

# REACH FOR THE SKY

## 家庭活动

### 玻璃的力量

#### 学习成果

- **识别**玻璃的材料性质。
- **应用**所学的知识设计玻璃结构。
- **设计并制作**一块糖玻璃。
- **评估**自己的玻璃设计，在各种条件下进行测试。

#### 试想.....

你正悠闲地站在通往高空的电梯里。你可以感到自己正直冲云霄，整个曼哈顿的建筑正在你的脚下，离你越来越远，但封闭的电梯让你无法看到自己已经飞了多高。电梯以一种激动人心的速度爬升了一分钟后，停了下来。电梯门缓缓打开，你被眼前的景色惊呆了。Edge 露天平台上四周的围墙全部由玻璃制成，可将纽约市天际线的 360 度全景尽收眼底。你来到观景台，踏上地板中间的一块透明玻璃板。你感觉自己好像失去重力，漂浮在空中，脚下是繁忙的街道。最后，你走到露天平台的边缘。想象自己把重力抛到了九霄云外。你正站在一个由玻璃围成的三角形结构的尖端位置前，该结构与整个建筑成一定角度向外探出，让你可以靠在上面。透过玻璃，你可以欣赏身边一望无际的景色，体验漂浮在城市上空的感觉。这就是 Edge 让人惊心动魄的参观体验。

#### 指导问题

设计 Edge 的建筑师和工程师如何用玻璃打造坚固、美观、可持续的摩天大楼？

#### 活动概览

在本次活动中，全家人将一起了解一种人类已知最不可思议的材料——玻璃。他们将探索玻璃如何在环境中自然形成，了解用于构建 Edge 的特种玻璃，并用糖制作自己的玻璃板样品。然后，全家人将进行一系列测试，看看他们的玻璃板如何显示玻璃的物理性质：透明度、耐热性、化学稳定性和抗破损能力。

# REACH FOR THE SKY

## 所需材料<sup>1</sup>

- 方格纸
- 铅笔
- 蜡笔
- 蜡纸或羊皮纸
- 剪刀
- 1 杯水
- 3 ½ 杯白砂糖
- ½ 杯玉米糖浆
- ¼ 茶匙塔塔粉
- 边缘凸起的烤盘
- 糖果温度计
- 抹刀
- 烹饪喷雾剂
- 铝箔
- 吸管或木质串肉扦
- **测试**采集表
- 喷水瓶
- 蜡烛，配火柴或打火机

<sup>1</sup> 配方根据 <https://www.wikihow.com/Make-Sugar-Glass> 有所调整

# REACH FOR THE SKY

## 操作说明

### 第 1 阶段：研究与设计

#### 1. 玻璃是什么？<sup>2,3,4</sup>

- a. 玻璃在生活中随处可见，但你可曾停下来认真考虑过这种材料？玻璃是一种神奇的材料。如果你在家中环顾四周，那么基本在每个房间都能看到玻璃。玻璃会出现在你意料之中的地方（如窗户、相框和饮料瓶），也会出现在你意想不到的地方。（帮助我们访问互联网的光纤电缆就是用玻璃制成的，另外，你所住的房屋可能就采用了玻璃纤维或玻璃强化塑料织物进行绝缘防护。）
- b. 令人惊讶的是，玻璃很难被定义。目前已知的玻璃种类超过 350,000 种，每种玻璃的配方都不相同。最基本的玻璃配方包括沙子（二氧化硅）、石灰和纯碱。由于这些成分在加热后被迅速冷却，它们没有机会按照规则模式进行排列。因此，玻璃具有透明的性质。<sup>5</sup>
- c. 你以为玻璃仅仅是一种人造材料吗？再想一想！玻璃是自然形成的。当二氧化硅含量较高的岩石被加热后迅速冷却时，就会形成玻璃。当从火山中涌出的炙热岩浆突然冷却时，就会形成火山玻璃。早期人类用黑曜石（或火山玻璃）来制造工具和武器。
- d. 人类很早就认识到玻璃的价值，而人类制造玻璃的历史长达数千年。据信约在 4000 年前，人类在美索不达米亚首次制造出玻璃。<sup>6</sup> 人类制造玻璃既出于实用目的，也出于宗教目的。

