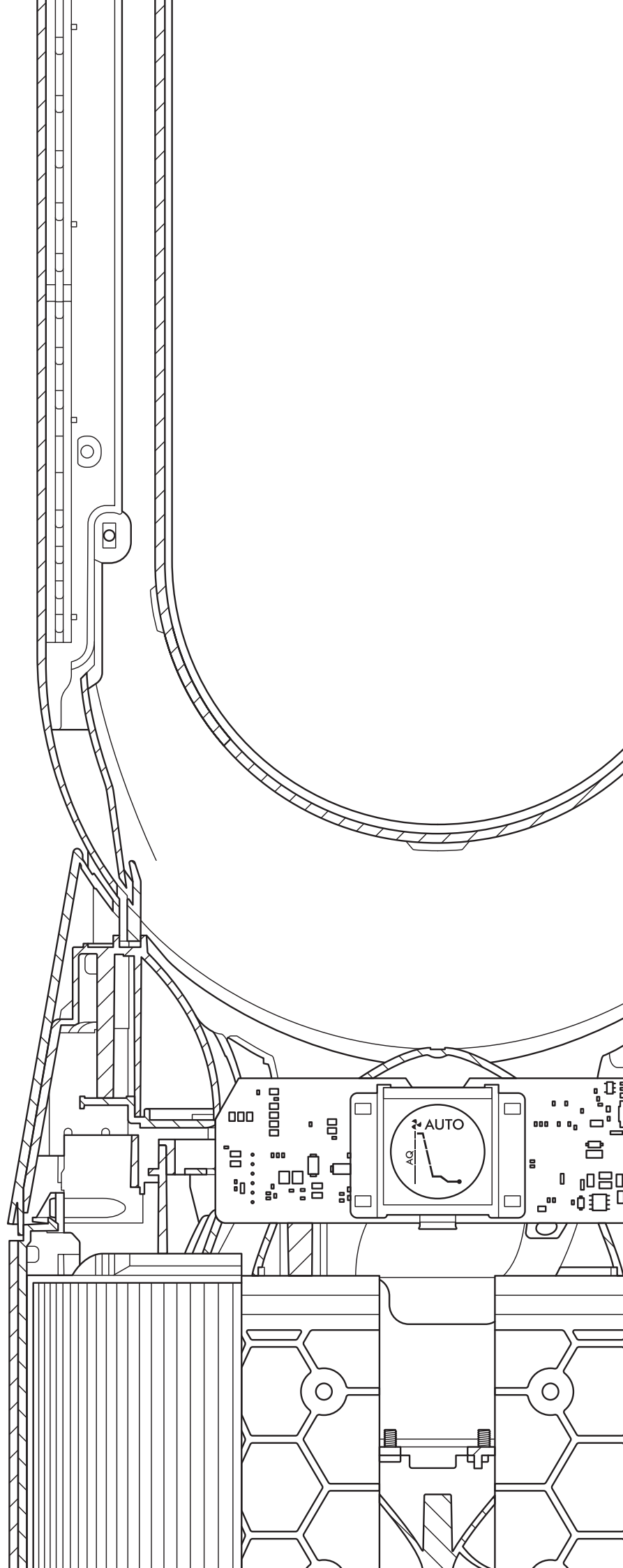


THE
JAMES
DYSON
FOUNDATION

教学内容包

年级 3 和 4
工程解决方案：
空气污染



简介

本教学内容包将向您的学员介绍工程设计方面的知识, 并探讨工程师如何解决全球挑战, 重点介绍空气污染问题。在五个课时的学习中, 学员将了解什么是空气污染, 以及戴森 Pure Cool™ 空气净化风扇如何解决室内空气污染的难题。学员将完成实验并分析数据, 并且按照设计流程设计和构建他们自己的空气污染解决方案。本教学包旨在对年级 3 和 4 的科学和设计与技术课程进行补充。

如果您遵循我们提供的课时计划授课, 学员将:

了解空气污染, 以及全球空气污染的来源

考虑他们自己接触空气污染的情况

收集和/或分析关于空气污染的数据

分析戴森 Pure Cool™ 空气净化风扇

考虑针对空气污染的全球工程解决方案

制定、演示和评估他们自己的空气污染解决方案

请注意, 每个课时持续 1 小时 30 分钟, 但您可以对课时进行调整, 以适应不同的时间安排 - 例如, 可以省略开场或总结活动, 从而将每个课时缩短到 1 小时。如果时间有限, 也可以分别开展每一个课时。

本教学包包含课时计划、工作表、挂图和视频。它还包含为您提供的摘要信息, 以解释课时与空气污染科学以及戴森技术的关系。在您开始教学之前, 请熟悉这些信息。

您可以在我们的网站上找到这些视频和挂图:

www.jamesdysonfoundation.co.uk

目录

第 01 部分: 初步认知	06
了解空气污染	07
案例研究: Breathe London 可穿戴式传感器研究	13
课时 01: 空气污染及其来源	15
课时 02A: 监测空气质量	19
课时 02B: 监测空气质量	22
第 02 部分: 捕获	26
产品分析: 戴森 Pure Cool™ 空气净化风扇	27
课时 03: 捕获空气污染	32
第 03 部分: 解决方案	35
空气污染工程解决方案	36
课时 04: 设计空气污染解决方案	40
课时 05: 构建空气污染解决方案	42
工作表	44
工作表 01: 空气污染物及其来源	44
工作表 02: 学校周围的空气质量	45
工作表 03: 构建空气质量监测设备	48
工作表 04: 数据收集	49
工作表 05: 数据分析	50
工作表 06: 设计滤网	53
工作表 07: 活性炭实验	56
支持工作表	58
课时 01: 支持工作表	59
课时 02B: 支持工作表	60
课时 03: 支持工作表	62

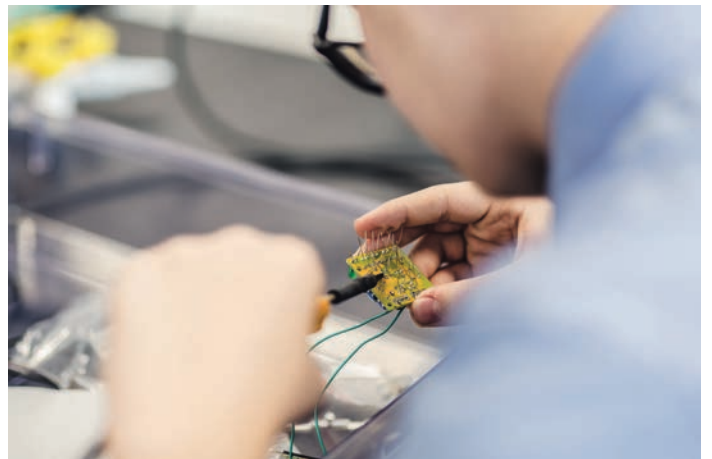
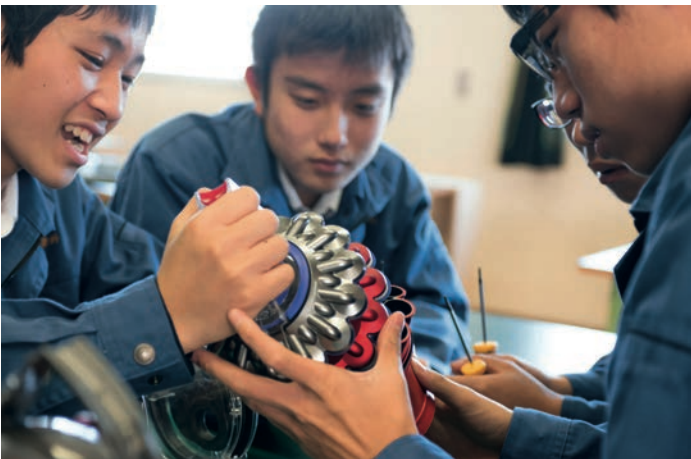
在您打印之前, 请先考虑一下
课时计划和工作表已包含在单独的页面上,
如上所示, 因此, 您无需打印整个文档。

詹姆斯·戴森基金会是戴森的注册慈善机构。该组织成立于 2002 年，它旨在通过教育资源、研讨会和国际设计竞赛来培养新一代的工程师。

“年轻工程师拥有解决全球重大问题所需的热情、意识和智慧。我建立詹姆斯·戴森基金会的目的在于，通过实践学习和实验来培养新一代的工程师，帮助他们运用课堂上学到的理论，解决外部世界令人兴奋的重要工程问题并构建相应的解决方案。”

James Dyson





第 01 部分: 初步认知

学员将了解什么是空气污染, 以及导致空气污染的原因。他们将了解到, 可以使用传感器来监测空气质量, 并考虑采取相应的措施, 以减少上学路上接触到的空气污染。

了解空气污染

空气污染

空气污染是由空气中积聚的颗粒物和气体造成的, 这些颗粒物和气体来自一系列自然与人为来源。空气污染已经成为现代世界里的全球主要问题之一。91% 的人口居住场所空气质量超过了世界卫生组织 (WHO) 空气污染指导限值。¹

气体污染

我们周围的空气大部分由气体组成。它包含 78% 的氮气、21% 的氧气, 其余部分由氩气、二氧化碳和少量其他气体组成, 所有这些气体都在我们呼吸时进入我们的肺部。氧气对于维持我们的生命至关重要, 而其他污染气体可能会对我们造成伤害。

颗粒物污染

空气中还含有颗粒, 我们每天都会吸入数以百万计的颗粒。颗粒是大小以微米 (μm , 即一米的百万分之一) 为单位的小块物质。它们的大小、形状和组成各不相同。颗粒物 (PM) 是空气污染物的一种形式, 它是漂浮在空气中的固体和液体颗粒的混合物。



上学途中的空气污染
尼日利亚

图片来源: Pius Utomi Ekpei/AFP, Getty Images

¹空气污染, 世界卫生组织, <https://www.who.int/airpollution/ambient/en/>

空气污染的来源: 自然来源

天气

温度、降雨和风都会影响空气污染。例如,潮湿和大风条件可将空气污染物从空气中消除或转移到其他地方,从而减少某些地方的空气污染。而干燥和静止条件会导致空气流通不畅,造成空气污染物滞留。这意味着,在内陆地区(比如山城),空气污染物可能会发生积聚。

沙漠沙尘暴

沙尘来自世界各地的干旱和半干旱地区的地表,比如撒哈拉沙漠、澳大利亚东部和戈壁沙漠。大风导致沙尘颗粒从地面升到空中,形成沙尘暴。风可以使沙尘暴传播数千公里,并且可以与人为的空气污染物相结合。这意味着,沙尘可以在世界任何地方(并未靠近沙漠)造成空气污染。

火山

火山喷发会将火山灰释放到空气中。风可以把这些火山灰带到离火山本身数千公里以外的地方。例如,在 2010 年,冰岛一座名为 Eyjafjallajökull 的火山爆发。大约 50% 的火山灰被带到欧洲各地和北大西洋。在火山爆发之后,这些地方的空中交通停止了数天。

森林火灾

森林火灾在世界各地均有发生,产生了大量烟雾污染。由于全球气温和降雨量的变化,这些火灾的发生率和严重程度都在增加,导致火灾季节延长,被烧毁的地理区域变得更大。森林火灾烟雾是一种复杂的混合物,包含 PM、二氧化氮 (NO₂)、一氧化碳 (CO)、臭氧 (O₃) 和挥发性有机化合物 (VOC), 这些物质是通过各种燃烧物来源的燃烧产生的, 此类燃烧物包括树木、干树叶、垃圾以及一些不幸被烧毁的当地住宅。加利福尼亚州是一个森林火灾高发的地方,那里的环境干燥,因此自然事件(比如闪电)或人为来源(比如营火)更容易引发火灾。风也会使森林火灾产生的烟雾发生远距离传播,从而污染城市和城镇的空气。



火山喷发
冰岛 Eyjafjallajökull



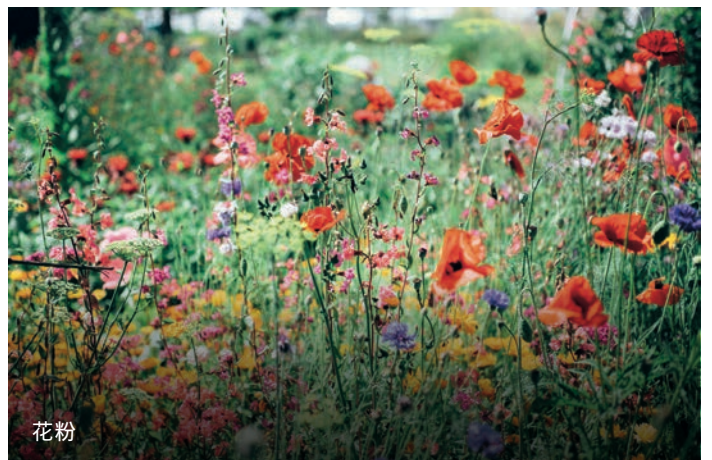
沙尘暴



森林火灾



雨



花粉



森林火灾



风



干燥和静态环境



寒冷环境

空气污染的来源: 人为来源



城市污染
上海

交通

道路运输是城市空气污染的主要来源之一。机动车的废气会向空气中释放有害气体和外覆有毒物质的烟尘颗粒。柴油车的危害尤为严重,它产生的此类污染物的浓度很高。刹车和轮胎上脱落的小块金属和橡胶以及从路面上扬起的灰尘也会导致空气污染。移动的车流使得这些污染物会悬浮在空气中。

