，很多人认为地球是平坦的。地球太大了，所以我们看不到它是弯曲的，让我们觉得它是平坦的。

想象一下，在一个足球上有只蚂蚁。蚂蚁太小了，所以蚂蚁会认为球是平坦的。蚂蚁看不到球的另一边，也看不出它是球。看看下面蚂蚁在足球上的图片。



这就跟我们在地球上的情况一样。跟地球比起来，我们非常渺小，所以当我们站在地面上的时候，地球对我们来说都是平坦的。除非我们看到从太空拍摄的地球的照片，否则我们看不出地球实际上是球形的！

## 太阳是最近的恒星

太阳是一颗恒星，你可能以为你只能在晚上看到恒星？为什么太阳是我们唯一能在白天看到的恒星？为什么太阳比其他闪亮的恒星看起来更大？



这是因为太阳是离地球最近的恒星。当我们在说太空的最近的距离，其实我们说的是几百万英里，确切的说应该是九千三百万英里。天空中的其他恒星在更加遥远的地方。让我们对地球做更进一步的认识。

## 太阳是一颗充满炎热气体的巨球

我们的太阳是一颗非常非常热，充满气体的巨球。太阳里的气体一直在变化，这种变化释放出来的能量让太阳非常热。



太阳在天空中看起来可能比地球小。但这是因为实际上太阳非常非常远。如果你以每小时 75 英里的速度在高速公路上开车，你要花 146 年才能到太阳。太阳其实比地球大得多。

跟地球相比，太阳有多大？如果要在太阳的顶部开一个洞，然后用跟地球大小一样的球填满太阳，你需要用大约 100 万个“地球”才能填满太阳。所以，太阳离地球非常非常远；太阳非常大；太阳也非常热！

太阳就像我们晚上在天空中看到的恒星。在这些恒星中，有很多恒星比太阳大得多。它们看起来很小，是因为它们的距离很远。我们的太阳系中唯一的恒星就是太阳。我们可以看到所有其他恒星都是宇宙中其他太阳系的一部分。所有的恒星都是由可以发光又炽热的气体组成的。

太阳是离地球最近的恒星。第二近的恒星叫做比邻星（Proxima Centauri）。从太阳来的光需要 8 分钟才能到达你的眼睛，但是从比邻星（Proxima Centauri）来的光需要 4 年以上才能到你的眼睛。旅行者一号是多年前从地球发射的太空船。它以



秒速 17公里（每秒约10英里）的速度快速地从太阳出发！如果旅行者一号要到比邻星（Proxima Centauri），需要 73,000多年的时间。

## 太阳对地球上的生命很重要

没有太阳，地球上不可能会有生命。地球上将会完全黑暗和刺骨般的寒冷。换句话说，太阳为我们提供了光和热。因为这光和热，很多其他事情才有可能发生。

太阳向地球发出热和光。地球只得到了太阳发出的热和光的一小部分，但就算是这样，也足以使我们在炎热的天气中感到不舒服！



有些人在房屋屋顶上装了特殊的加热器。这些叫做太阳能热水器。他们利用从太阳来的热能帮水加热，再用来洗澡和清洗东西。



可是，如果我们不能适当地保护自己，太阳也会对地球产生有害的影响，尤其是对人。



## 小结

---



太阳真的比地球小吗？

我们怎么能在白天看到太阳，在晚上看到其他的恒星？

解释地球和太阳系怎么运作，请包括有关地球和太阳的大小和位置的信息。



## 4.2 地球的公转 (4.4.2)

---

探索这个现象



在午餐休息时间的操场上，你会发现自己的影子和早上到学校时的影子不同。你还会注意到学校建筑物，旗杆和其他学生等其他事物的影子变化。

这变化是什么引起的？

这个变化怎么帮助你了解太阳和地球的移动？

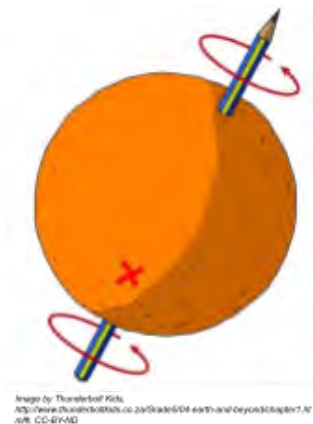
## 4.4.2 地球的公转

**分析和解释**可观察的模式的数据，以说明地球绕着自己的轴转动并绕着太阳转动。强调能提供地球自转和绕太阳公转的证据的模式。模式的例子包括白天和晚上，每天影子的长度和方向的变化以及夜空中某些星星的季节性出现。你会在6至8年级学到地球的季节和它跟地球轴倾斜的关系。(ESS1.B)



