课程重点

课程重点介绍纳米科技如何影响从油漆到纺织品的多种日常物品的设计和工程学。学生学习疏水作用以及如何在纳米水平下重新设计产品而利用类似的特性。学生分组开发一种防水材料并将其结果与工程师和科学家最近开发的纳米防水材料相比较。

课程概要

"纳米防水材料 "课程探讨了如何在纳米水平上修改材料以获得防水和防污等特性。学生"设计小组"为一块棉布开发防水技术并与一块经纳米科技改造的织品进行比较试验。

年龄段

8-18.

目标

- 了解纳米科技。
- 了解疏水作用。
- 了解表面。
- 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

学生了解纳米科技是如何影响纺织品的制造和使用的。然后学生分组为一块棉布制定一个防水开发计划，然后执行此计划、对这块棉布进行试验并检查表面经纳米科技改造的织品样本。

资源 / 材料

教师资源文档（附）

 © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

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)
- Nano-Tex (www.nano-tex.com)

推荐读物

- 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在医院或养老院中使用的织品、表面或材料上应用纳米技术的可能好处。

课外作业

- 让年长的学生尝试用他们能够想到的任何方式去除纳米织品的防水功能。例如，他们可以刮擦表面、染色、煮沸、清洗、冷冻或熨烫。

 © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

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
❹进行科学探究的必要能力
❹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
❹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
❹技术设计的能力
❹区别天然物体与人造物体的能力

内容标准 **F**：人文社会科学通过这些活动，所有学生应了解
❹本地问题中的科学和技术

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
❹进行科学探究的必要能力
❹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
❹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
❹技术设计的能力
❹对科学和技术的了解
❹社会科学和技术

内容标准 **F**：人文社会科学通过这些活动，所有学生应了解

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：
符合美国教学大纲（续）

美国国家科学教育标准 **9** 年级到 **12** 年级（**14 - 18** 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
- 原子的结构
- 物体的结构和属性

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
- 对科学和技术的了解

内容标准 **F**：人文社会科学通过这些活动，所有学生应了解
- 当地、本国和全球面临的科学技术挑战

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。
- 标准 3：学生将了解不同技术之间的关系以及技术与其它研究领域之间的联系。

设计
- 标准 9：学生将了解工程设计。
- 标准 10：学生将了解故障排除、研究开发、发明创新和实验在解决问题过程中的作用。

技术方面的能力
- 标准 11：学生将培养应用设计过程的能力。
- 标准 13：学生将培养评估产品和系统影响的能力。
- 标准 19：学生将了解并能够选择和使用制造技术。

已设计好的领域

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

课程目的课程重点介绍纳米科技如何影响从油漆到纺织品的多种日常物品的设计和工程学。学生学习疏水作用以及如何在纳米水平下重新设计产品而利用类似的特性。学生分组开发一种防水材料并将其结果与工程师和科学家最近开发的纳米防水材料相比较。

课程目标

- 了解纳米科技。
- 了解疏水作用。
- 了解表面。
- 了解团队协作以及分组工作。

材料

- 学生资源表
- 学生作业单
- 显微镜或显微相机（可选）；用于试验织品的水槽或水桶
- 为每组学生分配一套材料： o四块 4 X 4 英寸的普通白棉布 o一块在纳米水平下改造过的 4 X 4 英寸织品（建议 -

  购买一件由纳米纺织材料制作的白色 T恤并在剪开后发给全班。
  您可在商店或网上买到这些材料 -请参考
  www.nano-tex.com/company/brand_partners.html。）
  - "防水"材料：石蜡、蜡笔、亚麻籽、羊毛脂、粘土、胶水、用于修平的勺子或棍子 -或者学生建议的其他物品

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.按 2-3 人对学生进行分组；给每组提供一套材料。

3.向学生解释他们必须想出一种方式让一块棉布 "防水"，而这块布将用来制作一件衬衫。在这里，"防水"指棉布不会吸收水，而且水会在棉布上形成小珠。

4.学生共同为三种不同的防水方法写出书面计划：棉布 A、棉布 B 和棉布 C。（第四块棉布作为出现失误时的备用）

5.然后学生"制作"三块防水棉布。

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）

1　　作为课外作业，学生可以用显微镜查看他们的“防水”棉布以了解每种“防水”方式是如何改变表面的。请另外提供一块经纳米技术改造的织品样本以便他们查看。正因为用普通教学显微镜无法看出变化，学生才可以通过观察这看起来相同的两种棉布感受不同类型显微镜的威力。

2　　接下来学生小组用一盆水或水槽试验他们的面部、填写一份评价 /反馈表，并向全班介绍自己的收获。您也可以考虑用带颜色的水或果汁试验防污效果。

☞所需时间两到三次 45分钟课程。
☞可选模型制作课外作业让学生制作一个能表示疏水作用的模型。这可以用吸管或牙签连接的泡沫球制作，以模拟叶片表面上有疏水作用的微小发丝状凸起。这也有助于形象地展示纳米水平的防水功能。

 © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

学生适用：什么是纳米技术？

想象一下如果你能观察到一个红血细胞在静脉中的流动。如果能够观察钠原子和氯原子相互接近到足以转移电子并形成盐结晶，或者水温升高时分子的振动情况，那将是怎样的一幅情景？因为过去几十年中工具或“观测仪器 ”的发明和改进，我们能够观察到像本段开头处所描述的很多情景。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。如果我们有某件东西的一“纳米”，就是说我们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“纳米”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，而且我们讨论的就是纳米 (nm) 测量。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，图像被切割为一组称为“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，从而得到样品的表面形状、组成、甚至能否够导电的数据。右图是放大约 500 倍的多种常见植物的花粉。它是使用美国新罕布什尔州达特茅斯学院达特茅斯电子显微镜室的一台扫描电镜拍摄的。其他图像请浏览 www.dartmouth.edu/~emlab/gallery 观看。

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.