发电

我们家庭使用的大部分电力来自于燃烧煤炭、石油、天然气和木材的发电站。这些过程会向大气释放有害的气体污染。

工业流程

工业流程(比如水泥、钢铁、玻璃和纸张的生产)会产生空气污染。在工业和工厂数量很多的地区,空气污染水平很高。

城市化

城市地区(特别是大城市)由于人口众多、交通和工业发达,其空气污染水平高于大多数农村地区。例如,东京、上海和德里等大城市都面临着严重的空气污染问题。污染物在这些人口密集的地方积聚,经常可以看到城市上空出现褐色雾霾。农村地区往往更加开阔,风也更大,这意味着空气污染物更容易散开。这带来了更好的空气质量。

家用产品

研究发现,室内空气质量可能比室外空气质量更差。²建筑材料、清洁产品、家具宠物、蜡烛、植物和气雾剂等家用物品会释放空气污染物。暖气和烹饪等活动也会排放空气污染物。室外空气污染物也可以通过通风和门窗进入家中,然后留在室内。

²Hulin 等人,《基于定量接触评估的呼吸健康和室内空气污染物》,欧洲呼吸杂志,2012年10月。



发电



工业流程



废气



城市化



撒布的无机肥料



燃烧的蜡烛



烹饪油烟



清洁产品和气雾剂

空气污染的影响以及难以解决空气污染的原因

健康

空气污染会以多种方式影响我们的健康, 包括鼻子、眼睛或喉咙刺激、咳嗽、胸闷、呼吸短促、肺功能下降或哮喘发作。有些人比其他人更有可能受到空气污染的影响。

环境

空气污染也会对环境产生不利影响, 比如酸雨、土壤耗损、对森林和农作物的损害、能见度降低、对建筑物的损害和气候变化。

空气污染是一个难以解决的问题, 原因有很多:

从很大程度上来说, 这是一种看不到的问题, 因为大多数空气污染物由非常小的颗粒组成, 肉眼无法看到。

现代人的生活方式所依赖的活动会造成空气污染, 比如驾驶汽车和使用化石燃料为家庭供暖。

空气污染是一个复杂的全球问题, 具有多种原因, 其规模和严重程度在世界各地都不尽相同。

但工程师具备相应的技能和知识, 可以着手解决这个问题。



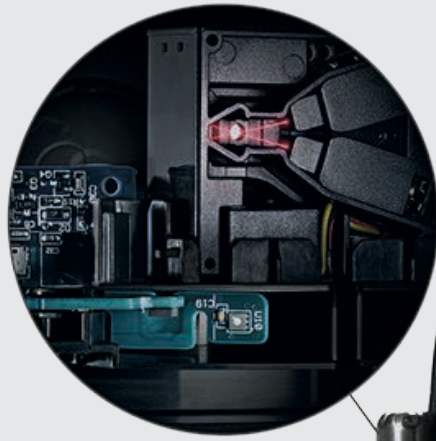
北京的空气污染
中国

案例研究: BREATHE LONDON 可穿戴式传感器研究

自 2009 年以来,戴森一直在开发使用空气质量感应技术的机器。这些设备可测量空气质量水平,通过数据使看不见的空气污染变得可见。戴森工程师利用他们对这项技术的了解,开发了一种可穿戴的空气质量传感器。在 Breathe London 可穿戴式传感器研究中,研究人员就使用了这款传感器来监测学童在上下学途中所接触到的空气质量。伦敦的五所小学的 250 名小学生参加了这项研究。每名学生都背着一个装有可穿戴式传感器和 GPS 的背包。传感器可测量学童在一周内往返学校时接触到的颗粒物和 NO_2 水平。算法处理了由传感器收集的信息。利用这些数据,伦敦国王学院的研究人员绘制出了空气质量良好和糟糕的区域。

通过这种方式来监测空气质量,可以帮助人们更深入地认识到我们每天接触的空气污染,并可以激发积极的行为改变以减少这种接触。例如,参与此研究的学生开始在上学时选择走小路,而不是走车流频繁的主路,以避免汽车尾气带来的高浓度污染。

要详细了解 Breathe London 项目,请访问 www.breathelondon.org



装有 Breathe London
可穿戴式传感器的背包



参与 Breathe London
可穿戴式传感器研究的学生

课时 01

空气污染及其来源

持续时间: 1 小时 30 分钟

学习目标

1. 了解空气污染的自然和人为来源。
2. 了解一个事实: 室内空气质量可能比室外空气质量更差。
3. 了解一个事实: 空气污染物由不同大小的颗粒组成。
4. 了解一个事实: 空气污染包括颗粒物污染和气体污染。
5. 考虑空气污染对健康和环境的影响。
6. 考虑解决空气污染问题时面对的一些挑战。

活动成果

与空气污染的自然和人为来源有关的课堂活动

与颗粒的不同类型和大小有关的活动 - 根据您手头的资源, 该活动有两种方案

已完成工作表 01: 空气污染物及其来源

考虑空气污染对健康和环境的影响

与空气污染的影响和解决该问题时面临的挑战有关的课堂讨论

您需要的工具:

钢笔和铅笔

纸张

白板

挂图: 空气污染源

挂图: 空气污染物放大图

挂图: 空气污染物的大小

工作表 01: 空气污染物及其来源

课时 01: 支持工作表

[适用于方案 01] 粘性胶带

[适用于方案 01] 显微镜

[适用于方案 01] 显微镜的载玻片

开场: 15 分钟

空气污染简介

学习目标	活动
1	<p>向学员说明, 在本课中, 学员将了解空气污染。</p> <p>让全班讨论为什么空气对于人类生活至关重要。</p> <p>问全班学员, 他们认为空气污染是什么。</p> <p>在白板上写下要点。</p> <p>向学员说明, 空气污染物由大气中的颗粒物和气体混合而成, 如果我们吸入这些物质, 就会对我们造成伤害。</p>

主要活动: 1 小时
了解空气污染的来源和类型

学习目标	活动
1、2	<p>将全班分成两组。让第一组学员尽可能多地写下他们想到的空气污染的自然来源。让第二组学员尽可能多地写下他们想到的空气污染的人为来源。</p> <p>把全班召集到一起,以分享他们的想法。 张贴挂图: 空气污染源,并强调学员们没有指出的任何其他来源。</p> <p>是否有让学员感到惊讶的地方?</p> <p>向学员说明,室内空气质量可能比室外空气质量更差。询问全班学员,他们认为为什么可能发生这种情况。</p>
3	<p>向学员说明,他们将更仔细地研究构成空气污染的元素。</p> <p>下一个活动有两个方案,具体取决于您手头的设备。</p> <p>方案 01: 将学员划分为两人一组,给每组一个显微镜和两个载玻片。</p> <p>给每个学员一小块粘性胶带,大约 8 厘米长。他们将使用粘性胶带来收集颗粒样品。要执行此操作,他们可以将粘性胶带贴在他们的衣服、桌子、植物或带有灰尘的架子上。</p> <p>他们收集完样品后,让每个学员将胶带贴在他们的载玻片底部。</p> <p>学员两人一组,他们将使用显微镜来观察他们的样品。让学员描述他们看到的颗粒的不同类型和大小。</p> <p>方案 02: 展示挂图: 空气污染物放大图。</p> <p>向学员说明,挂图展示了显微镜下的污染物图像。让学员描述他们看到的颗粒的不同类型和大小。</p> <p>学员应注意颗粒的不同大小。</p>
4	<p>展示挂图: 空气污染物的大小。</p> <p>向学员说明,颗粒大小以微米 (μm) 为单位,即一米的百万分之一。</p> <p>将全班学员划分为两人一组。为每组提供工作表 01: 空气污染物及其来源。让各组把工作表上的所有方块剪下来。然后,学员应将污染物与正确的描述及其来源相匹配,因此,方块应按一排三个进行排列。</p> <p>所有学员把他们的方块匹配完毕后,让全班一起讨论正确的描述(位于课时 01: 支持工作表上)以及每种污染物的来源。</p> <p>扩展活动: 当所有学员正确匹配污染物后,他们可以按照正确的顺序粘贴这些方块,以制作一张与不同类型的空气污染有关的挂图。</p>

总结: 15 分钟
了解空气污染的挑战

学习目标	活动
5	将学员划分为两人一组, 让他们写下空气污染可能对健康和环境产生的影响。 向班上其他学员提供反馈, 并将建议写在白板上。
6	让学员考虑解决空气污染问题时面对的一些挑战。他们应该明确以下挑战: – 污染的不可见性 – 我们的生活方式 - 我们许多人依赖的事物会造成空气污染, 比如汽车和暖气 – 问题的量级 向学员说明, 在下一课时, 学员将开始解决其中的一些挑战。

课时 02

监测空气质量

课时 02 有两种方案:

课时 02A – 学员将识别学校环境中的空气污染源, 分析从学校收集的空气污染数据, 并思考如何尽量减少在上学途中接触到的空气污染。此课时不需要任何额外的设备。

课时 02B – 此课时需要课时计划中提到的电子设备*。学员将识别学校环境中的空气污染源, 并构建一个空气质量监测设备来测量学校周围的空气污染水平。他们将收集数据并进行分析, 以针对如何减少空气污染和污染接触得出结论。

*此课时所需的所有设备都可以从当地电子设备供应商 (比如 Cool Components 或 Robot Shop) 处购买。请注意, 詹姆斯·戴森基金会与这些供应商没有任何关系, 对于从 Cool Components 或 Robot Shop 购买的任何设备不承担任何责任。也可以从其他供应商处购买各个组件。

课时 02A

监测空气质量

持续时间: 1 小时 30 分钟

学习目标

1. 了解一个事实: 可以使用空气污染传感器来监测空气质量。
2. 分析关于空气污染的数据。
3. 考虑学校环境中的空气污染源。
4. 考虑上学途中接触到的空气污染。
5. 考虑要采取怎样的行动来减少学校环境和上学途中的空气污染, 并且减少在这些环境中与空气污染的接触。

活动成果

识别学校环境中的空气污染源

已完成工作表 02: 学校周围的空气质量

绘制了上学路线图 (标出了空气污染接触情况)

考虑如何减少学校环境中与上学途中与空气污染的接触

您需要的工具:

钢笔和铅笔

纸张

白板

工作表 02: 学校周围的空气质量

[可选] 用于研究的计算机

开场: 15 分钟
化不可见为可见

学习目标	活动
1	<p>向学员说明, 空气污染是不可见的, 这使得我们很难知道什么时候会接触到它。</p> <p>让全班讨论以下问题:</p> <ul style="list-style-type: none">- 空气质量监测设备能让我们做什么?- 为什么它们十分重要? <p>学员们应了解一个事实: 空气质量监测设备可收集空气污染的相关数据, 让我们可以看到无法直接观察到的问题。我们可以通过收集的数据来“监测”空气污染, 从而采取行动来解决这个问题。</p>