在这一章中，我们将学习有关地球，太阳和月球的可观察模式。用我们亲眼可以看到的東西，这些模式将为我们提供数据做分析和帮助我们解释在周围可以看到的東西，例如白天和晚上，影子的长度和方向以及在一年中不同时间的星座的星型。

### 地球运动



我们知道地球以两种不同的方式运动。地球绕着太阳公转，地球也绕着自己的轴自转。但是，这是什么意思？想象一下用一支铅笔穿过一个橘子。看看左边的图片。如果你用手握住铅笔，你可以转动橘子。铅笔就是橘子的轴。

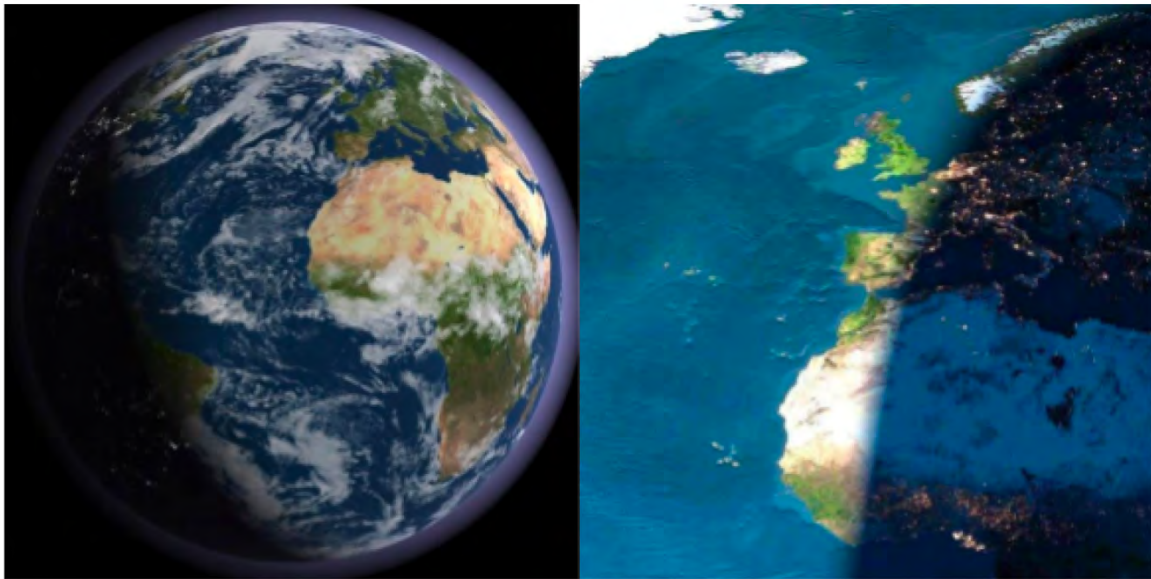
地球实际上并没有一支穿过它的铅笔，但是它确实在转动。我们可以想象一支大铅笔穿过地球的中心。

