

课程重点

课程重点介绍不同粗度等级糖所生成的糖结晶形状和表面积有何不同。学生探索表面积、纳米结构并分组参与实践活动。

课程概要

“糖结晶”问题探讨纳米结构如何影响表面积以及如在不影响分子结构的前提下将糖改变为不同的粗度。学生分组探索不同状态的糖与表面积和分子结构的关系。

年龄段

8-14.

目标

- ◆ 了解纳米结构。
- ◆ 了解晶体。
- ◆ 了解表面积。
- ◆ 了解团队协作以及分组工作。

预期的学习成果

通过这次活动，学生应了解：

- ◆ 纳米结构
- ◆ 表面
- ◆ 如何解决问题
- ◆ 团队协作



课程活动

学生了解如何在纳米水平上改变表面积。学生分组探索不同粗度下不同形式的糖。然后他们预测不同粗度糖溶液中生长的糖结晶在分子水平上有什么不同。学生做出预测、进行研究并向全班介绍。

资源 / 材料

- ◆ 教师资源文档（附）
- ◆ 学生作业单（附）
- ◆ 学生资源表（附）

符合美国教学大纲

请参见随附的教学大纲表。

因特网上相关信息链接

- ◆ TryEngineering (www.tryengineering.org)
- ◆ TryNano (www.trynano.org)
- ◆ National Nanotechnology Initiative (www.nano.gov)

推荐读物

- ◆ The Science of Sugar Confectionery (ISBN: 0854045937)
- ◆ Nanotechnology For Dummies (ISBN: 978-0470891919)
- ◆ Nanotechnology: Understanding Small Systems (ISBN: 978-1138072688)

可选的写作活动

- ◆ 写一篇短文或一段话介绍不同等级糖的表面积对于想要为面包圈上糖衣的面包师来说有多重要。他们是不是需要更多的砂糖，而不是糖粉？原因是什么？

教师适用：
符合美国教学大纲

注：此系列的所有课程计划都符合美国国家研究委员会制订并由美国国家科学教师协会认可的美国国家科学教育标准，还符合国际科技教育协会相关的技术素养标准或美国国家数学教师委员会的学校数学的原则和标准。

