



可持续发展教学单元

“环境痕迹 - 液体洗涤剂的生态足迹从何而来？”

为教师提供的补充资料

本材料用于配套为期一周的小学探索课程，是“探索者世界(Forscherwelt)”教育计划的一部分。本材料可与学生工作表配合使用，同时提供了有关所需材料的更多信息。

本教学单元的教学概念和教学计划的制定获得了德国波鸿鲁尔大学化学教学论主席 Katrin Sommer 教授（博士）的指导，以及汉高的支持。

引言

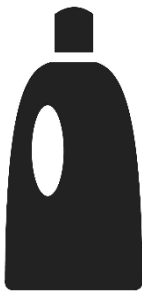
生态足迹、生命周期评估、生命周期分析、二氧化碳足迹，这些都是技术术语，它们都有一个共同点，那就是旨在描述产品对环境的影响。具体来说，就所描述的系统边界和影响类型而言，这些术语肯定存在差异。但它们的定义都考虑到了产品从原料到最终处置的全生命周期。

由于小学适龄儿童仍然难以掌握确切的定义和科学的计算方法，因此在下文中我们不会详细研究各种技术术语。相反，我们想表达的基本原则是：只有综合考虑产品的全生命周期，我们才能评估产品是否环保。例如，如果一辆电动车依靠效率低下的褐煤发电厂提供电力，并且其电池原材料来源于童工开采的矿石，那么从本质上来说这辆电动车就不具备环保性，其环境效益值得怀疑。

在这一系列的课程中，我们将跟随液体洗涤剂的生命周期，从洗涤剂的一项重要成分开始，了解其环保用法，研究温室效应，然后重点关注包装主题。

课程

- 1 洗涤剂里的什么成分有清洁作用?
- 2 一切都是剂量问题。
- 3 洗涤温度太高吗?
- 4 温室效应和二氧化碳
- 5 包装 — 为什么要包装? 用什么材料包装? 如何包装?
- 6 塑料与塑料各不相同
- 7 水溶性薄膜 — 塑料的替代品?
- 8 水溶性薄膜



洗涤剂里的什么成分有清洁作用？

简要介绍见本[视频](#)（英文）。

表面活性剂可以改变表面张力

每组所需材料

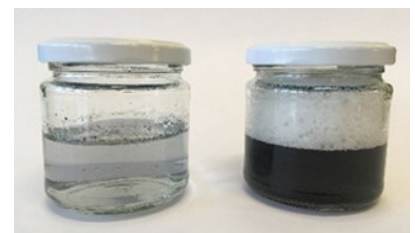
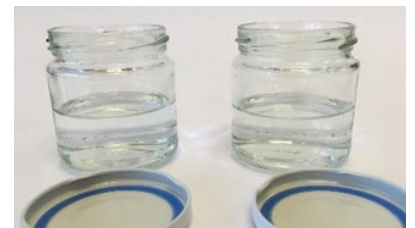
- 三个图钉
- 小玻璃碗或烧杯
- 移液器
- 液体表面活性剂（例如十二烷基醚硫酸钠，也可以使用洗涤剂）



表面活性剂和污垢在水中的分布

每组所需材料

- 两个旋盖玻璃容器
- 移液器
- 一刮勺煤灰（例如从煤块上刮下一些碎屑）
- 液体表面活性剂（例如十二烷基醚硫酸钠，也可以使用洗涤剂）



清洗油渍

每组所需材料

两个旋盖玻璃容器

- 移液器
- 装有橄榄油的滴管瓶
- 两块棉布（约 5x5 厘米）



一切关乎剂量

为了保护环境，洗涤剂的用量必须控制在绝对必要范围内。正确的洗涤剂用量取决于水的硬度，而水的硬度又主要取决于水中的钙和镁离子含量。这些矿物质可以与洗涤剂中所含的表面活性剂和肥皂相结合，会干扰洗涤。因此，在硬水中添加液体洗涤剂时，水会变得浑浊，而且产生的泡沫也比软水少。