主要活动: 1 小时
监测空气质量

学习目标	活动
2	<p>向学员说明, 他们将分析从一所学校收集的空气质量数据。</p> <p>向学员说明, 戴森工程师使用空气质量监测设备, 监测了一所学校的六个地点的空气污染物浓度。在白板上写下以下地点:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 教室 - 食堂 - 运动场 - 校门 (靠近道路) - 停车场 - 科学实验室 <p>让学员指出并按顺序排列他们认为空气质量最好的地方和最差的地方。</p>
2	<p>为每位学员提供 工作表 02: 学校周围的空气质量。</p> <p>让学员使用提供的空气污染相关数据填写工作表。</p> <p>让学员们反馈哪个地方的污染程度最高, 哪个地方的污染程度最低。将此反馈与课时开始时填写的地点清单进行比较。</p> <p>是否有任何差异? 学员对于比较结果是否感到惊讶?</p>
3	<p>根据学员在“课时01: 空气污染及其来源”和上述活动中学到的知识, 让他们思考学校中的潜在空气污染源。在白板上写下他们的答案。您可以提示学员思考:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 灰尘 - 烹饪食物产生的挥发性有机化合物 (VOC) - 来自烤面包机、炸锅和烤架的食物颗粒 - 花粉 - 周边道路的车辆排放 - 使用化学品的科学实验 - 教室材料, 比如木材和胶水 - 汽车从路面上扬起的物质 - 清洁产品 - 气雾剂, 例如除臭剂
4	<p>向学员说明, 接下来要请他们思考, 他们在上学途中会接触到的空气污染。</p> <p>让学员在一张纸上画出他们的行程。</p> <p>让他们标出可能接触到空气污染的地方。</p> <p>让全班讨论发现的结果, 并写下学童在上学途中最常接触到的三个污染源, 例如汽车尾气、树木花粉或道路灰尘。</p> <p>扩展活动: 学员可以使用计算机, 通过 breezometer.com 或 waqi.info 等空气质量监测网站来研究他们在上学途中接触到的空气污染浓度。</p>

总结: 15 分钟
采取行动

学习目标	活动
5	<p>将全班分成两组。</p> <p>一半人将两人一组, 写下他们可以采取的行动, 以减少他们在学校环境中的空气污染接触。如有必要, 可提示他们思考以下行动:</p> <ul style="list-style-type: none">- 请家长不要在校门外逗留- 植树- 开窗 <p>另一半人将两人一组, 思考如何改变他们的上学路线, 以减少空气污染接触。如有必要, 可提示他们思考以下行动:</p> <ul style="list-style-type: none">- 交通方式- 路线选择 <p>让学员向其他学员提供反馈, 并在白板上写下行动清单。向学员说明, 细微的行动也有助于减少空气污染接触。</p>

课时 02B

构建空气质量监测设备

持续时间: 1 小时 30 分钟

在此课时中, 学员将构建一个空气质量监测设备, 以测量他们学校周围的空气质量。请注意, 您需要在课时开始前, 提前至少两天准备多个组件, 有关详情, 请参见课时 02B: 支持工作表。您也可以在开始课时之前, 观看视频: 构建空气质量监测设备教程。

如果需要, 此课时可以拆分成两个课时, 以便留出更多时间来完成主要活动。

学习目标

1. 了解一个事实: 可以使用空气污染传感器来监测空气质量。
2. 考虑学校环境中的空气污染源。
3. 构建空气质量监测设备。
4. 收集学校环境中的空气质量数据。
5. 分析关于空气污染的数据。
6. 考虑要采取的行动, 以在学校环境和学生上学途中减少空气污染以及污染接触。

活动成果

识别学校环境中的室内空气污染源

已完成构建空气质量监测设备

使用监测装置收集空气质量数据

已完成工作表 04: 数据收集

已完成工作表 05: 数据分析

考虑如何在学校环境中减少空气污染和与污染的接触

您需要的工具:

钢笔和铅笔

纸张

白板

[提前] 课时 02B: 支持工作表

[提前] 视频: 构建空气质量监测设备教程

工作表 03: 构建空气质量监测设备

气体污染源: 气雾剂 (除臭剂、清洁产品) 和/或记号笔

颗粒物污染源: 干式洗发水、茶包、滑石粉、灰尘

工作表 04: 数据收集

工作表 05: 数据分析

用于构建空气质量监测设备的组件。

下一页上的表格详细介绍了一台设备的组件。我们建议为每组 (包含五名学员) 提供一台设备。

一个设备的设备清单	数量
Arduino Uno	1
用于 Arduino Uno 的 Grove 底座防护罩	1
Grove 通用 4 针带扣电缆 (20 厘米)	4
Grove RGB LED 灯条 (10 灯)	2
用于 Arduino 的 Grove 激光 PM2.5 空气质量传感器 (HM3301)*	1
用于 Arduino 的 Grove VOC 和 eCO2 气体传感器 (SGP30)**	1
锂离子 3.7V 2000 mAh 电池	1
LiPo Rider Plus 充电器/增压器 - 5V/2.4A USB C 型	1
USB Type A 转 Type C 线缆	1
USB Type A 转 Type B 线缆	1

* 这是颗粒传感器。它可以测量小至 2.5 微米的颗粒污染 (大约比人的头发细 25 倍)。

**这是气体传感器。它可以测量挥发性有机化合物 (VOC) 和污染气体的浓度。

开场: 5 分钟
化不可见为可见

学习目标	活动
1	<p>向学员说明, 空气污染是不可见的, 这使得我们很难知道什么时候会接触到它。</p> <p>让全班讨论以下问题:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 空气质量监测设备能让我们做什么? - 为什么它们十分重要? <p>学员们应了解空气质量监测设备如何收集空气污染的相关数据, 让我们可以看到无法直接观察到的问题。我们可以通过收集的数据来“监测”空气污染, 从而采取行动来解决这个问题。</p>

主要活动: 1 小时 15 分钟 (如果您没有足够的时间, 此部分可以分成多个课时)

监测空气质量

学习目标	活动
2	<p>向学员说明, 他们将构建空气质量监测设备以监测学校周围的空气质量。</p> <p>根据学员从上一课时学到的知识, 让他们思考学校的潜在空气污染源。在白板上写下他们的答案。</p> <p>根据您拥有的设备数量, 将全班分成若干小组, 并让每组写下学校周围的六个地点 (三个在室内, 三个在室外), 他们将在这些地方进行空气质量采样。例如:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 教室 - 食堂

2	<ul style="list-style-type: none"> - 科学实验室 - 运动场 - 校门 (靠近道路) - 停车场 <p>让每个组指出并按顺序排列他们认为空气质量最好的地方和最差的地方。</p>
3	<p>为每组提供工作表 03: 构建空气质量监测设备。</p> <p>让学员按照工作表上的指示, 在他们的小组中完成空气质量监测设备的构建。</p> <p>扩展活动: 对于快速完成设备构建的学员, 或者, 如果您的课时剩余了额外的时间, 可以让学员制作一个盒子来容纳他们的设备, 以增强易用性。</p>
4	<p>学员构建完他们的设备后, 他们可以使用气体污染源和颗粒污染源来演示传感器如何对恶劣空气质量做出反应。向学员说明, 点亮的 LED 灯越多, 表明空气中的空气污染物浓度越高。</p> <p>为每组提供工作表 04: 数据收集。</p> <p>轮流将每个小组送至所选的每个地点。让他们在工作表上记录针对每个地点的颗粒和气体污染点亮的 LED 灯的数量。</p> <p>请注意: 空气质量监测设备提供的是空气质量的指示, 而不是针对空气质量进行的准确和可靠的科学测量。因此, 各设备的读数可能会出现波动。</p>
5	<p>学员回到教室后, 向他们提供工作表 05: 数据分析。</p> <p>在回答问题前, 学员应填写显示结果的图表。</p> <p>让全班同学一起讨论他们发现的结果以及学校空气质量读数表现良好或糟糕的可能原因。如果结果呈现出有限的波动, 您也可以讨论为什么会出现这种情况。原因可能包括:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 有风的环境 - 通风良好, 比如开窗通风 - 没有移动或怠速运行的车辆 - 乡村地点 <p>扩展活动: 如果需要, 学员可以使用空气质量监测设备来监测他们上下学路上的空气质量, 并在接下来的课时中向其他学员反馈。他们可以记录以下地点的空气质量:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 学校停车场 - 学校巴士站 - 校门 - 车中 - 一条车流量较大的道路沿途

总结: 10 分钟
采取行动

学习目标	活动
6	<p>将全班分成两组。</p> <p>一半人将两人一组, 写下他们可以采取的行动, 以减少他们在学校中的室外空气污染接触。如有必要, 可提示他们思考以下行动:</p> <ul style="list-style-type: none">- 请家长不要在校门外逗留- 植树 <p>另一半人将两人一组, 写下他们可以采取的行动, 以减少他们在学校中的室内空气污染接触。如有必要, 可提示他们思考以下行动:</p> <ul style="list-style-type: none">- 在科学实验室/清洁过程/食堂中使用低挥发性有机化合物 (VOC) 产品- 开窗 <p>让学员向其他学员提供反馈, 并在白板上写下行动清单。</p>

第 02 部分: 捕获

学员将了解戴森工程师如何开发戴森 Pure Cool™ 空气净化风扇, 以帮助解决室内空气污染问题。他们将了解该产品如何检测和捕获空气污染, 内容重点介绍了过滤机制。

产品分析:

戴森 PURE COOL™ 空气净化风扇

戴森工程师开发了戴森 Pure Cool™ 空气净化风扇, 以帮助解决室内空气污染问题。在开发这款机器时, 戴森工程师确定了空气净化风扇需要执行的三大任务:

1. 监测空气质量
2. 捕获空气污染
3. 分配清洁空气

监测空气质量

戴森 Pure Cool™ 空气净化风扇使用颗粒和气体传感器来自动感知空气污染。使用从这些传感器收集的数据以激活机器并保持较低的室内污染水平。

颗粒传感器

颗粒传感器将空气吸入一个小型腔室, 并使用激光来检测空气中存在的颗粒物浓度。它可以检测小至 PM0.3 的颗粒。

气体传感器

气体传感器可检测空气中存在的挥发性有机化合物 (VOC) 和气体, 比如 NO₂。



戴森 Pure Cool™ 空气净化风扇中的空气质量传感器

产品分析: 传输空气质量信息

来自戴森 Pure Cool™ 空气净化风扇中的传感器的信息也会传输到净化器上的 LCD 屏幕和 Dyson Link 应用程序, 该应用程序可以下载到智能手机上。该屏幕和应用程序可显示空气污染的类型和浓度, 从而允许用户监测室内空气质量。该应用程序还允许用户设置净化器开启的时间表, 并监测滤网的寿命。



Dyson Link 应用程序

产品分析: 捕获污染物

玻璃微纤高效颗粒捕集器 (HEPA) 滤网

HEPA 滤网是一种捕获固体物质 (比如花粉、烟雾或灰尘) 的颗粒滤网。该滤网包含九平方米的硼硅酸盐玻璃微纤维。这些纤维能够以三种不同的方式捕获 99.95% 的小至 PM0.1 的颗粒: 撞击、拦截和扩散。如需了解这些概念的可视化展示, 请查看挂图: 空气污染物的运动。

直接拦截

当净化器开启时, 通过叶轮将空气吸入机器的底座, 并穿过滤网。由于空气不能直接穿过滤网的固体纤维, 将抽送空气沿纤维的边缘流动。颗粒顺着此气流移动, 如果它们足够靠近纤维, 就会被困住。

惯性撞击

较重的颗粒需要更多的力来使它们改变方向, 特别是在高速移动时 (想象一个在空中飞行的炮弹)。气流的强度不足以使这些颗粒改变方向并绕过微纤维, 因此, 它们反而会继续沿直线前进, 直接与微纤维碰撞并被困住。