◆ 美国国家科学教育标准幼儿园到 **4** 年级（**4 - 9** 岁）

内容标准 **A**：科学探索 通过这些活动，所有学生应培养

- ✦ 进行科学探究的必要能力
- ✦ 对科学探究的了解

内容标准 **B**：物理科学 通过这些活动，所有学生应了解

- ✦ 物体和材料的属性

内容标准 **E**：科学和技术 通过这些活动，所有学生应培养

- ✦ 技术设计的能力

内容标准 **G**：科学的历史和本质
通过这些活动，所有学生应了解

- ✦ 科学是人类智慧的结晶

◆ 美国国家科学教育标准 **5** 年级到 **8** 年级（**10 - 14** 岁）

内容标准 **A**：科学探索 通过这些活动，所有学生应培养

- ✦ 进行科学探究的必要能力
- ✦ 对科学探索的了解

内容标准 **B**：物理科学 通过这些活动，所有学生应了解

- ✦ 物质的属性和属性变化

内容标准 **E**：科学和技术
通过这些活动，**5** 年级到 **8** 年级的所有学生都应培养

- ✦ 技术设计的能力
- ✦ 对科学和技术的了解



教师适用：
符合美国教学大纲

◆ 学校数学的原则和标准（6 – 18 岁）

测量

- ✦ 了解可测量的物体属性以及测量的单位、系统和过程。
- ✦ 采用适当的方法、工具和公式确定测量。

学科联系

- ✦ 在数学以外的环境中认识和应用数学。

◆ 技术素养标准 – 所有年龄

技术的本质

- ✦ 标准 1：学生将了解技术的特性和范围。

技术和社会

- ✦ 标准 6：学生将了解社会在技术发展和应用中扮演的角色。



教师适用： 教师资源

◆ 课程目的

课程重点介绍不同粗度等级糖所生成的糖结晶形状和表面积有何不同。学生探索表面积和纳米结构概念，并分组参与实践活动，包括从不同的糖样本中生长糖晶体。

◆ 课程目标 了

解纳米结构。

- ✦ 了解晶体。
- ✦ 了解表面积。
- ✦ 了解团队协作以及分组工作。

◆ 材料

学生资源表

- ✦ 学生作业单
- ✦ 教室用显微镜或显微相机
- ✦ 溶解挑战：为每个团队分配一套材料：
 - 至少容纳 4 杯水的两个干净耐热玻璃杯或量杯（也可用于晶体挑战）、温水、1 茶勺砂糖、1 茶勺糖粉
- ✦ 晶体挑战：为每个团队分配一套材料：
 - 至少容纳 4 杯水的两个干净保温玻璃杯或量杯、2 条长度为杯子高度 1.5 倍的细棉线、2 支铅笔或木棍、在棉线上悬挂的重物（垫圈、螺钉）、3 杯砂糖、3 杯糖粉或细砂糖、2 杯非常热的水（由成年人倒）



◆ 步骤

1. 向学生展示不同的学生参考表。可以在课堂上当场阅读，或者在头天晚上作为家庭作业发给学生阅读。
2. 溶解挑战：
 - a. 学生在两个玻璃杯中分别倒入一杯温水。
 - b. 学生在一个杯子中加入 1 茶勺糖粉，在另一个杯子中加入 1 茶勺砂糖。
 - c. 学生观察哪个杯子中的糖溶解得更快并回答关于表面积对结果有什么影响。

糖结晶挑战

第 5 页，共 14 页

由 IEEE 作为 TryEngineering 的一部分开发

www.tryengineering.org © 2018 IEEE - All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the [IEEE Terms and Conditions](#).

教师适用：教师资源（续）

◆ 步骤（续）

3. 晶体挑战：

- a. 教师/成人首先在两个杯子中分别倒入一杯非常热的水。
- b. 学生在每个杯子中加入 3 杯各类糖并搅拌以溶解 - 在糖溶解后水会看起来非常澄清。注意 - 另外的方法是烧开水以溶解糖 - 如果采取此方法，成人应准备煮开的糖溶液。
- c. 将棉线浸入糖水中并将一头系在铅笔上，从而让另一头垂直悬在糖溶液中。可加上一个重物（垫圈、螺钉）以保证棉线保持竖直。您也可提前准备棉线，将它们浸在糖溶液中并晾干。采用此方法时，在放入糖溶液前棉线上已经有了部分糖晶体，可作为新晶体形成的基础而加速结晶过程。
- d. 在 4-7 天内每天观察这两个杯子。
- e. 记录晶体的生长。
- f. 在显微镜下分别查看产生的三种晶体并在提供的表格中记录观察结果。

4. 评价 - 学生填写评价/反馈表。

◆ 所需时间

在 7 天内两到三次 45 分钟课程。

◆ 提示

- 在学校能够在成人监控下使用开水时推荐使用开水替代“热”水。
- 如果没有显微镜，可使用任何视频示波器，将其连接到监视器或计算机显示器上查看。例如“Eye Clops”电子眼（25-45 美元）或 Carson zPix 数字显微镜（79 美元）。



学生适用：

什么是纳米技术？

想象一下如果你能观察到一个血红细胞在你的静脉中的流动。如果能够观察钠原子和氯原子相互接近到足以转移电子而形成盐结晶，或者观察随着一盆水中温度的升高分子开始振动，那将是怎样的一幅情景？经过过去几十年工具或“观测仪器”的发明和改进，我们能够观察到像本段开头所描述那样的很多情景。这种在分子或原子水平观察、测量甚至操纵材料的能力就叫做纳米技术或纳米科学。如果我们有一“纳”的东西，我们就拥有那件东西的十亿分之一。科学家和工程师在很多“东西”上应用了“纳”的前缀，例如纳米（长度）、纳秒（时间）、纳升（体积）和纳克（质量）以表示极微小数量的东西。但大多数时候还是用于长度，而且我们用纳米 (nm) 测量和表示。一个原子直径小于 1 nm，而 10 个氢原子排成一行才是 1 nm 长。其他原子虽然比氢原子大，但直径仍小于 1 纳米。普通的病毒直径约为