不同种类的水

- 两个汤匙
- 火柴
- 两份水样，含有 a) 蒸馏水和 b) 硬水
- 蜡烛
- 木夹

学生应首先接受安全指导，不得在无人监督的情况下进行实验。

在软水和硬水中使用液体洗涤剂会怎样？

每组所需材料

- 两个 1 升烧杯
- 20 毫升液体洗涤剂
- 500 毫升蒸馏水
- 移液器或小量筒
- 500 毫升硬水
- 玻璃棒



泡沫

每组所需材料

- 两个带螺旋盖的 1 升 PET 瓶
- 100 毫升量筒
- 1 升硬水或 1 升蒸馏水
- 漏斗
- 5 毫升液体洗涤剂
- 防水毡头笔



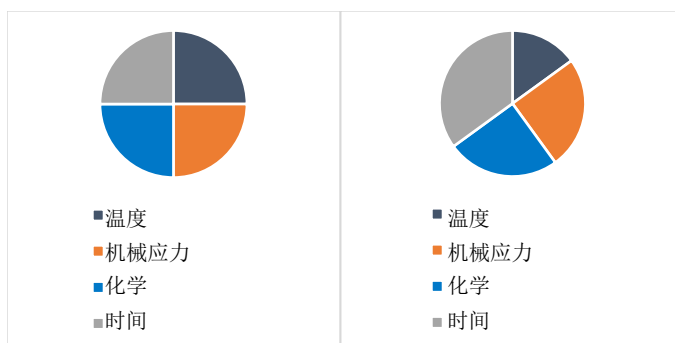
洗涤温度太高吗？

详细的科学背景信息见[此处](#)（英文）。

简而言之：

洗涤效果基本上取决于四个因素：洗涤温度、织物的机械应力、化学试剂（洗涤剂的数量和质量）和洗涤时长。曾在汉高工作的科学研究者 Sinner 博士首先提出了上述因素之间的相互关系，因此人们将这一理论命名为 Sinner 圈图。

这种相关性是以圈图的形式来表示的，因此得名 Sinner 圈图。这一理论说明了如何通过增加其他参数来补偿其中减少的参数。例如，增加洗涤时间可以补偿洗涤温度较低的影响。



Sinner 圈图是洗衣实验的基本原理。此外，这还能用以研究洗涤剂的基本成分以及水量的影响。

弄脏一些布料

每组所需材料

- 白色棉布片 (约 30 厘米 x 30 厘米)
- 5 毫升甜菜汁
- 5 毫升热巧克力
- 20 毫升液体洗涤剂
- 1 汤匙番茄酱

洗衣实验

每组所需材料

- 1 个烧杯 (1 L)
- 电磁加热搅拌器 (如果没有, 也可以手动搅拌)
- 移液器
- 5 毫升液体洗涤剂
- 软化水
- 温度计

可分为不同的小组进行洗涤试验。如果可能, 应有至少两组在相同条件下进行洗涤实验。

选择这三种污渍, 是因为它们属于不同类型的污渍。甜菜汁属于“可漂白”的污渍之一; 热巧克力中含有的蛋白质, 在洗涤酶的帮助下, 尤其容易清洗; 番茄酱也同样如此, 它含有许多碳水化合物。

在评估过程中, 你会发现, 洗涤温度在 60°C 以下时, 热巧克力更容易被去除。高洗涤温度会对含有蛋白质的污渍和洗涤酶产生负面影响。

结论是, 低洗涤温度能够取得良好的洗涤效果, 并能显著节省能源。

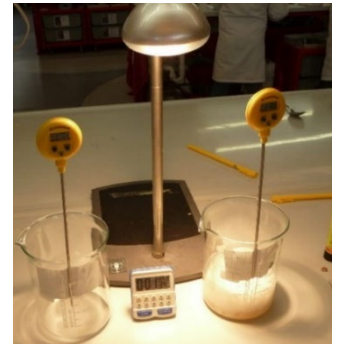
温室效应和二氧化碳

简单来说，地球大气层中含有所谓的温室气体，当温室气体“捕获”太阳的热量时，就会发生温室效应。二氧化碳，即 CO_2 ，是最著名的所谓温室气体。二氧化碳尤其会吸收太阳光的多种波长，这成为了热辐射。因此，与二氧化碳含量较低的大气层相比，含有大量二氧化碳的大气层会吸收更多的热辐射，因此升温更快。

我们可以通过简单的实验装置来模拟温室效应。为此，需要准备两个容器（烧杯），用来代表两种大气层：一种大气层含有少量的二氧化碳，另一种大气层则含有大量的二氧化碳。往烧杯中的石灰加醋，即可产生二氧化碳。二氧化碳比正常的环境空气要重，因此会集中在烧杯的下部。

每组所需材料

- 2 个 2 升高型烧杯
- 2 个数字温度计（精确度为 0.1°C ）
- 1 个灯罩，带 250W 加热灯
- 1 个带夹子的三脚架，用于固定灯具
- 胶带
- 钟表
- 10 克石灰粉
- 50 毫升食醋（5-6% 酸）