布朗扩散

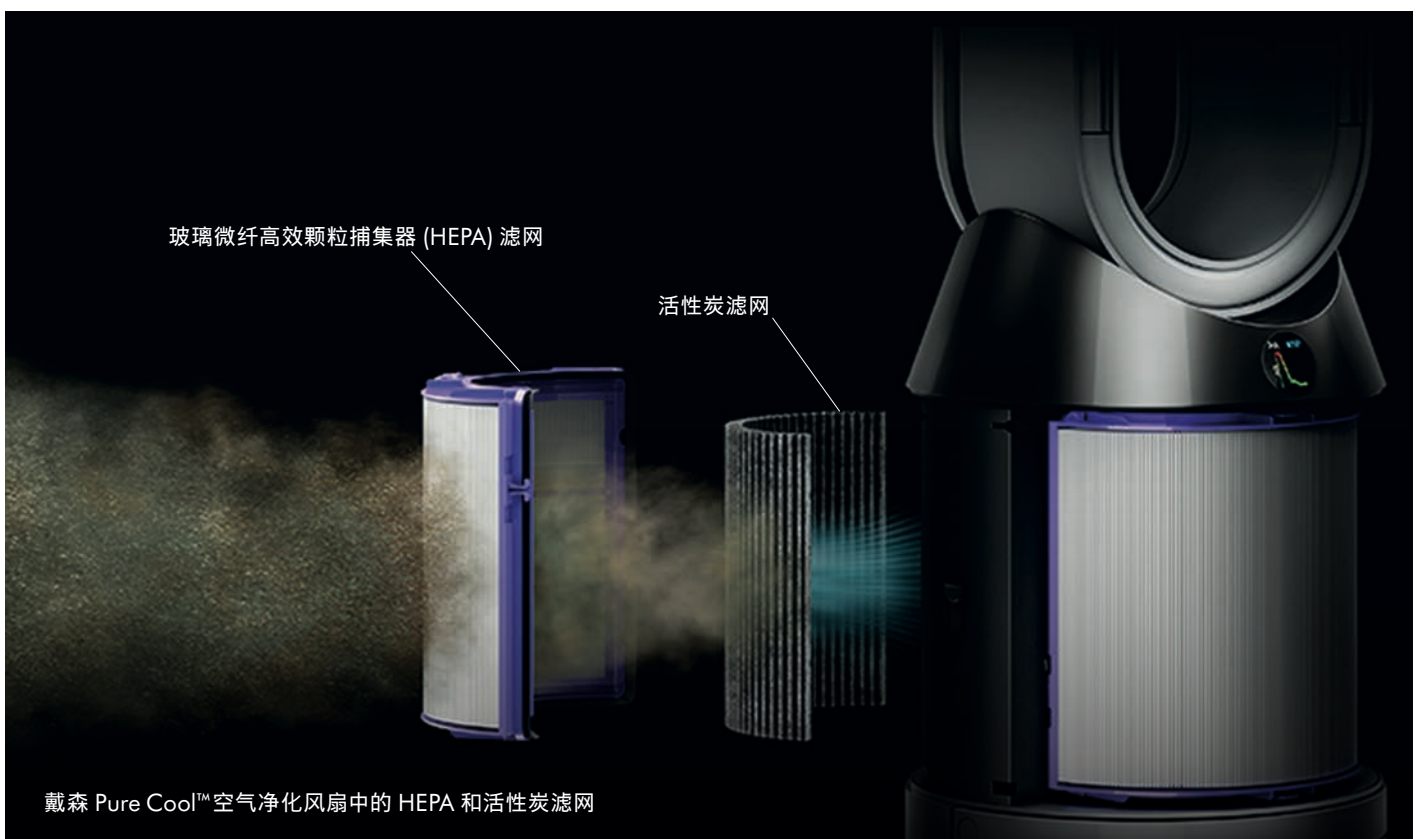
较小的颗粒太小, 无法顺着气流移动。这些颗粒移动速度非常快, 它们经常与其他颗粒发生碰撞, 这导致它们时常改变方向。这种因碰撞而产生的随机运动被称为布朗运动。由于存在这种随机运动, 概率表明, 这些颗粒迟早会撞上滤网中的一个微纤维并被粘住。

活性炭滤网

HEPA 滤网可以捕获颗粒物, 但甲醛、苯和 NO₂ 等挥发性有机物可以直接通过。净化器在 HEPA 滤网内使用活性炭滤网来捕获这些潜在的有害气体。

活性炭包含一个由许多微孔组成的网络。这意味着, 它有一个非常高的表面积与体积比。通过活性炭的挥发性有机化合物 (VOC) 会被截留在孔中。

一克活性炭的内部孔网络的表面积为 1,000m²。这相当于四个网球场。戴森 Pure Cool™ 空气净化风扇中的活性炭滤网的表面积相当于 40 个足球场。



玻璃微纤高效颗粒捕集器 (HEPA) 滤网

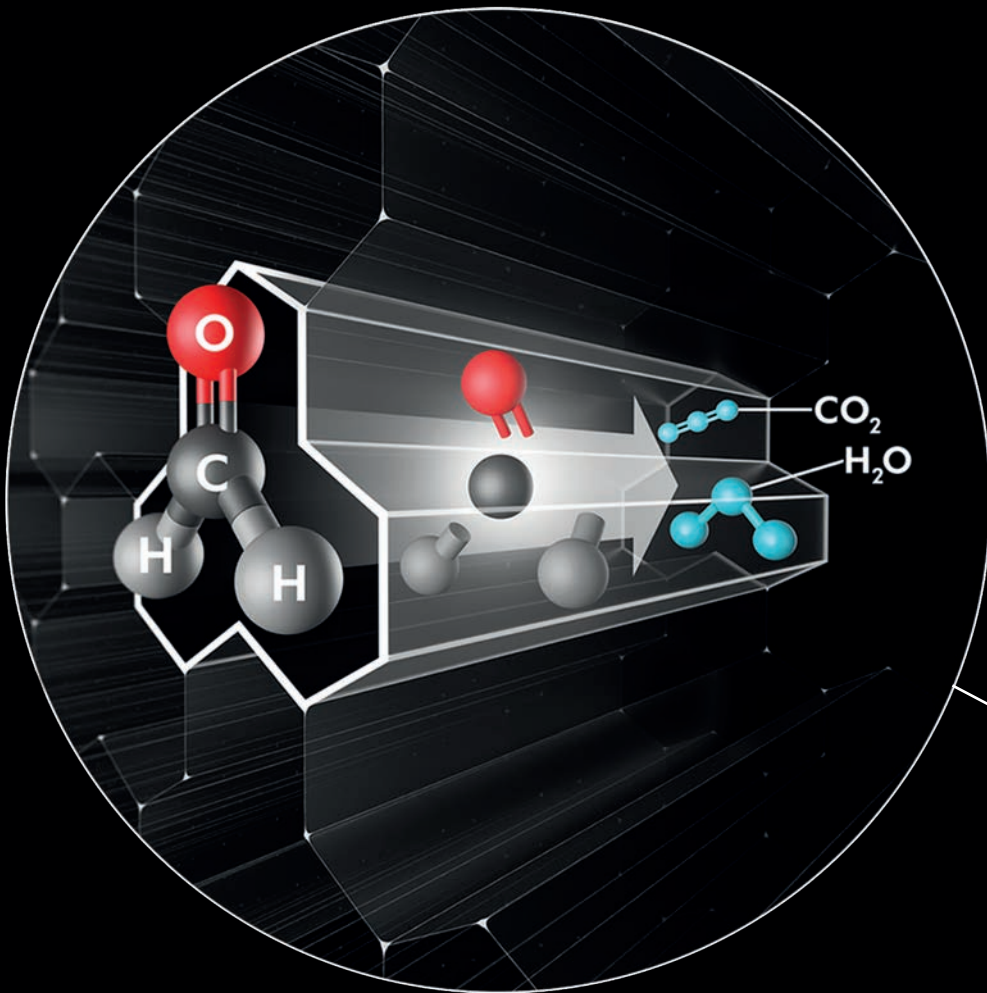
活性炭滤网

戴森 Pure Cool™ 空气净化风扇中的 HEPA 和活性炭滤网

戴森 Cryptomic™ 技术

HEPA 滤网和活性炭滤网都具有使用寿命。最终，两者会因吸收污染物颗粒和气体达到饱和，需要进行更换。对于 HEPA 滤网，在使用约六个月后（按净化器开启时长计算），需要进行更换。对于活性炭滤网，通常在 6 至 12 个月后进行更换。虽然这不是一个大问题，因为可以更换滤网，但戴森工程师对此并不满意。他们开始寻找一种可以在机器的整个使用寿命内一直使用的解决方案。他们发明了戴森 Cryptomic™ 技术。该滤网使用了名为 Cryptomelane 的催化剂。

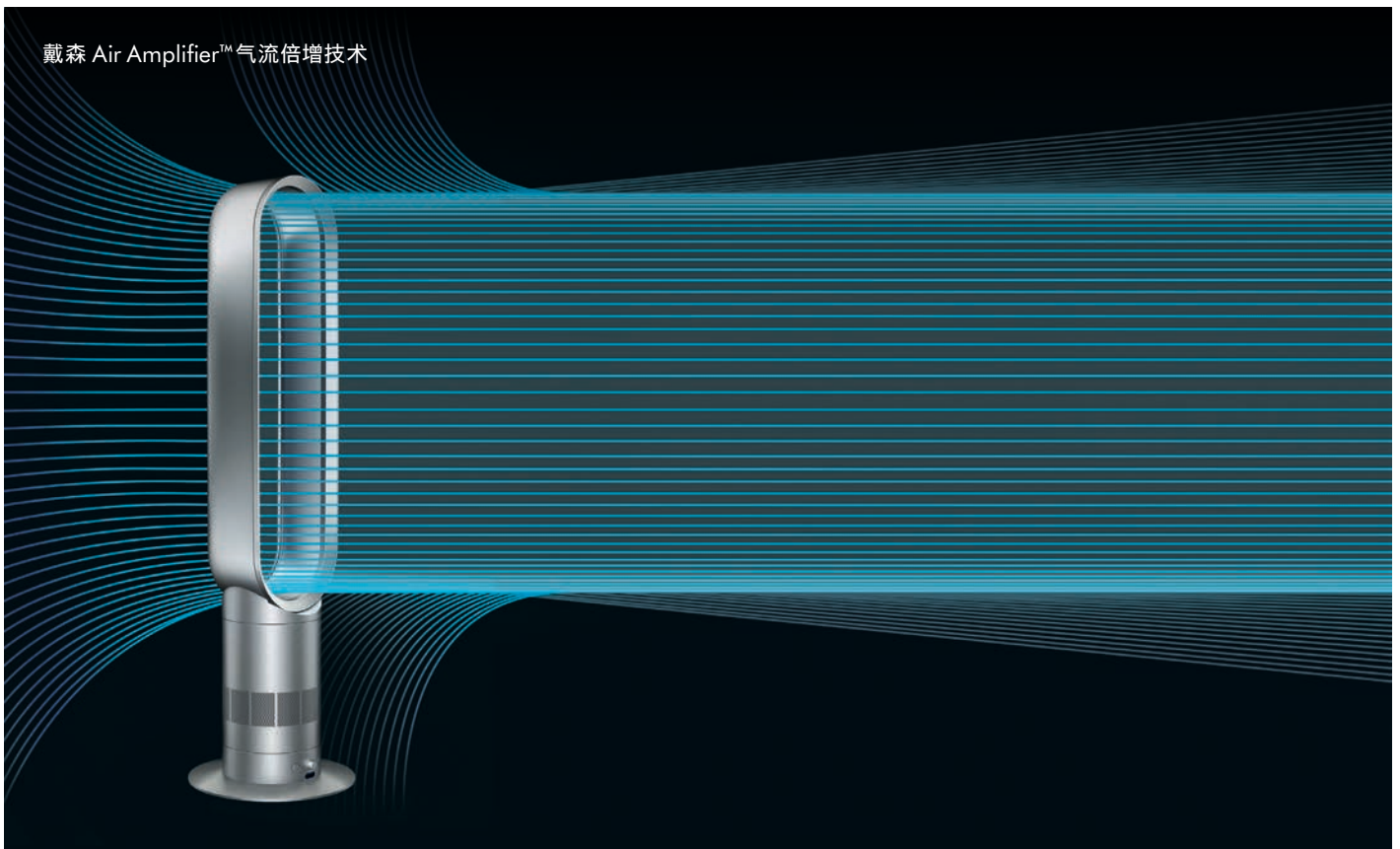
Cryptomelane 与甲醛发生反应，将其分解为少量的水和 CO_2 。与 HEPA 和活性炭滤网不同，Cryptomelane 不会“耗尽”。事实上，它将永远发挥催化剂的作用，这就意味着不需要更换 Cryptomic 滤网。但是，这种滤网存在限制，因为它只能去除空气中的甲醛。



产品分析: 戴森 AIR AMPLIFIER™ 气流倍增技术

在找到从空气中去除污染物的方法后,戴森工程师需要找到一种方法,将净化后的空气重新分配到房间里。他们发现,他们先前已经开发的一种技术有助于实现这一目标:戴森 Air Amplifier™气流倍增技术。戴森桌面风扇每秒可输送多达 370 升的空气。这相当于 1,121 罐苏打水。戴森工程师将这项技术应用到了戴森 Pure Cool™空气净化风扇上,以在整个房间内有效地分配清洁空气。

戴森 Air Amplifier™气流倍增技术



课时 03

捕获空气污染

持续时间: 1 小时 30 分钟

学习目标

1. 理解工程师在开发戴森 Pure Cool™ 空气净化风扇时做出的设计决策。
2. 了解颗粒滤网的不同机制, 包括直接拦截、惯性撞击和布朗扩散。
3. 了解表面积如何影响滤网的性能。
4. 演示活性炭滤网的工作原理。
5. 理解迭代设计过程的重要性。

活动成果

与戴森 Pure Cool™ 空气净化风扇有关的课堂讨论

已完成工作表 06: 设计滤网

[可选] 已完成工作表 07: 活性炭实验

您需要的工具:

钢笔和铅笔

纸张

视频: 烟雾盒实验

视频: 戴森净化技术 - 工作原理

视频: 活性炭实验

[可选] 视频: 戴森 Cryptomic™ 技术

挂图: 空气污染滤网

挂图: 空气污染物的运动

课时 03: 支持工作表

工作表 06: 设计滤网

- A4 纸

- 尺子

- 计算器

[可选] 工作表 07: 活性炭实验

下面是每组学员完成该实验所需的设备。

- 2 个玻璃烧杯

- 小玻璃漏斗

- 圆形滤纸

- 活性炭颗粒

- 钳子支架

- 食品色素

开场: 25 分钟

戴森 Pure Cool™ 空气净化风扇简介

学习目标	活动
1	<p>让全班观看 视频: 烟雾盒实验。</p> <p>让学员考虑, 他们认为箱子中的烟雾会发生什么情况。</p> <p>向学员说明, 在此课时中, 学员将了解戴森 Pure Cool™ 空气净化风扇如何使用滤网来清除空气中的污染物。</p>

1	<p>让全班观看 视频: 戴森净化技术 - 工作原理。</p> <p>将全班分成五组, 给每组分配以下一组问题。每组应在纸上记下他们的回答, 以便在以后与全班分享。</p> <p>第一组: 戴森工程师从哪里获得了灵感来开发这款净化器? 设计过程是否轻松?</p> <p>第二组: 净化器中使用的是哪两个传感器? 为什么使用这些传感器?</p> <p>第三组: 考虑为什么要使用多个滤网。您注意到滤网的组合方式是怎样的? 您认为这是为什么呢?</p> <p>第四组: 戴森工程师在设计净化器时需要考虑哪些关键要求?</p> <p>如有必要, 可提示他们思考以下行动:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 大小 - 噪音 - 美学 - 使用寿命 - 材料 - 易用性 <p>第五组: LCD 屏幕的好处是什么? 配套应用程序有什么作用? 这对用户有帮助吗? 为什么? 它本该具备、但又没有具备什么功能?</p> <p>请每组推选一位组长与班上其他学员分享他们的观察结果。</p>
---	--

主要活动: 1 小时
了解滤网

学习目标	活动
2	<p>张贴挂图: 空气污染滤网和空气污染物的运动</p> <p>向学员说明, 不同大小的颗粒以不同的方式传播。让学员考虑哪些颗粒大小可能以挂图中显示的四种方式传播。</p>
3	<p>询问学员, 他们认为为什么 HEPA 滤网要进行折叠。</p> <p>学员可以单独或两人一组完成工作表 06: 设计滤网。</p> <p>让全班一起讨论他们发现的结果。使用课时 03: 支持工作表以帮助指导讨论。</p>
4	<p>向学员说明, HEPA 滤网可以捕获 99.95% 的小至 PM0.1 的颗粒, 但挥发性有机化合物 (VOC) 会直接通过。为了捕获这些挥发性有机化合物 (VOC), 戴森 Pure Cool™ 空气净化风扇使用了活性炭。</p>

	<p>可选: 要了解活性炭的工作原理, 学员可以进行活性炭实验, 具体过程请参见工作表 07: 活性炭实验。</p> <p>学员将注意到, 活性炭可以去除水中的一些食品色素。食品色素分子通过吸附作用与活性炭结合, 从而可以将其从水中去除, 使水变得更清澈。戴森 Pure Cool™ 空气净化风扇中的活性炭滤网运用了此原理, 以去除空气中的挥发性有机化合物 (VOC)。</p> <p>如果您的时间不够或找不到实验所需的设备, 学员可以观看视频: 活性炭实验以了解工作原理。</p>
5	<p>向学员说明, 随着时间推移, HEPA 和活性炭滤网都会充满污染物颗粒和气体。这意味着, 它们不能再清除空气中的污染物, 需要进行更换。戴森工程师决定开发空气净化风扇, 使其包含一个可以在产品使用寿命内一直使用的滤网。向学员说明, 这是 Cryptomic™ 滤网, 它可以从空气中去除甲醛, 而且不会耗尽。</p> <p>让全班考虑 Cryptomic™ 滤网的好处和局限性。学员需要注意, 该滤网可以在产品的使用寿命内一直使用, 但它只能捕获甲醛, 而不能捕获其他污染气体、挥发性有机化合物 (VOC) 或颗粒物。</p> <p>向学员说明, 开发此类产品的过程被称为迭代设计过程, 这允许工程师改进现有产品。</p> <p>询问学员, 他们还在哪里遇到过迭代设计过程。他们应该认识到, 戴森空气净化风扇是迭代设计的一个示例, 因为它采用了戴森 Air Amplifier™ 气流倍增技术。</p> <p>扩展活动: 您可以播放视频: 戴森 Cryptomic™以进一步理解滤网的工作原理。</p>

总结: 5 分钟
分析戴森 Pure Cool™ 空气净化风扇

学习目标	活动
5	<p>让全班讨论以下问题, 以对课时进行总结:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 净化器的好处是什么? - 它能解决什么问题? - 它的局限性是什么?

第 03 部分: 解决方案

学员将了解, 空气污染为什么是一个全球性问题, 并对全球工程师致力于解决此问题的方式进行评估。他们将了解戴森工程师在开发新技术时遵循的设计过程, 并将亲自遵循该设计过程, 以设计和制作自己的解决方案原型, 解决学校或家庭环境中的空气污染问题。

空气污染工程解决方案

预计到 2050 年, 全球人口将达到 100 亿, 其中近 70% 生活在城市地区。为了确保这种人口增长不会造成更高水平的空气污染, 我们需要采取行动, 确保实现可持续发展的未来。在科学知识的帮助下, 工程师拥有了相应的技能来开发技术, 以帮助减少污染。

工程师是解决问题的人。他们研究和制定新产品的创意, 并思考如何改进现有技术。他们首先发现问题, 然后思考解决该问题的方法。这被称为设计过程。它围绕着三个主要阶段: **设计、创造、测试**。

设计 - 在这个阶段, 工程师确定他们要尝试解决的问题并思考可能的解决方案。他们勾勒出解决方案可能的设计。

创造 - 利用这些草图, 工程师使用简单的建模材料 (比如纸板) 或更先进的材料 (比如 3D 打印零件) 构建原型。原型是产品的第一个版本, 工程师在此基础上开发其他版本。

测试 - 工程师需要测试原型, 看看它是否有效, 是否是解决问题的有效办法。

这是一个循环的过程, 因为测试可发现原型的弱点和缺陷, 然后工程师在构建下一个原型时可以解决这些问题。这个循环一直持续, 直到产生一个可成功解决问题的成品为止。对于戴森 PureCool™ 空气净化风扇, 戴森工程师设计、构建并测试了 2605 个原型。



空气污染工程解决方案示例

Caeli, 2019 年戴森设计大奖国际决赛入围产品 (印度)

德里是世界上污染第三严重的城市。当该市的空气质量特别差时,有许多哮喘患者住院。开发 Caeli 的目的是为了让患者在空气质量较差的情况下保持健康,并提高他们的生活质量。它是一种防污染面罩,可通过六层滤网和离心式风扇过滤空气。这提供了持续的净化空气流。该面罩还包含可监测空气质量的传感器(可将数据发送到应用程序)和药物雾化器(使得用户可以在需要时服用药物)。

PhotoSynthetica (英国)

PhotoSynthetica 是一个城市幕布,可以从大气中捕获并储存 CO₂。它每天可以储存大约一千克的 CO₂ - 相当于 20 棵大树的 CO₂ 储存能力。它由大型模块组成,这些模块可以附着在建筑物的外部。空气从模块的底部进入,并穿过含有特殊类型藻类的水介质,这些藻类可以捕获 CO₂,将其从空气中去除。

雾霾净化塔 (中国)

雾霾净化塔是一个 100 米高的空气净化塔,旨在降低城市的雾霾水平。它高 7 米,使用电离银板和滤网来去除空气中的颗粒物。

减霾单车 (中国)

减霾单车可将污染空气吸进过滤系统。将从空气中去除污染物,并将过滤后的空气投送给骑行者。

海绵山 (意大利)

海绵山项目使用的是从连接都灵和里昂的铁路隧道建设工程中挖掘出来的土壤,形成了一个 90 米高的土堆。这座土堆可吸收空气中的 CO₂,有助于降低都灵(欧洲污染最严重的城市之一)的空气污染水平。

电气化道路 (瑞典)

瑞典的 eRoadArlanda 开发了世界上第一条电气化道路。当电动汽车在这条道路上行驶时,道路可利用类似于 Scalextric 轨道的导电技术为车辆电池充电。导电轨道沿着道路铺设,并通过连接在车辆底部的传导臂输电。

垂直森林 (意大利)

垂直森林是可持续住宅建筑的典范。该建筑内种植了 800 棵树、4500 棵灌木和 15000 棵植物 - 相当于 20000 平方米的森林。垂直森林创造了一个小气候,以吸收 CO₂ 和灰尘颗粒,并释放氧气。



减霾单车
中国

图片来源: Studio Roosegaarde



电气化道路
瑞典

图片来源：Elways, eRoadArlanda



海绵山
意大利

图片来源：Angelo Renna (Architect), Success project (Mark Goddard and David Manning), Collaborators: Gianluca Lattanzi, Maciej Abramczyk (Casestudyhomes).



雾霾净化塔
中国

图片来源：Studio Roosegaarde

课时 04

设计空气污染解决方案

持续时间: 1 小时 30 分钟

学习目标

1. 了解工程师如何帮助开发空气污染解决方案。
2. 评估现有的空气污染工程解决方案。
3. 了解工程师在开发新技术以帮助解决空气污染等问题时经历的设计过程。
4. 设计空气污染解决方案。

活动成果

- 已完成对现有空气污染工程解决方案的研究
- 已完成草图和零件清单

您需要的工具:

- 钢笔和铅笔
- A3 纸
- 挂图: 设计过程
- 用于研究的计算机
- 空气污染工程解决方案示例 (第 37-39 页)

开场: 5 分钟
空气污染工程解决方案

学习目标	活动
1	<p>向学员说明, 工程师可以开发技术来帮助解决全球空气污染问题。</p> <p>向学员说明, 今天, 学员将扮演工程师的角色, 设计他们自己的解决方案来解决此问题。</p> <p>首先, 他们将研究现有的工程解决方案。</p>

主要活动: 1 小时 15 分钟
设计空气污染解决方案

学习目标	活动
2	<p>将全班学员分为三人一组。为每个小组分配本教学内容包前三页上的一个空气污染工程解决方案, 让他们进行研究。如果愿意的话, 学员可以通过在线研究自行查找现有工程解决方案。</p> <p>每组应记下他们对以下问题给出的答案:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 解决方案是什么? - 它是如何发挥作用的? - 它是空气污染的有效解决方案吗? 为什么?

	<p>让学员向其他学员提供反馈。</p> <p>让全班讨论优点和缺点。</p>
3	<p>张贴挂图: 设计过程。</p> <p>向学员说明, 为了解决问题, 工程师会收到一个基本任务。其中说明了产品需要解决的问题, 并设定了设计工程师必须使用的参数。例如, 产品可能需要具备特定的尺寸或者执行特定的功能。</p> <p>向学员说明, 设计工程师处理基本任务时, 将遵循设计过程, 其中包含三个阶段: 设计、创造、测试。</p> <p>工程师在开发单一产品时, 会多次重复该设计过程。这使得该过程成为了一个循环或迭代的过程。</p> <p>询问学员, 他们认为为什么迭代十分重要? 他们应明白一个事实: 测试揭示了原型中的问题, 这些问题可以在设计过程的下一个周期中得到解决。</p>
4	<p>向学员说明, 在三人组成的小组中, 学员要像工程师一样思考, 并设计和构建他们自己的空气污染解决方案原型。</p> <p>在此课中, 他们将开展设计过程的第一个阶段: 设计。</p> <p>向学员说明, 他们的基本任务是: 设计一个产品, 以解决您在学校或家庭环境中, 或在上学途中的空气污染问题。</p> <p>给学员 30 分钟的时间来独立思考并勾勒出基本任务的可能解决方案。让他们考虑以下条件和限制:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 用户 - 功能 - 材料 - 安全性 - 美学 - 成本 <p>提醒学员在构建原型时可以使用的材料, 并让他们在设计时牢记这些材料。</p> <p>让学员向他们小组的其他成员展示他们的想法。鼓励学员提出问题, 然后以小组为单位商定一个最终解决方案。</p>

总结: 10 分钟
准备构建原型

学习目标	活动
4	<p>让小组从提供的清单中确定他们将需要哪些材料和设备来构建其设计原型。然后, 他们可以制定一个计划, 以在下一个课时中构建原型, 并分配角色和职责。</p>

课时 05

构建空气污染解决方案

持续时间: 1 小时 30 分钟

学习目标

1. 构建一个粗略原型以满足基本任务的要求。
2. 培养团队合作能力。
3. 培养实用技能。
4. 理解设计过程中进行测试的重要性。
5. 培养演示和自我评估能力。