100 nm，而细菌的全长一般为 1000 nm。而能够让我们观察之前无法看到的纳米世界的工具或新“观测仪器”称为原子力显微镜和扫描电子显微镜。

◆ 扫描电子显微镜 扫描电子显微镜是一种特殊类型的电子显微镜，能够通过光栅扫描模式用高能电子束扫描样品表面从而产生图像。在光栅扫描中，图像被切割为一组成为“扫描行”的（通常为水平的）条带。电子与组成样品的原子相互作用产生信号，从而提供关于样品表面的形状、组成甚至是否能够导电的数据。



学生适用：纳米技术的应用

因纳米水平改变而表现出不同物理属性的材料已经为很多新应用打开了大门。很多这些应用仍处于不同的研发阶段，但有些已经商业化。

例如集成纳米颗粒与织物制成的防污衣料已经上市。汽车制造商通过纳米晶体增强汽车保险杠强度。彩色过滤器和彩色灯泡已通过改变悬浮液的光学属性（通过变化溶液中胶质颗粒的大小和形状）而制造。自行车支架和网球拍的产品已经设计采用碳纳米管以增强强度和减轻重量。

◆ **生物医学应用** 纳米科技有望通过疾病的早期和可靠诊断、更好的药物、精准的给药、改进的植入物和其他应用而全面改善健康护理的质量。生物传感器 - 组合了纳米材料、新颖设备制造技术和信号处理中的进展 - 已经为早期检测几种危及生命的疾病而开发。这些传感器使用碳纳米管或硅纳米线容纳探测分子来寻求识别特定状况或疾病的印迹。采用此方法的纳米生物传感器有望通过计算机芯片业开发的技术大规模生产。纳米技术也将在治疗中发挥重要作用。纳米技术有望起到作用的两个方面是通过纳米技术合成改良药物以及精准给药。具体来说，某一族叫做树枝状聚合物（重复分支的分子）的分子是有效给药的候选载体。这些大聚合分子在中心有着口袋一样的结构，可用于容纳药物以携带到其目的地。

◆ **交通行业中的应用** 纳米技术在交通行业中的主要贡献之一是为飞机和汽车制造重量更轻和强度更高的复合材料。复合材料由物理或化学性质显著不同的两种或以上的材料制作。这些性质在最终的结构中仍保留下来。纳米复合材料的前景在于它们比任何其他目前广泛使用的复合材料更轻、更结实。



学生资源：什么是表面积？

表面积是物体表面有多少暴露面积的衡量。它以平方单位表示。如果一个物品表面平整，则其表面积可通过累加所有表面的面积计算。甚至球体等表面光滑的物体也有表面积。

◆ 正方体表面积的计算公式 立方体的表面积可用以下公式表示：

$$x = 6Y^2 \text{ (或 6 倍的 } Y \text{ 的 } Y \text{ 次方)}$$



左图显示了一个立方体，其中每个边的边长为 Y 。因为所有的面都是正方形，所以边长均相等。为了确定立方体的表面积，我们首先要找出一个面的面积。一个面的面积是 $Y \times Y$ 或 Y^2 。为了找出立方体的表面积，我们需要将一个面的面积乘以 6 。比如 Y 的长度等于 10 毫米，则一个面的面积为 100 平方毫米，而立方体的表面积为 600 平方毫米。