地球就像橘子，铅笔就像轴。弯曲的箭头告诉我们地球转动的方向。我们现在都在地球上。那么让我们想象一下，现在我们在橘子的红色“X”的地方：

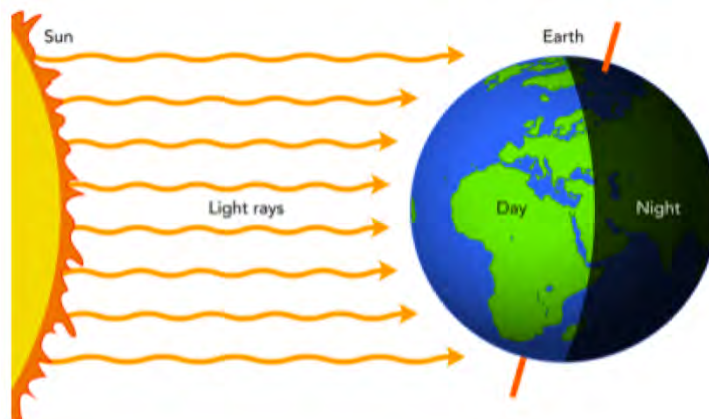
- 太阳照在地球上，所以当我们在 X 处看到太阳的时候，我们称它为白天。
- 但是地球永远都不会停止转动。因此，当我们在 X 处进入地球的阴影部分的时候，我们就看不到太阳了，这是 X 处的晚上。

- 地球会在 **24** 小时内自转一次，因此我们需要**24**小时才能回到你在图片中看到的相同位置。
- 我们把这个 **24** 小时叫做一天。当我们说“一天”的时候，我们实际上是指白天和晚上；把它们加在一起有 **24** 小时。

如果我们在 X 这个位置，我们会慢慢地远离太阳。但是在我们看起来，像是太阳在移动。太阳好像从东方移动到西方。太阳好像从东方出来（升起），在白天穿过天空，在西方下去（落下）。但是太阳事实上并没有移动。



Images by NASA.gov, public domain



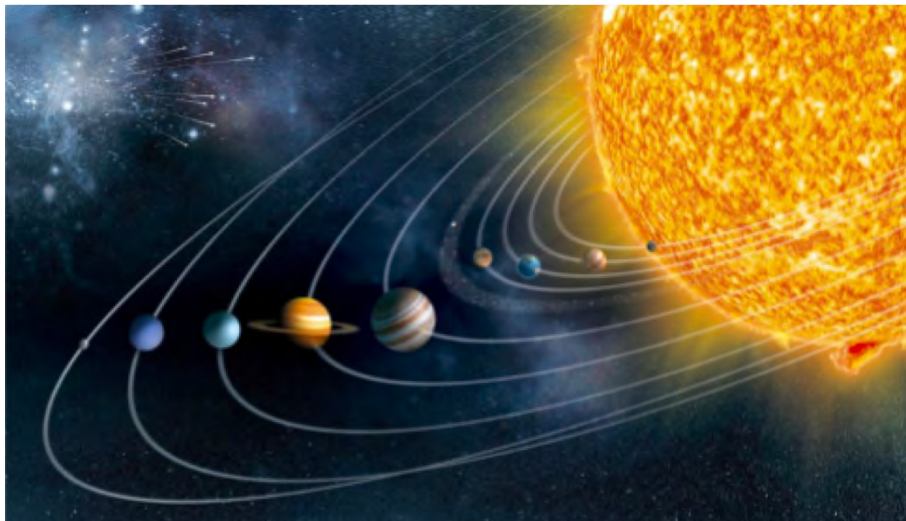
## 地球绕着太阳的轨道运动

地球绕着太阳运动。地球在绕太阳轨道公转的同时，也在自转。地球在完成绕着太阳轨道一周的同时，它会自转 365 次。这意味着经过了365天，我们把叫它做一年。地球是一个行星。另外还有 7 个行星也在绕着太阳运动。在大多数傍晚或清晨，你可以看到其中的一个行星。这个行星叫做金星。它不是一颗恒星，尽管有时它被叫做晨星或傍晚的星星。



金星也绕太阳运动，但是它的轨道比地球的轨道小。

实际上，外行星的轨道比这张图片中我们看到的要大得多。但是，如果我们真的按比例画出轨道，那它们一定超出这张纸！



## 自转的地球

那么我们怎么知道地球绕着它自己的轴转动呢？ 在这个世纪之前，所有关于地球运动的证据都来自人们在地球上对地球得到的观察。 在这些观察中，很容易看出人们为什么曾经相信地球是静止不动的。 他们认为是太阳和恒星绕着地球转动。 现在我们已经知道是地球的自转造成了我们在天空中看到的循环。



一个在1851年由法国科学家莱昂·福柯 (Léon Foucault) 设计的实验让我们知道了地球的运动。 他用一根长铁丝挂了一个沉重的铁。 他把这个重物拉到一边，然后放开。 这个重物沿直线来回摆动。 如果地球不转动，那么摆锤就不会在来回移动时改变方向。 但是它并没有继续朝着同一方向摆动。 人们认为摆动的方向改变是因为地球在它的下方自转。 左边的图片可以告诉我们这个实验的情况。