活动成果

构建空气污染解决方案原型

向班上其他学员演示原型

您需要的工具:

用于构建原型的一系列材料

用于连接部件的一系列粘合剂

用于切割材料和构建原型的一系列工具

开场: 10 分钟
准备制作原型

学习目标	活动
1	向学员说明, 在此课时中, 他们将继续采用前一课时的分组, 以构建他们的粗略设计原型。 让学员利用他们在上一课时编制的材料和设备清单, 收集他们需要的资源来构建原型。

主要活动: 1 小时
原型设计

学习目标	活动
2	向学员说明, 每个小组应提名一位首席工程师。此人应指定哪些人来构建哪些零件, 以确保尺寸和质量的一致性, 并记录对产品设计和零件清单做出的任何补充或调整。 首席工程师还应确保在课时结束前完成原型。
3、4	让每个小组以团队的形式合作, 使用提供的原型制作材料和设备来构建一个设计原型。 鼓励各小组在构建过程中测试他们的产品, 以了解用户如何与其互动, 并找出存在的设计缺陷。 提醒他们, 设计过程会迭代进行, 并鼓励他们在遇到困难时共同修改和改进他们的设计。

总结: 20 分钟
评估

学习目标	活动
4、5	<p>让每个小组向班上其他学员演示他们的原型, 并指明以下几点:</p> <ul style="list-style-type: none">- 问题- 解决方案- 它是如何发挥作用的? 为什么它比现有解决方案更好?- 它的目标用户是谁 <p>让每个小组反思他们在构建过程中所做的更改, 并考虑为改进原型可做的任何进一步更改。</p> <p>附注: 也可以不进行学员演示, 而是举办一个设计展览, 允许其他学员和教师参观。学员小组可以展示他们的原型并向参观者介绍他们的产品。为了使活动更加精彩, 您可以邀请当地的工程师来与学员见面 - 甚至可以评出最佳原型解决方案。</p>

工作表 01: 空气污染物及其来源

此工作表包含污染物的名称、描述和来源。
剪下方块, 将污染物与它们的描述和来源进行匹配。

PM10	宽度为 2.5 微米或更小。它们很小, 只有在电子显微镜下才能看到。而这样的大小意味着, 它们可以绕过我们身体的天然屏障, 进入肺部	甲醛
二氧化氮 - NO ₂	一种无色和高度刺激性的气体, 在地球表面上方形成, 与保护我们免受太阳紫外线照射的大气层上部自然气体层不同。	来源: - 大规模制造的木制品 - 清漆 - 油漆 - 胶水
来源: - 细菌 - 真菌 - 以煤炭、天然气和石油作为能源的行业的排放物	PM0.1	挥发性有机化合物 (VOC)
来源: - 在 NO ₂ 与挥发性有机化合物 (VOC) 和阳光反应时形成。	宽度为 10 微米或更小。它们通常大到足以被鼻毛和粘液捕获, 因此, 我们能够通过咳嗽或打喷嚏将其排出。但是, 其中有些物质会影响呼吸并对健康产生长期影响。	来源: - 香烟 - 油漆 - 清洁产品 - 香薰蜡烛 - 家具抛光剂
来源: - 黑色烟雾 - 土壤 - 来自道路和建筑工地的灰尘 - 花粉 - 霉菌孢子	PM2.5	一组可能具有毒性的气体或空气中的液体。
直径为 0.1 微米或更小的超细颗粒。它们小到足以绕过肺部组织并进入血液。	来源: - 燃气和燃煤取暖器中燃料的低效燃烧	一种具有强烈气味的红褐色气体, 会导致烟雾和酸雨。
二氧化硫 - SO ₂	一种无臭、无味、无色的气体。	来源: - 柴油车废气 - 火焰 - 煤炭工厂 - 家庭供暖
一氧化碳 - CO	一种有强烈气味的有毒气体, 由火山排出。	来源: - 燃烧化石燃料 - 火山 - 森林火灾
因独特而强烈的气味以及易燃性而闻名。	地面层臭氧 - O ₃	来源: - 汽车尾气排放 - 木烟 - 烟草烟雾

工作表 02: 学校周围的空气质量

戴森工程师使用空气质量监测设备, 在一所学校的六个地点测量了气体和颗粒污染浓度。

1. 参照空气质量指数, 在图 1 中绘制出每个地点的颗粒污染浓度。
2. 参照空气质量指数, 在图 2 中绘制出每个地点的气体污染浓度。

学校周围的空气质量读数

位置	颗粒传感器 (LED 灯的数量)	气体传感器 (LED 灯的数量)
1. 教室	4	2
2. 食堂	6	6
3. 运动场	3	4
4. 校门	5	7
5. 停车场	3	5
6. 科学实验室	4	6

空气质量指数

空气质量	LED 灯的数量	颗粒 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)*	气体 (ppb)**
很差	10	70	5000
	09	65	4000
	08	60	3000
	07	55	2000
中等	06	50	1000
	05	45	500
良好	04	40	400
	03	30	300
很好	02	20	200
	01	10	100

* ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) = 每立方米空气中的颗粒污染微克数

** (ppb) = 气体污染的十亿分之一

图 01 – 颗粒污染

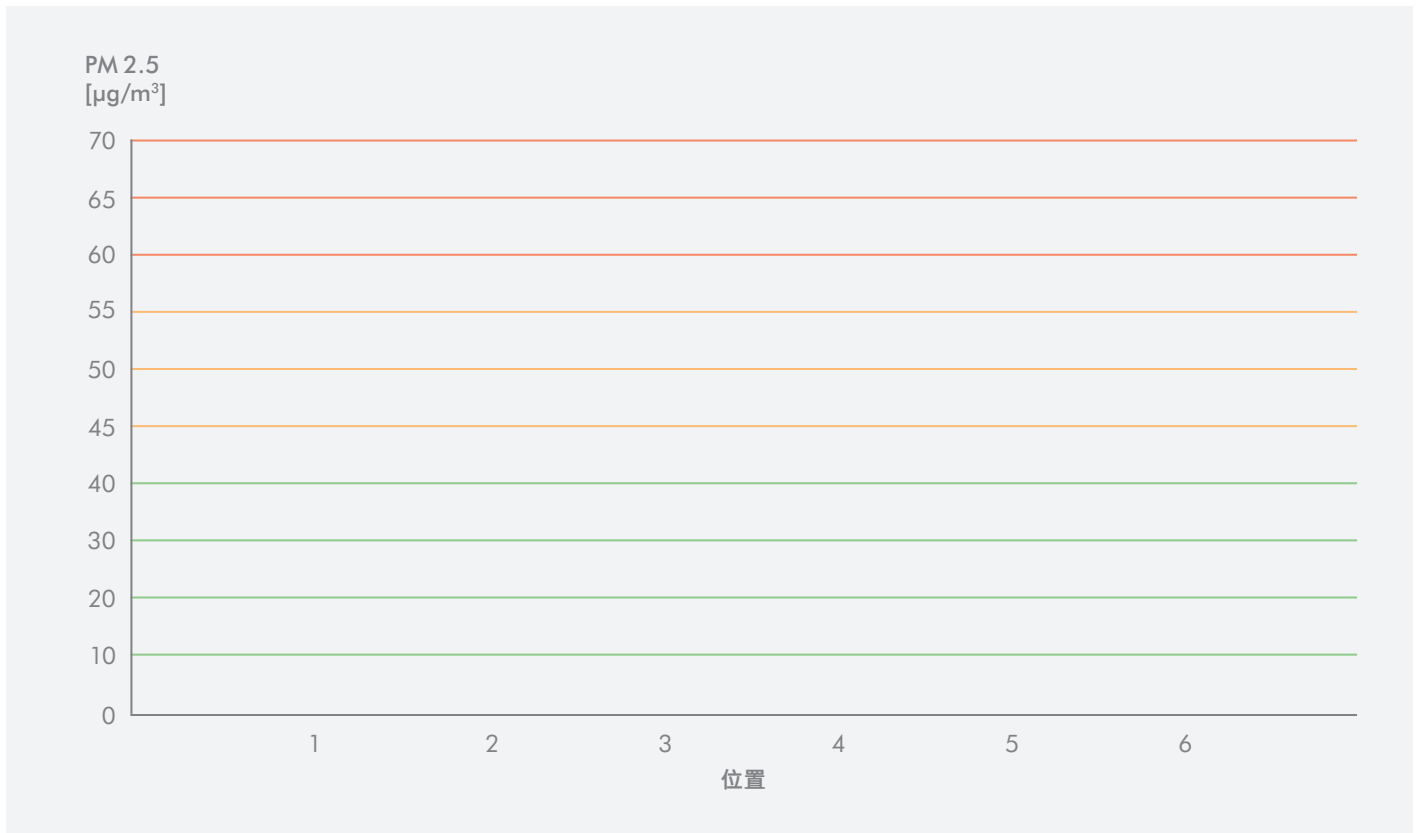
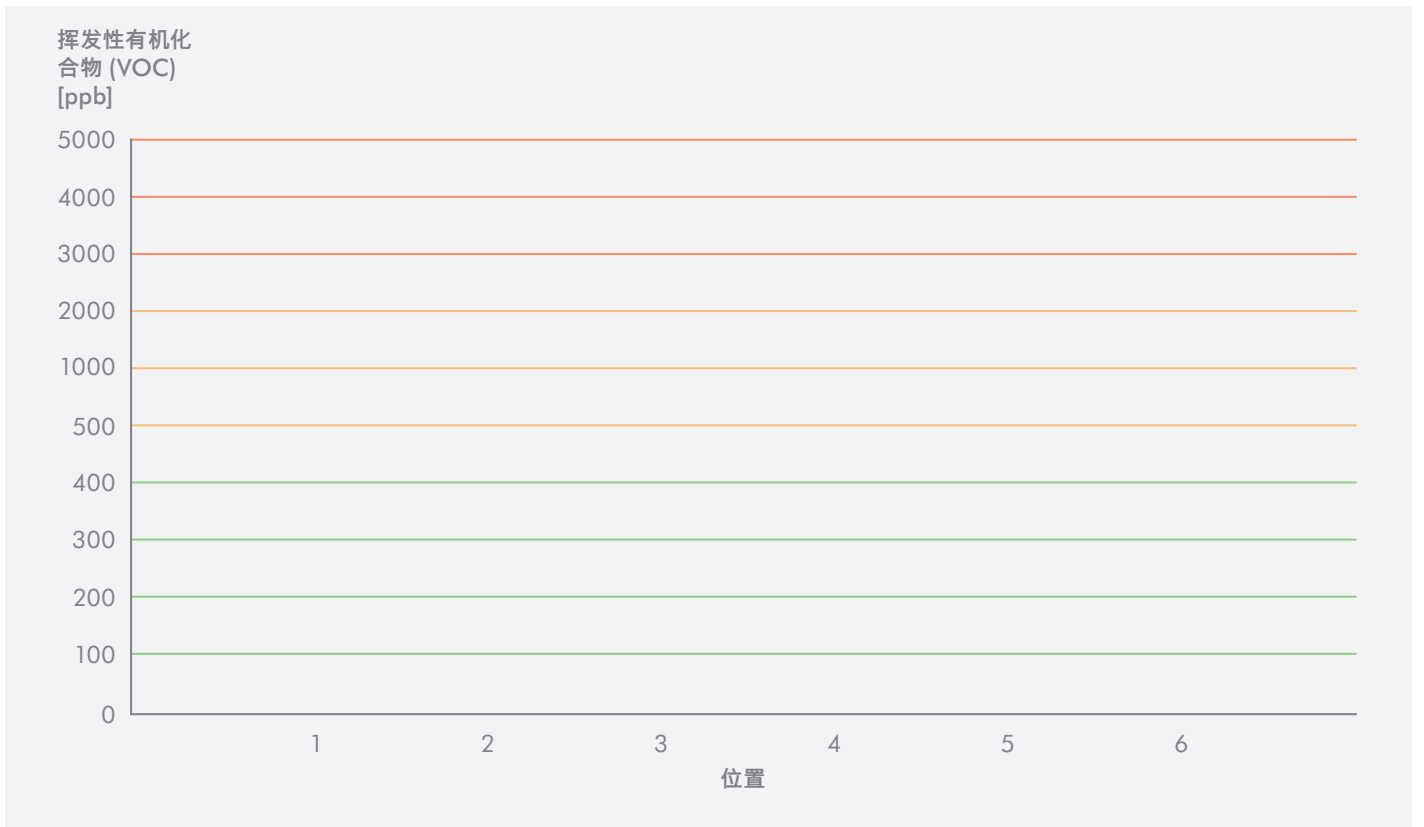