◆ 长方体表面积的计算公式 长方体的表面积可用以下公式表示： $x =$

$$4AB + 2AC$$



对于长方体来说，所有的面都不是相等的...但需要测量三个不同的长度。如上图，这三个长度用 A 、 B 和 C 表示。为了确定长方体正面的面积，我们需要用 A 乘以 B 。因为长方体的四个表面面积相等，所以公式中需要 $4 \times A \times B$ 以确定这些长方形的面积。我们也需要确定两个较小表面的面积。在此例中，我们需要用 A 乘以 C 。而且因为长方体有两个这样的“面”，所以我们需要 $2 \times A \times C$ 才能完成表面积计算公式。如果例如 A 等于 10 毫米， B 等于 30 毫米， C 等于 15 毫米，那么：

$$A \text{ 乘以 } B = 300 \text{ 毫米，所以 } 4AB = 1200 \text{ 平方毫米}$$

$$A \text{ 乘以 } C = 150 \text{ 毫米，所以 } 2AC = 300 \text{ 平方毫米}$$

$$\text{所以长方体的表面积为 } 1500 \text{ 平方毫米}$$

◆ 为什么表面积重要 在纳米水平下颗粒的基本属性与大颗粒完全不同。这可能包括机械属性、颗粒是否导电、其受到温度改变的影响甚至化学反应如何发生。表面积是随颗粒变小而改变的因子之一。因为化学反应通常在颗粒的表面上发生，所以如果可用于反应的表面积增加，纳米反应就会完全不同。

学生活动：溶解挑战

你们是一组工程师，接受挑战探索糖的表面积如何根据状态而改变。糖可以形成用途不同的多种大小的晶体。

◆ 糖的类型 粗砂糖：粗粒糖，常用于在装饰曲奇和糖

果等烘焙食物时增加光泽。“光泽”来自大粒糖晶体反射的光。

砂糖：普通砂糖颗粒大小约 0.5 毫米，通常用于咖啡或茶饮料。

细白砂糖：细白砂糖是经筛选砂糖到 0.35 毫米大小的较细砂糖，常用于烘焙食品中。

糖粉：糖粉也被称为糖霜粉，是非常细粒的糖。糖粉粒的直径大约 0.060 毫米，而糖

霜粉粒的直径大约 0.024 毫米。烹饪中，它们常在需要糖快速溶解时使用。也用于制造糖霜或糖衣以及其他蛋糕装饰物。

无论糖的粗度如何，基本的糖分子都是一样的。

◆ 对表面积的影响： 一克糖粉的表面积远大于一克细白砂糖的表面积。而一克细白砂糖的表面积 又远大于一克砂糖的表面积。

◆ 溶解挑战： 将两个透明玻璃杯中分别倒入一杯温水。同时在一个杯子中加入 1 茶勺糖粉，在另一个杯子中加入 1 茶勺砂糖。回答以下问题：

哪种糖溶解得更快？ 你为什么认为确实是这样？表面积如何

影响某种糖首先溶解？



糖结晶挑战

第 10 页，共 14 页

由 IEEE 作为 TryEngineering 的一部分开发

www.tryengineering.org © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the [IEEE Terms and Conditions](#).

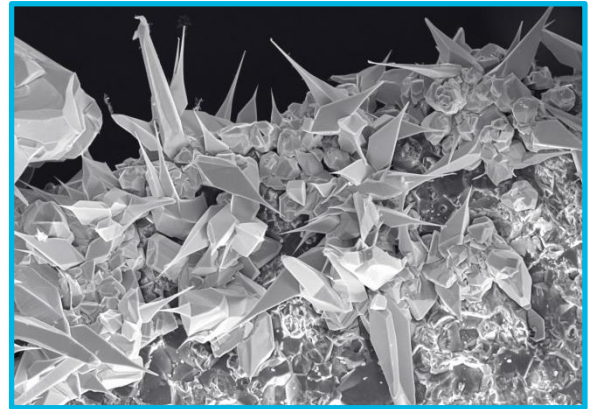
学生活动：晶体挑战

◆ 什么是晶体？晶体是一种原子、分子或离子在三维空间内有序重复排列延伸的固态物质。由液体或溶解于液体中物质形成晶体结构的过程叫做结晶。由液体形成的晶体结构取决于液体的化学性质以及周围环境的物理条件，例如气压如何。雪花、钻石和食盐都是晶体。结晶学是对晶体及其形成的科学研究。