为了尽可能准确地测量温室效应，在设置仪器时必须特别注意以下几点：

1. 仪器设置必须保持对称，也就是说，烧杯和温度计与灯的距离必须相同。
2. 两个容器内部的初始温度应尽可能保持相同。例如，可以将仪器提前一天准备好，以便仪器与室温保持一致。
3. 仪器应尽可能放置在避风处；房间里的任何气流都会干扰到测量结果，例如空调系统。

观看此视频：[瓶子里的温室效应](#)（英文）。

包装 — 为什么要包装？用什么材料包装？如何包装？

你可能会觉得塑料是糟糕的，而玻璃是环保的。作为包装材料，塑料早已声名狼藉。但是塑料并非一无是处。

在本课中，我们将比较五种不同的包装材料及其特性。这些特性会决定材料的应用范围和以后的可回收性。

表单

每组所需材料

- 五种不同材质的容器，包括木头、玻璃、纸板、塑料和金属。

材料特性

每组所需材料

- 2-3 个硬币
- 2-3 块小木块；例如吃薯条用的木叉子
- 2-3 颗玻璃珠（例如来自手工艺用品）
- 2-3 块纸板
- 2-3 个小塑料包装片（不同类型）

各不相同的塑料

应用场景不同，用于包装的塑料也会不同。这些塑料各有不同的特性。为了尽量回收塑料，在回收时需要将塑料进行分类。分类时可以利用塑料的不同密度。

在本课中，孩子们将了解最常见的塑料及其符号，还将学习如何根据塑料在水中不同的漂浮/下沉行为来分离塑料。

了解不同类型的塑料

关于回收代码的概述见[此处](#)（英文）。

每组所需材料

- 大约 5-6 个不同类型的空塑料包装

塑料的浮/沉

每组所需材料

- 1 个 250 毫升烧杯或大号水杯
- 由各种塑料（PE、PS、PVC、PET）制成的塑料片，尺寸约为拇指指甲大小。

用于塑料分类的浮/沉法

每组所需材料

- 1 个 250 毫升烧杯或大号水杯
- 由各种有标识的塑料 (PE、PS、PVC、PET) 制成的塑料片, 尺寸约为拇指指甲大小。
- 食盐
- 刮勺 (或茶匙)

运用塑料分类知识

每组所需材料

- 1 个 250 毫升烧杯或大号水杯
- 由各种塑料 (PE、PS、PVC、PET) 制成的塑料片, 尺寸约为拇指指甲大小。
- 食盐
- 刮勺 (或茶匙)

水溶性薄膜 — 塑料的替代品?

在少数的应用场景中，水溶性薄膜可以取代包装塑料，比如说，洗碗机专用洗涤片或洗衣胶囊可以用聚乙烯醇薄膜包装。市场上也出现了淀粉基包装材料，例如作为填充材料，用于固定运输中的易碎物品。

水溶性淀粉膜

每组所需材料

- 约 5 克玉米淀粉
- 一定毫升甘油
- 1 个 250 毫升烧杯
- 电磁加热搅拌器或电炉
- 用于搅拌的玻璃棒
- 天平
- 刮勺
- 量筒
- 储物盒塑料盖



水溶性 PVA 薄膜

每组所需材料

- 10 克聚乙烯醇 (MW 70,000)
- 一定毫升甘油
- 1 个 250 毫升烧杯
- 电磁加热搅拌器或电炉
- 手持搅拌机
- 天平
- 刮勺
- 量筒
- 储物盒塑料盖



这两种化合物涂在塑料盖上后，大约需要一天的时间才能晾干。

测试水溶性薄膜

现在，孩子们可以去查看一小时前制作的水溶性薄膜，请将它们从塑料盖上小心地取下。

淀粉膜与 PVA 膜的比较

每组所需材料

- 自制薄膜
- 小烧杯
- 用于搅拌的玻璃棒

PE 和 PVA 的比较

- PE (聚乙烯) 制成的塑料袋
- PVA 袋 (钓鱼用品)
- 镊子
- 移液器
- 塑料碗
- 烧杯
- 浓缩食盐溶液
- 液体洗涤剂



链接

- <https://www.cleanright.eu/en/laundry-room.html>
- https://www.youtube.com/watch?v=_6xINyWppB8
- <https://www.york.ac.uk/res/sots/activities/soapysci.htm>
- https://www.youtube.com/watch?v=cYOC8_jJclI