#### 2. 玻璃有什么性质？

- a. 玻璃拥有四个与众不同的性质：
  - i. 透明度：允许光线透过的能力
  - ii. 耐热性：耐高温的能力
  - iii. 抗压/抗破损能力：可以通过名为回火的工艺变得异常坚固
  - iv. 化学稳定性：因其不易受到腐蚀或被溶解，因此可用于许多产品

#### 3. 是什么让 Edge 从纽约市其他所有观景台中脱颖而出？

- a. 是玻璃！Edge 之所以能让游客欣赏纽约市 360° 全景，带来无与伦比的体验，正是**因为**整个观景台采用了玻璃围墙。
  - i. 带角度的玻璃结构，让游客可以将身体探出 Edge 边缘！

<sup>2</sup> <https://cen.acs.org/articles/95/i47/s-glass-modern-day-researchers.html>

<sup>3</sup> <https://www.glassallianceurope.eu/en/what-is-glass#:~:text=Glass%20is%20made%20from%20natural,temperature%20it%20be-haves%20like%20solids>

<sup>4</sup> <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2018/04/humankinds-most-important-material/557315/>

<sup>5</sup> <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2018/04/humankinds-most-important-material/557315/>

<sup>6</sup> <https://www.cmog.org/article/origins-glassmaking>

# REACH FOR THE SKY

- ii. 玻璃地板让游客能够从 100 层楼的高空俯瞰纽约车水马龙的街道，这种感觉让人既兴奋又胆战心惊。
    - iii. 玻璃板交汇的东方观景点带给你一种完全失重的感觉。
  - b. Edge 底部包含 15 个独立的部分，分别被固定在大楼的东外墙和南外墙上。整个平台最坚固的部分是安装玻璃地面的地方！
4. 我能在家里的厨房做出玻璃吗？
- a. 你一定可以！使用一些常见的家庭食材，你就能在家制作糖玻璃。糖玻璃一直被用于电影中的特技表演，因为它既便宜又逼真！
5. 如何制作？
- a. 按照以下配方制作你自己的玻璃板。然后，对玻璃板进行一系列揭示其物理性质的测试（共四项），看看它的表现如何。在你开发和测试玻璃板时，你也在参与一个被称为工程设计周期的过程。该过程包括工程师和科学家用来开发新产品的一系列步骤。工程设计周期如下所示：
    - i. 研究与设计
    - ii. 样品
    - iii. 测试
    - iv. 思考
    - v. 改进
6. 我已准备好开始工程设计过程的第一步：研究与设计。我要做什么？
- a. 研究
    - i. 一切从这里开始。研究包括获取背景信息，帮助你在开始设计过程之前了解自己的产品应该做什么，为什么。想知道从哪里开始，你必须弄清楚两个关键问题—标准和限制。标准是你的产品必须满足的规格。限制是指你在制作时必须遵循的限制条件。以下是你的玻璃板需要遵循的标准和限制：
      - 1. 标准：玻璃板必须足够坚固，能够经受以下四项测试：
        - a. 玻璃板在光的照射下，必须具有透光性。
        - b. 敲击时不得开裂或断裂。
        - c. 用水喷洒时，不能完全融化。
        - d. 放在较小的火焰上时，不能完全融化。

# REACH FOR THE SKY

## 2. 限制：

- a. 必须按照提供的配方制作玻璃。
- b. 做出的玻璃板大小必须与烤盘尺寸一致。
- c. 可使用常见的家居用品来加固你的玻璃，如吸管和木质串肉扦。
- d. 玻璃板可以做成任何你想要的形状。
- e. 你的玻璃板不能使用由金属制成的增强材料，也不能用胶水或其他化学品进行加固。

## b. 设计

- i. 在方格纸上为你的玻璃板画出设计草图。
- ii. 用蜡笔在蜡纸或羊皮纸上描出你的设计。剪下描好的图纸并将其放在烤盘上。
- iii. 用铝箔围出一个边界，帮助你的玻璃在冷却时保持形状。
- iv. 在做好你满意的形状后，准备制作你的玻璃混合物。