◆ 什么是饱和？

糖等物质在水中仅可溶解到某一点 - 然后即使你加入更多的糖，它也会保持 固态形式 - 这个点叫做饱和点。在此课程中，我们将在热水中溶解两种不同

类型的糖。然后随着水慢慢蒸发，溶液将会饱和，这样糖会附着在棉线上并 形成粘着其上的固态糖分子。这些分子会吸引越来越多的糖分子直到形成晶 体。随着时间的推移，更多的水将会自然蒸发，而糖水溶液甚至会更加饱 和，这样棉线上糖晶体的厚度就会增加。你们最后形成的糖晶体线上将包括 大约一千万亿个 (1,000,000,000,000,000) 分子。



◆ 挑战 以小组形式讨论并提出关于以下问题的假设：如果你们溶解粗度不同的糖（砂糖、糖粉、方糖）到水中 然后生长糖晶体，产生的晶体在显微镜下看起来会一样吗？或者是否根据糖的初始粗度的区别外观仍不 同？请回答下面方框中的问题：

描述你们的回答并为你们的假设至少提出两个支持论点。

理由是什么？

1.

2.



学生活动

晶体挑战（续）

◆ 试验阶段 你们得到了教师发放的一套材料，包括：

- ✦ 至少容纳 4 杯水的两个干净耐热玻璃杯或量杯
- ✦ 2 条长度为杯子高度 1.5 倍的细棉线
- ✦ 2 支铅笔或木棍
- ✦ 在棉线上悬挂的重物（垫圈）
- ✦ 3 杯砂糖
- ✦ 3 杯糖粉
- ✦ 2 杯非常热的水（由成年人倒）

◆ 观察

你们以小组形式尝试用两种不同的糖生长糖晶体 - 砂糖和糖粉。请记住，砂糖 的粒度大约 0.5 毫米，而糖粉的粒度大约 0.060 毫米。在显微镜下或使用数字 电视或监测示波器观察砂糖和糖粉。在下表中记录观察结果并在生长出晶体后完成。

	砂糖	糖粉	砂糖溶液中生长出的晶体	糖粉溶液中生长出的晶体
用文字描述你们看到了什么				
画出你们看到了什么				



学生活动：晶体挑战（续）

◆ 调查/研究

1. 标记一个玻璃杯为“砂糖”并标记另一个为“糖粉”以在调查中区分它们。
2. 在标记的杯子中加入 3 杯相应的糖。
3. 让成年人在两个杯子中分别倒入一杯热水。
4. 搅拌水中的糖直到水看起来完全透明 - 这意味着糖溶解了。注意另外的方法是将水加热至沸腾以溶解糖 - 如果采取此方法，教师应准备煮开的糖溶液。
5. 在两种糖溶液中分别浸入一条棉线并把它放在一个盘子上至少干燥 10 分钟。干燥的时间越长越好。采用此方法时，在放入糖溶液前棉线上已经有了部分糖晶体，可作为新晶体形成的基础而可加速结晶过程。
6. 将每杯的相应棉线一头系在铅笔上，从而让另一头垂直悬在糖溶液中。你们可以在棉线底部系上螺钉或螺栓以保证其在糖溶液中垂直悬挂。
7. 每天检查晶体的生长并记录观察结果。
8. 用显微镜像查看原始糖样本那样查看砂糖和糖粉溶液生长出的晶体样本。在前一页的表中记录观察结果。



学生活动：晶体挑战（续）

◆ 评价阶段 请以小组形式回答以下问题：

1. 比较砂糖和糖粉溶液中生长出的晶体。确保说明具体并在需要时画图解释。
2. 你们关于晶体的假设与实际结果相比如何？你们是否对于看到的结果感到惊讶？
3. 列出表面积较大的糖比较粗的糖更好的两种用途。你为什么认为确实是这样？
4. 为纳米技术原理推荐另一种用途。例如工程师在试验用纳米结构增加太阳能面板的表面积使其更加高效，因为阳光到达表面的机会更大。你们能想到类似的想法吗？
5. 你们在此课程中学到的纳米技术或纳米结构的哪一方面最有趣？