### 地球的自转

想象一条直线从地球的中心穿过。 这条线穿过北极和南极。 这条假想线叫做轴。 地球绕着它自己的轴转动，就像一个陀螺绕着它的轴转动一样。 这种运动称为地球自转。

### 白天-晚上的周期

地球大约每 24 小时绕着自己的轴转动一次。 对于一个站在北极向下看的观察者来说，地球好像是逆时针方向转动。 几乎从地球上所有角度来看，太阳在天空中都是从东向西移动。

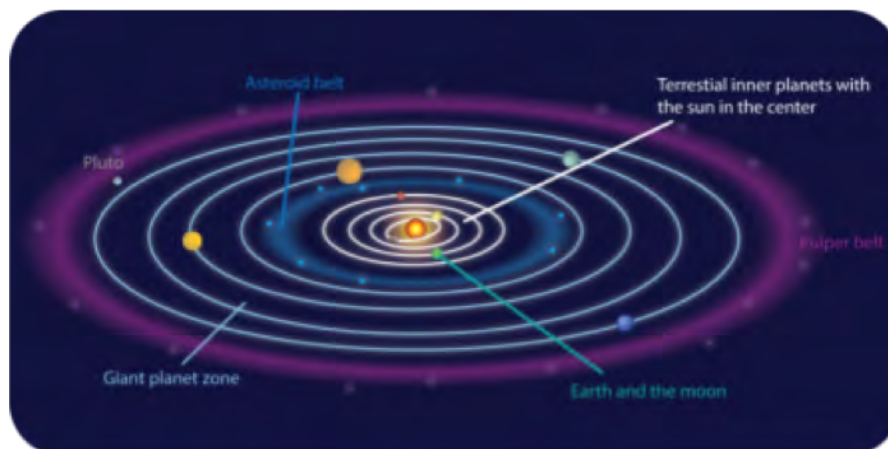
当然，太阳根本不会从东向西移动。实际上是地球在绕着它自己的轴转动。月亮和星星好像也在东方升起，西方落下。我们经常说太阳“升起”或“下山”。实际上，是地球的自转让它看起来像那个样子。晚上的月亮和星星好像也从东方升起，在西方落下。地球的自转造成了这个现象。随着地球转动，月亮和星星在天空中的位置也会发生变化。你在天空中看到的所有运动都是因为地球的自转。

白天和晚上的周期都取决于一个地方离地球北边或南边有多远。在赤道上，有一样长的白天和晚上。无论是一年中的哪一天，赤道总是每 24 小时有 12 小时的白天。在两极（北极和南极），白天的多少变化很大。夏季月份里，两极在这六个月中有连续 24 小时的日光照明。在冬季，它们有 24 小时的黑夜。这也会持续了六个月。

## 地球的公转

地球绕着太阳的公转需要 365.24 天。这等于一年。为什么地球会停留在围绕太阳的轨道上？太阳的引力（下图）让地球留在一定的位置上。如果没有引力，地球就会继续沿着直线运动。

地球的轨道不是圆形的，而是有点椭圆形。所以，当我们绕着太阳运动的时候，有时候我们会离太阳有点远。有时候我们会离太阳近一点。



光从太阳到地球要花八分钟以上的时间。地球与太阳之间的距离约为 **9300** 万英里。大约 **1.5** 亿公里。地球以每秒 **27** 公里的速度绕着太阳公转。这速度真的非常快。即使以这么快的速度，还是要很长的时间才能绕太阳一周。确切地说，它要用 **365.24** 天。水星和金星离太阳比较近。它们绕太阳一周的时间也比较短。水星只需要 **88** 个地球日就能绕太阳一圈。其他的所有行星要花的时间更长。绕太阳一周所需要的时间决定在行星到太阳的距离。土星需要 **29** 个地球年才能绕太阳一周。如果你在土星上，你会是几岁呢？

## 小结

---




为什么太阳看起来像是在天空中移动？

地球要花多长的时间来绕太阳一周？

地球要花多长的时间绕它自己的轴一次？





犹他州教育委员会