学生适用：什么是疏水作用？

疏水这个词由 hydro（水）和 phobos（恐惧）这两个字组成。我们可以通过混合油和水看到这种作用。另外，也可通过雨后叶片和花瓣的滴水情形看到这种作用。对于叶片来说，排水剂有时可能是叶片上的蜡涂层，也可能是叶片表面上疏水的微小发丝状凸起间形成的空气缓冲层 -用空气赶走水。

超疏水表面莲属植物叶片等具有高度疏水或很难湿润的表面。水滴的接触角超过 150° 且滚落角小于 10°。这被称为荷叶效应而右图正是描绘了这一概念。

纺织中的应用？了解疏水作用的科学家和工程师决定在纺织品表面应用纳米技术，让它们也能够防水！防水的特性也常会有助于纺织品防污，因为液体不会轻易浸透纺织品纤维。Nano-Tex 公司即有这样的产品。这家公司在部分叶片表面拥有微小“发丝”的启发下为棉织品表面添加了纳米“胡须”。让棉织品具有疏水作用是比较困难的 -棉纤维的形状像一个圆筒，而 NanoTex 公司在这个圆筒的表面上布满微小的纳米“胡须”，让它具有了毛绒绒的表面。这种纤维看起来或感觉起

来没有任何不同，但它确实可以赶走液体。而且因为液体不会浸润纤维，所以这一过程也有助于棉织品防污。Nano-Tex 公司利用纳米技术：1)设计具有指定性能特性的分子；2)通过设计让分子异常精确地聚集在纺织品表面；而且 3)通过专利的粘合技术确保这些分子稳定地连接到纺织纤维上。如果这些分子不能稳定地连接到纤维上，那么这些织品在用洗衣机洗上几次后就会失去排斥水的能力。目前全

球有 80多家纺织品工厂采用 Nano-Tex 公司的技术处理产品，并以 100 多种服饰和商用家用的品牌销售。这只是一个行业如何应用纳米技术解决问题的例子 -请访问 www.trynano.org 探索更多的例子。

 © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.

学生活动：防水挑战

你们是一组工程师，接受了为防水布开发新工艺的挑战。你们已经得到几片棉布以及你们可能决定用于自行开发防水技术的多种材料。在这里，“防水”指棉布不会吸收水，而且水会在棉布上形成小珠。你们可以尝试两或三种不同的解决方案并看看哪种最有效！

✍规划阶段以小组形式共同讨论你们需要解决的问题。在下面的方框中介绍你们的解决办法并列出你们认为可能用于解决此问题的材料。解释为什么你们认为自己的解决方案能够解决问题！

棉布 **A** 你们的计划和假设： 需要的材料：
棉布 **B** 你们的计划和假设： 需要的材料：
棉布 **C** 你们的计划和假设： 需要的材料：

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：防水挑战（续）

制作阶段执行你们计划的每一步（确保标记每块棉布，这样你们就知道一块棉布上采用了什么样的工艺）。

调查阶段如果你们有显微镜，请查看你们制作完成的每一片棉布并在下面的方框中描述你们看到了什么，另外请同时注明你们看到的及其与其他棉布有哪些不同之处。你们也将有机会查看一块经纳米技术改造的棉布！请考虑棉布的表面是光滑的、凹凸不平的、凸起的、凹下去的还是具有其他特性。

棉布 **A** 你们的计划和假设：   需要的材料：

试验阶段在水盆或水槽中放入你们的棉布，然后倒入水，观察棉布上的水是否形成小珠或者被吸收。如果你们的老师同意，你们也可以使用颜色水或果汁以便更容易观察水是否被吸收。请在下面注明你们的观察结果。

棉布 **A** 你们的计划和假设：   需要的材料：
棉布 **B** 你们的计划和假设：

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：防水挑战（续）

评价阶段请以小组形式回答以下问题：

1. 你们的三块棉布中是否有防水的棉布？

如果有，你们认为哪一种工艺最好？理由是什么？如果没有，你们认为为什么你们的工艺没有效果？

2. 你们认为在其他小组的解决方案中哪一种最好？理由是什么？

3. 如果你们清洗和烘干了你们的棉布，你们认为会发生什么？这些棉布仍然能够防水吗？

4. 在显微镜观察比较中，让你们最惊讶的观察结果是什么（如果你们完成了活动的这一部分）？

5. 经纳米技术处理的棉布与你们在浸水试验中表现最好的棉布相比有什么不同之处？

6. 在显微镜下，经纳米技术处理的棉布与你们表现最好的棉布相比有什么不同之处？

7. 如果你们不得不从头再来一次，你们小组会用什么样的其他方式解决此问题？理由是什么？

8. 你们认为材料工程师在产品试验中不得不修改他们原来的设计吗？他们这样做的理由是什么？

9. 你们是否发现班内的很多不同解决办法都实现了项目目标？这在真实世界中工程设计小组解决问题方面对你们有哪些启发？

10. 你们认为如果你们独自工作会更加容易完成此项目吗？请解释 ...

11. 你们能够想到哪些应用可通过纳米技术进行表面改造来改善功能或性能？其中一种想法是汽车挡风玻璃，这样水就会更快地流走 ...你们还能想到什么？

 © 2018 IEEE – All rights reserved.
Use of this material signifies your agreement to the IEEE Terms and Conditions.