## 第 2 阶段：样品

1. 现在我已经研究并设计出了自己满意的形状，这是否意味着接下来我可以进行样品制作了？

a. 是的！现在你该制作自己的玻璃混合物了。以下是操作方法：

- i. 首先，用烹饪喷雾剂喷洒烤盘/铝箔模具，防止糖混合物粘住烤盘或模具。
- ii. 将糖、水、玉米糖浆和塔塔粉放入锅中。用中火将配料慢慢煮沸，并不断搅拌混合物。注意不要让混合物温度过高，否则会焦糖化或烧糊。
- iii. 随着混合物温度升高，它会从混浊变得清澈。当混合物顶部形成泡沫时，你就知道它要沸腾了。
- iv. 将糖果温度计放入锅中。让混合物保持小火沸腾，直到温度达到 300 度。（请耐心等待—这个过程可能需要一个多小时！）。
- v. 当混合物温度达到 300 度时，慢慢将其倒在烤盘上。一定要非常小心—它真的很烫！
- vi. 把烤盘放在坚硬的表面上，让其冷却约一个小时。当它开始冷却时，可添加任何强化材料（如木质串肉扦或吸管）来增强你的设计。
- vii. 当混合物冷却后，用热水烫一下刀，然后用刀轻轻地在混合物边缘和烤盘之间划过。这能帮助你新做好的玻璃板与烤盘分开。当你把它们分开后，轻轻地将烤盘翻过来，玻璃板就落在你手里了。

b. 看看—你做好了一块玻璃板！下一步，你会看到它在一系列测试中的表现。

# REACH FOR THE SKY

## 第 3 阶段：测试

1. 写下你的假设，描述你制作的玻璃将如何经受“测试”采集表上的一系列测试。
2. 使用“测试”采集表来评估你的玻璃结构在经受一系列挑战时表现如何。
3. 进行所有四项测试，将你的观察结果写在采集表上。
4. 完成每项测试后，请对你的结果进行回顾。你的哪个假设实现了？有什么让你感到惊讶？将其写在你的“测试”采集表格中。

## 第 4 阶段：思考

1. 你的玻璃在测试程序中表现如何？
2. 你会对自己的样品做哪些改进？

## 第 5 阶段：改进

1. 想象一下，如果你需要制作几个可以组合在一起的玻璃板。这会如何影响你的设计？
2. 想想玻璃在我们日常生活中各种各样的用途：我们用它来做饭、制造光纤电缆、保证我们在汽车和飞机上的安全，还用它来建设我们的城市。玻璃的性质如何让它在所有这些差异巨大的用途中游刃有余？
3. 全家人一起观看 [未来已来 \(The Future is Now\)](#) 虚拟实地考察，并亲自参观位于哈德逊广场的 Edge。在观看或参观时，请观察所有不同的玻璃运用方式。暂停并观察不同的玻璃结构，花点时间了解人们如何运用这种古老的材料设计出一栋全球最现代化、最具可持续性的大楼！科学和工程能帮助我们构思更加美好、可持续的未来。你能如何利用科学的力量对周围的世界进行创新？

# REACH FOR THE SKY

## 国家标准

新一代科学教育标准 (NGSS)

### **MS-ETS1-3.**

分析测试数据，判断几个设计解决方案之间的相似点和不同点，确定每个设计解决方案的最佳特点，并将这些特点组合成一个新的解决方案，以更好地满足成功标准。

### **MS-PS1-3.**

**收集并理解信息，对来自自然资源的合成材料及其社会影响进行描述。** [解释说明：重点是自然资源经过化学过程形成合成材料。新材料的例子可能包括新的药品、食品和替代燃料。] [评估边界：评估仅限于定性信息。]

**操作说明**

1. 玻璃板制作完成后，对以下列出的所有四项测试分别提出假设。将你的假设写在表格中相应栏的下方。
2. 写下你的假设后，请完成所有四项测试。进行测试时，将你的观察结果记录在表格中。
3. 完成所有四项测试后，确定你的假设与实际测试结果之间的相似点和不同点。记下所有让你感到惊讶的结果！

	假设	测试观察结果	假设与测试结果之间的相似点/不同点
<p><b>透明度</b></p> <p><b>测试 1：</b> 让光照射你的玻璃板。透过它你能看到东西吗？</p>			
<p><b>抗压能力</b></p> <p><b>测试 2：</b> 一只手握住玻璃板，另一只手轻轻敲击玻璃板前部。它是否出现碎裂或断裂？</p>			
<p><b>化学稳定性</b></p> <p><b>测试 3：</b> 用喷水瓶的最大水流对你的玻璃板喷五次水。它是否融化？</p>			
<p><b>耐热性</b></p> <p><b>测试 4：</b> 将玻璃板放在蜡烛或打火机火焰上方约 10-12 英寸处。放置 30 秒。它是否融化？</p>			