图 02 – 气体污染



3. 根据这些图表回答下列问题。

哪个位置的空气污染最严重？

哪种类型的污染在这里更严重 - 气体还是颗粒？

这种污染可能是由什么原因造成的？

空气污染水平从内部到外部是如何变化的？

有哪些结果让您感到惊讶吗？

工作表 03: 构建空气质量监测设备

使用此指南构建一个空气质量监测设备。您可以用它来监测学校周围各个地点的污染情况。

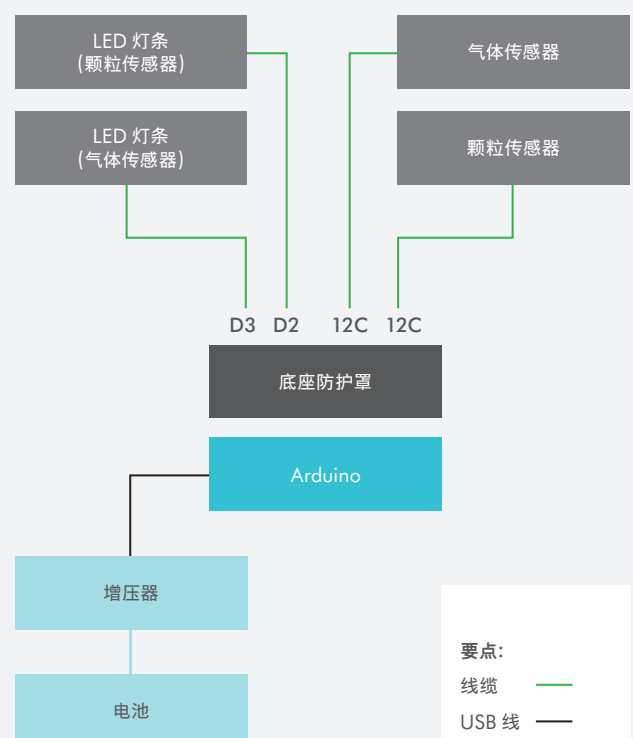
一个设备的设备清单	数量
Arduino	1
底座防护罩	1
线缆	4
LED 灯条	2
颗粒传感器*	1
气体传感器 **	1
电池	1
增压器	1
USB 线	1

* 颗粒传感器可以测量小至 2.5 微米的颗粒 (大约比人的头发细 25 倍)。
** 气体传感器可以测量挥发性有机化合物 (VOC) 和污染气体的浓度。

指南

1. 使用引脚将底座防护罩插入 Arduino。
2. 将线缆的一端插入颗粒传感器，另一端插入底座防护罩上的可用 I2C 插槽。
3. 将另一条线缆的一端插入气体传感器，另一端插入底座防护罩上的可用 I2C 插槽。
4. 将另一条线缆的一端插入 LED 灯条，另一端插入底座防护罩上的 D2 插槽。这将用于指示颗粒污染浓度。
5. 将最后一条线缆的一端插入另一个 LED 灯条，另一端插入底座防护罩上的 D3 插槽。这将用于指示气体污染浓度。
6. 将电池插入增压器。
7. 使用 USB 线将增压器连接到 Arduino。
8. 将增压器上的开关设置为 ON，以便为设备供电。
9. 一旦 LED 灯条上的蓝色加载条消失，即表示设备准备就绪。
10. 要关闭设备，请将增压器上的开关设置为 OFF。

设备设置示意图:



工作表 04: 数据收集

使用您的空气质量监测设备, 在学校周围的六个地点收集空气质量数据。

指南

1. 确保您的空气质量监测设备已开机。
2. 把您的设备带到您要测量的位置。
3. 至少等待一分钟, 让传感器的读数稳定下来*。
* 您应看到每个灯条上的 LED 灯数量保持相同。
4. 在下面的数据收集表中记录每个灯条上的 LED 灯数量。
5. 重复步骤 2-4, 直到您完成所有位置的测量。

空气质量	LED 灯的数量
很差	10
	09
差	08
	07
中等	06
	05
良好	04
	03
	02
很好	01

数据收集

位置	颗粒传感器 (LED 的数量)	气体传感器 (LED 的数量)
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		

工作表 05: 数据分析

1. 参照空气质量指数, 在图 1 中绘制出每个地点的颗粒污染浓度。
2. 参照空气质量指数, 在图 2 中绘制出每个地点的气体污染浓度。

空气质量指数

空气质量	LED 灯的数量	颗粒 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)*	气体 (ppb)**
很差	10	70	5000
	09	65	4000
	08	60	3000
	07	55	2000
中等	06	50	1000
	05	45	500
良好	04	40	400
	03	30	300
很好	02	20	200
	01	10	100

* ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) = 每立方米空气中的颗粒污染微克数

** (ppb) = 气体污染的十亿分之一

图 01 – 颗粒污染

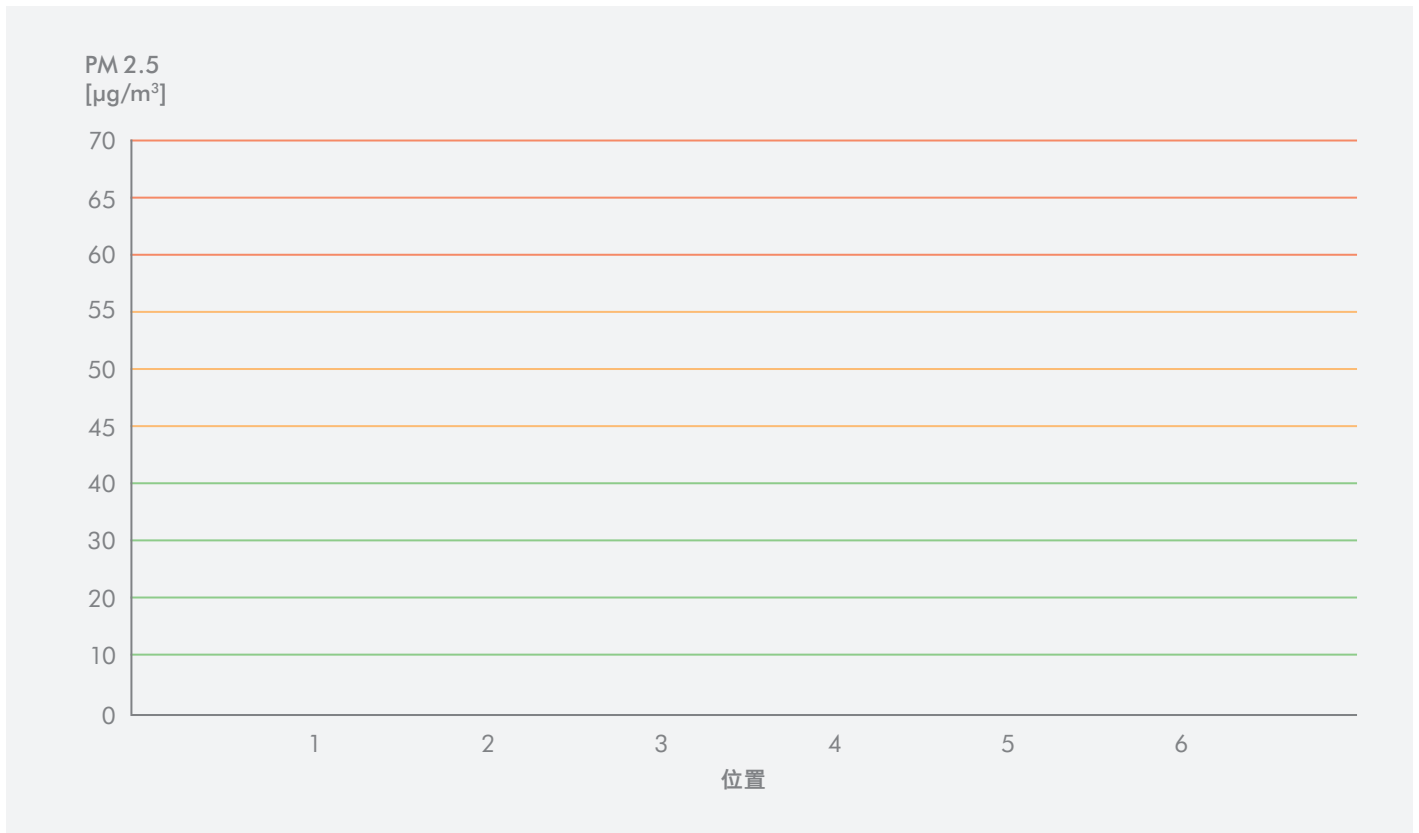
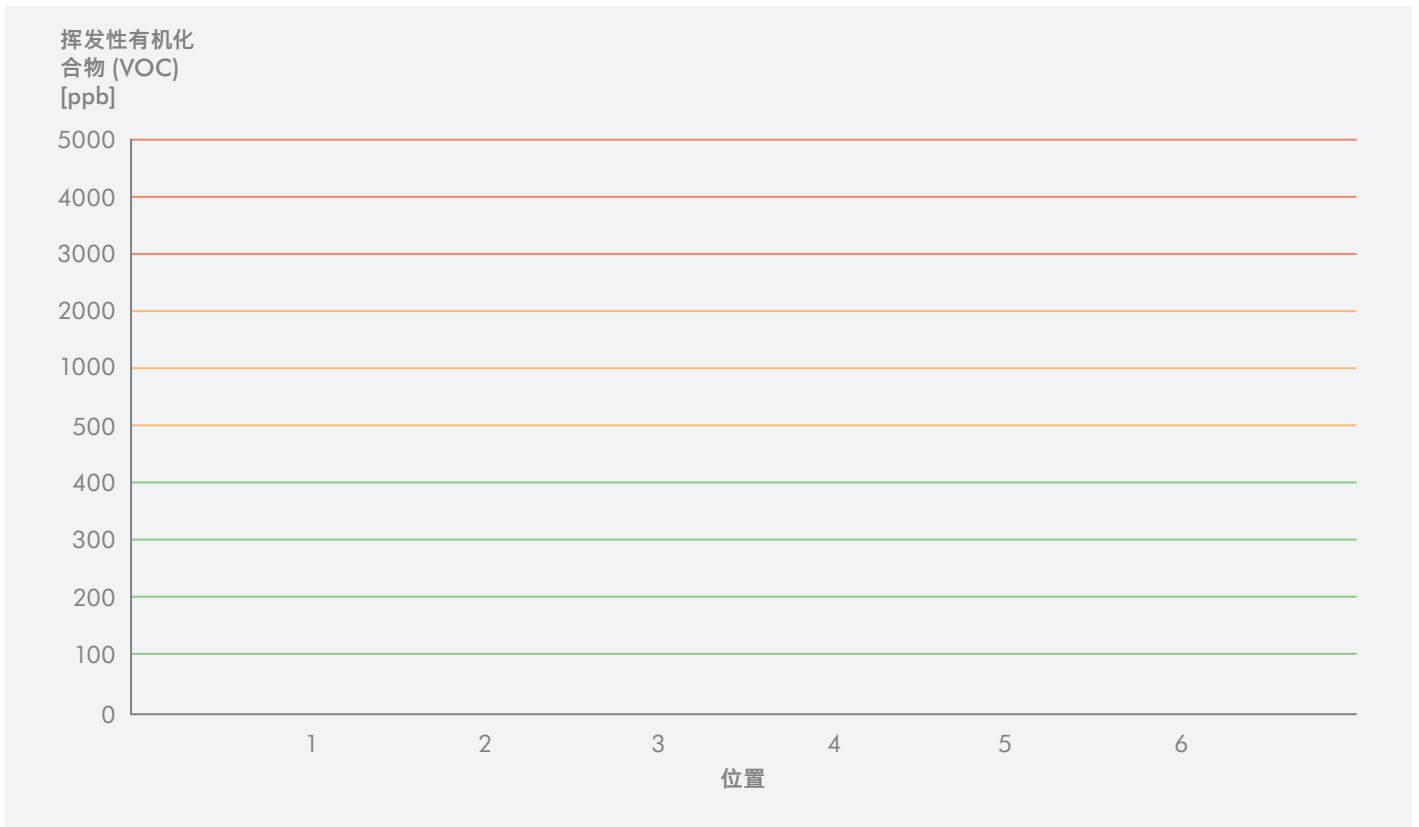


图 02 – 气体污染



4. 根据这些图表回答下列问题。

哪个位置的空气污染最严重？

哪种类型的污染在这里更严重 - 气体还是颗粒？

这种污染可能是由什么原因造成的？

空气污染水平从内部到外部是如何变化的？

有哪些结果让您感到惊讶吗？

工作表 06: 设计滤网

工程师通常会收到工作规范, 其中规定了大小、成本和性能等元素。通过开展下面的活动, 考虑这些规范如何影响戴森 Pure Cool™ 空气净化风扇中使用的滤网设计。您可以在接下来的两页上写下以下问题的答案。

- 取一张 A4 纸, 将其平放在您面前的桌子上。计算这张纸的表面积。L 是长度, W 是宽度。请参考右边的图 01。
- 现在, 以 20 毫米的间隔对纸张进行横向折叠。在第二张 A4 纸上以 50 毫米的间隔进行折叠。
 - 根据您的观察, 与平展开的纸张相比, 这两张折叠的纸张的大小是怎样的?
 - 表面积发生了什么变化?
 - 为什么这十分重要?

3. 折叠纸张的表面积也可以用下面的公式进行计算, 其中, N 代表褶皱数:

$$\text{表面积} = N ((W \times L) \times 2)$$

- 如果您的褶皱高度为 20 毫米, 褶皱间距为 10 毫米, 那么, 在 210 毫米 x 300 毫米的空间内, 您能实现的最大表面积是多少?

提示: 请参照图 02, 首先算出您能实现的褶皱总数。

- 这将使用多少张 A4 纸?
- 您认为, 为什么工程师会希望最大限度地扩大他们创造的滤网表面积?
- 除了空间之外, 使用的滤网的最大表面积还可能存在什么限制? 为什么这十分重要?

图 01: 表面积 = $W \times L$

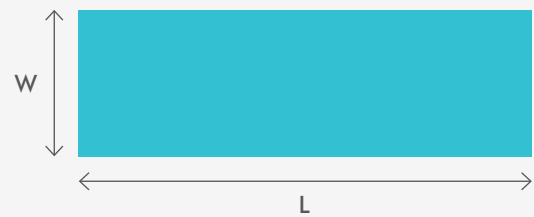
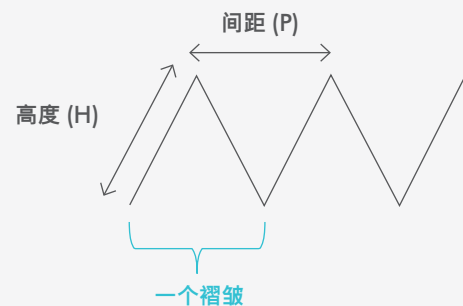


图 02: 表面积 = $N ((W \times L) \times 2)$



2a. 根据您的观察, 与平展开的纸张相比, 这两张折叠的纸张的大小是怎样的?

2b. 表面积发生了什么变化?

2c. 为什么这十分重要?

3a. 如果您的褶皱高度为 20 毫米, 褶皱间距为 10 毫米, 那么, 在 210 毫米 x 300 毫米的空间内, 您能实现的最大表面积是多少?

3b. 这将使用多少张 A4 纸?

3c. 您认为, 为什么工程师会希望最大限度地扩大他们创造的滤网表面积?

3d. 除了空间之外, 使用的滤网的最大表面积还可能存在什么限制? 为什么这十分重要?

工作表 07: 活性炭实验

按照此工作表上的说明, 观察活性炭对水和食品色素的影响。

材料

2 个玻璃烧杯

小玻璃漏斗

圆形滤纸

活性炭/木炭颗粒

钳子支架

食品色素

步骤:

1. 给烧杯贴上 A 和 B 的标签。
2. 在烧杯 A 中注入 100 毫升的水。
3. 在烧杯 A 中加入 5 滴食品色素。记录下方烧杯中水的颜色。
4. 将圆形滤纸对折, 然后再对折。将滤纸的一面打开, 形成一个漏斗, 然后放入玻璃漏斗。
5. 将玻璃漏斗安装到烧杯 B 上方的钳子支架上。
6. 称出 10 克 (约 3 茶匙) 的活性炭颗粒, 并将其放入漏斗。
7. 将烧杯 A 中的彩色水倒入漏斗, 使其流经活性炭颗粒, 进入烧杯 B。
8. 回答下一页上与您的实验有关的问题。

1. 描述烧杯 A 中的水和食品色素混合物在流过活性炭之前的颜色。

2. 描述烧杯 B 中的水和食品色素混合物在流过活性炭颗粒后的颜色。

3. 描述实验中发生的情况。

4. 您认为为什么会发生这种情况？

支持工作表

课时 01

支持工作表

此支持工作表列出了空气污染物、它们的描述和来源的正确组合，这些信息来自工作表 01: 空气污染物及其来源。

PM10	宽度为 10 微米或更小的颗粒。它们通常大到足以被鼻毛和粘液捕获，因此，我们能够通过咳嗽或打喷嚏将其排出。但是，它们可能会影响呼吸并对健康产生长期影响。	来源： – 黑色烟雾 – 土壤 – 来自道路和建筑工地的灰尘 – 花粉 – 霉菌孢子
PM2.5	宽度为 2.5 微米或更小的颗粒。它们很小，只有在电子显微镜下才能看到。它们的大小意味着，它们可以绕过我们身体的天然屏障，进入肺部。	来源： – 细菌 – 真菌 – 以煤炭、天然气和石油作为能源的行业的排放物
PM0.1	直径为 0.1 微米或更小的超细颗粒。它们小到足以绕过肺部组织并进入血液。	来源： – 汽车尾气排放 – 木烟 – 烟草烟雾
挥发性有机化合物 (VOC)	一组可能具有毒性的气体或空气中的液体。	来源： – 香烟 – 油漆 – 清洁产品 – 香薰蜡烛 – 家具抛光剂
甲醛	因独特而强烈的气味以及易燃性而闻名。	来源： – 大规模制造的木制品 – 清漆 – 油漆 – 胶水
二氧化氮 - NO ₂	一种具有强烈气味的红褐色气体，会导致烟雾和酸雨。	来源： – 柴油车废气 – 火焰 – 煤炭工厂 – 家庭供暖
一氧化碳 - CO	一种无臭、无味、无色的气体。	来源： – 燃气和燃木取暖器中燃料的低效燃烧
二氧化硫 - SO ₂	一种有强烈气味的有毒气体，由火山排出。	来源： – 燃烧化石燃料 – 火山 – 森林火灾
地面层臭氧 - O ₃	一种无色的高刺激性气体，在略高于地表的位置形成。	来源： – 在 NO ₂ 与挥发性有机化合物 (VOC) 和阳光反应时形成

课时 02B

支持工作表

此支持工作表可帮助您为课时 02B 中的空气质量监测设备构建活动准备好相应的设备。您也可以观看视频: [构建空气质量监测设备教程](#)。

您需要在课时开始前提前至少两天完成以下操作:

对 Arduino 进行编程

准备好气体传感器*

为每台设备的电池充电

* 为了提供可靠的测量结果, 气体传感器需要在使用前至少开机 12 小时, 这可以使传感元件发生化学变化。这种变化是永久性的, 因此, 传感器只需要调节一次。

对 Arduino 进行编程

您需要的设备:

一台带有 USB 端口和互联网连接的计算机

Arduino Integrated Development Environment 软件:
<https://www.arduino.cc/en/main/software>

可从詹姆斯·戴森基金会网站获取的 Arduino 代码

需要编程的 Arduino Unos

USB Type A 转 Type B 线缆

如何对 Arduino 进行编程:

1. 安装 Arduino Integrated Development Environment 软件。您可能需要寻求您的 IT 团队或技术人员的支持。
2. 在您的桌面上创建一个名为 `jdf_aqi` 的新文件夹。
3. 进入詹姆斯·戴森基金会网站, 单击 Download Arduino code (下载 Arduino 代码), 该按钮位于 Engineering solutions: Air pollution (工程解决方案: 空气污染) 部分。将下载一个名为 `jdf_aqi.ino` 的代码文件。
4. 下载后, 将此代码文件保存到您在桌面上创建的文件夹中, 然后单击以打开它。它将在 Arduino Integrated Development Environment 中打开。
5. 在 Arduino 环境中单击工具, 然后管理库。
6. 搜索 HM3301, 找到 Grove – Laser PM2.5 Sensor HM3301 by Seeed Studio, 从下拉条中选择 1.0.0 版本并安装。
7. 搜索 SGP30, 找到 Adafruit SGP30 Sensor by Adafruit, 选择 1.0.5 版本并安装。
8. 搜索 NeoPixel, 找到 Adafruit NeoPixel by Adafruit, 选择 1.3.2 版本并安装。
9. 单击 Tools (工具), 然后单击 Port (端口), 然后单击 COM (Arduino/Genuino Uno) - 连接的 Arduino 应自动出现。请注意, 这也可能显示为 `/dev/tty/arduinouno`。
10. 单击 Sketch (草图), 然后单击 Upload (上传) (或单击工具栏上的向右箭头按钮)。
11. 等待, 直到窗口底部的状态栏中出现 Done Uploading (完成上传)。
12. 从 Arduino 上拔下 USB 线。
13. 对所有 Arduino 重复步骤 7 至 12。

课时 02B

支持工作表

准备气体传感器并给电池充电

您需要的设备:

一台带有 USB 端口的计算机

USB 集线器 (可选)

已编程的 Arduino Uno

用于 Arduino Uno 的 Grove 底座防护罩

Grove 通用 4 针带扣电缆 (20 厘米) -
每个 Arduino 一条

USB Type A 转 Type C 线缆 -
每个 Arduino 一条

锂离子 3.7V 2000 mAh 电池 -
每个 Arduino 一个

LiPo Rider Plus 充电器/增压器 - 5V/2.4A USB
Type C - 每个 Arduino 一个

USB Type A 转 Type B 线缆 -
每个 Arduino 一条

如何准备气体传感器并给电池充电:

1. 将基座防护罩推入 Arduino。
2. 使用连接器将气体传感器连接到基座防护罩上的可用 12C 端口。
3. 使用 USB Type A 转 Type B 型线缆将增压器插入 Arduino。
4. 将电池插入增压器。
5. 使用 USB Type A 转 Type C 线缆将增压器插入 USB 集线器。如果您没有使用 USB 集线器, 您可以将 USB Type A 转 Type C 线缆插入计算机的 USB 端口。
6. 将 LiPo 增压器上的开关设置为 ON。
7. 对所有套件重复步骤 1 至 6。
8. 如果使用 USB 集线器, 请将 USB 集线器插入计算机的 USB 端口, 以便为其供电。
9. 将所有套件插入并供电至少 12 小时。如果您没有使用 USB 集线器, 建议您将气体传感器插入多台计算机, 以确保它们在 12 小时内全部准备就绪。
10. 12 小时后, 将 LiPo 增压器上的所有开关设置为 OFF, 并拆开所有套件。现在电池已充满电, 可以正常使用气体传感器。

课时 03

支持工作表

使用此支持工作表, 帮助指导全班完成工作表 06: 设计滤网。

问题		支持备注
2a	根据您的观察, 与平展开的纸张相比, 这两张纸的大小是怎样的?	学员应针对纸张的不同高度和长度以及这对它们所占空间的影响发表意见。
2b	表面积发生了什么变化?	表面积将保持不变。可以要求学员将每张纸重新平铺成原始 A4 页的大小, 以进一步解释此原理。
2c	为什么这十分重要?	<p>当工程师设计滤网时, 他们必须优化褶皱的数量、褶皱间距和褶皱深度, 以适应机器的空间限制。平坦滤网意味着, 最终机器尺寸会非常大。折叠的滤网需要更大的深度, 但可能实现更小的尺寸。滤网团队必须与许多其他团队合作 (比如电机、电子和设计工程师), 以了解每个不同的元件将如何结合在一起, 以打造出一台最终的机器 - 兼顾功能与美观。</p> <p>请注意: 增加表面积也会降低滤网的压降和表面速度, 您可以选择在适当的时候进行进一步阐述。</p>
3c	为什么这十分重要? 您认为, 为什么工程师会希望最大限度地扩大他们创造的滤网表面积?	空气被电机吸入净化器, 通过滤网, 并推回房间。抽吸空气并使其通过滤网需要耗费能量, 而且, 当滤网被颗粒堵塞时, 需要耗费更多的能量来抽吸相同数量的空气并使其通过滤网。这可能会增加电机的噪音, 以及能耗。让滤网拥有尽可能多的表面积时, 可以使通过每单位滤网介质的颗粒数减少。这意味着, 我们可以减少能耗和噪音, 为房间提供更清洁的空气, 同时还可以延长电机和滤网的寿命。
3d	除了空间之外, 使用的滤网的最大表面积还可能存在什么限制?	更小的褶皱间距会使滤网介质的表面积变得更大。但滤网介质十分昂贵。工程师必须平衡性能和成本, 以确保最终的机器既具备高性能, 又具备商业可行性。