

稀释胶水 冷却热水 科学教师培训中的探究活动实例

文_李慧叶/中国科协“做中学”科学教育改革实验项目教学中心(东南大学)

动手探究,不只是孩子在科学课上的专利,也是科学教师培训中的宠儿。在第3期“做中学”高级培训中,英国约克大学的科学教育专家安排了一系列有趣的探究活动,带领参训教师们走进科学研究的殿堂,真切地做了一回科学家和工程师……

◎ 实例一 稀释胶水

一开始,Gail老师(英国约克的培训教师)让我们思考如何测量不同液体的流动性,设计一种方法来比较这些液体的流动性,并且要求尽量用一种可重复的方法获得定量的数据。大部分老师思考的方法是在一块斜着的平板上滴各种液体,测量液体下滑的快慢或者相同时间内液体走过的距离。有些小组注意到了实验的公平性,尝试了多次来保证不同液体的液滴量相同。Gail老师在各个小组巡视着,注意各小组的实验细节,鼓励没有任何数据的小组尝试可记录的数据,并鼓励我们发现更多的测试方法,如工业中常用的两种测量方法:一是迅速将液体倒入漏斗,测量漏斗下方开始有液体流出的时间;二是使用量筒,在液柱顶端释放一个小玻璃珠,测量小玻璃珠下落的时间。

真正的活动还没有开始,Gail老师神秘地



给每个小组发了一封信。我们好奇地打开信封,只见里面写到:

尊敬的科学家:

我公司为巧克力制造商生产了一种特殊的胶水,他们使用这种胶水将包装纸粘到一起。我们已经发现了做胶水的最好原料——在树干里找到的一种液体。但我们遇到了一个问题:这种液体非常黏稠,不能顺畅地通过我们的管道;同时它也非常难以搅拌,因此我们需要大量的电能来运转我们的搅拌机,这带来了巨大的成本。

您能给我们一些建议,使得我们的胶水能更顺畅地流动吗?希望您能给我们提供尽量多的测量数据。

我们期待能尽快得到您的回复。

简·惠灵顿
“你的黏合剂”公司总经理

哇!短短的几句话让我们相信下面要做的事情真的可以解决一个大问题,真正是工程师需要完成的任务。我的脑海里不禁浮现出孩子们看到这封信时惊讶和喜悦的脸。

赶快动手!别忙,Gail老师提醒我们好好想一想,小组里面讨论一下,要研究什么?观察什么?测量什么?怎么做?嗯!既要保证胶水能粘住纸,又要解决工厂里胶水不能顺利通过管道的问题。小组里大家七嘴八舌的议论开了,到了我这个小组长发挥作用的时候了。我清了清喉咙“一个一个说,要说出理由……”小组讨论渐渐地聚焦到怎样通过设计公平实验,测量稀释后胶水的流动性,同时判断胶水是否还具有粘住纸的能力这个非常关键的问题上。

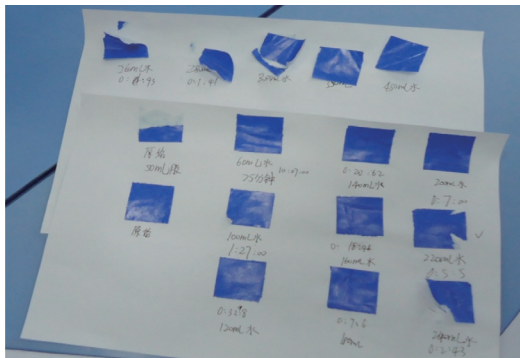
瞧!这个问题难不倒我们,小组内很快达成共识:将稀释后的胶水涂抹在小纸片上,将小纸片贴在一张白纸上,待胶水干后,通过小纸片能否粘在白纸上来判断胶水的粘贴性。另



教师们在测量液体流过漏斗的时间

一个小组另辟蹊径：用胶水粘住纸带，在纸带下挂盛有水的纸杯，用纸带所能承受的水的质量来表征胶水的粘贴性——不失为一个有效的测试方法。

“如何配比胶水？测试什么数据？记录什么数据？”这是我们面临的第2组问题。讨论真是一个好助手，很快我们有了决定：取50mL胶水，加入60mL水、80mL水、100mL水……450mL水后，分别将纸片粘在白纸上，在每张纸片的下面，记录加水的量，记录每次加入水后，一滴胶水稀释液通过漏斗颈的时间。



小组的原始记录

实验顺利进行着，但似乎所有的纸片都可以粘在白纸上，我们有些失望和着急，我们能得到结果吗？第2天早上，出乎意料，我们惊喜地发现加入240mL水对应的小纸片很轻易地从白纸上脱落了。尽管此次实验未得到最准确的数值，但使我们兴奋的是发现了在胶水的流动性与粘贴性之间取得一个平衡是完全可能的，只要在220mL和240mL水之间进一步实验，必然可以得到最准确的数值。

◎ 实例二 冷却热水

实验桌上放着另一个信封，看来新的挑战就藏在里面，我们兴致勃勃地打开信封。

尊敬的科学家：

我相信您的顾问团队能帮助我们解决水管所面临的一些问题。我已经给您发送了管网的设计。该设计展示了水的流动路径：从Kelty水库取水，经工厂后汇入Kel河。其中存在的问题有：①这个管道锈蚀得厉害，我们需要一些关于修建新管道的材料的建议。②水流通过管道接口时有时会泄漏，所以我们需要一个好的密封材料。③当过滤从水库中流进来的水时，我们发现水不够清澈。④在水回到河流前，需要保持水的“中性”，我们需要了解如何实现这一处理。

最后，尽管这个问题不是目前面临的，但我们希望您能告诉我们最有效地冷却热液体的方法。我期待不久后能收到您的回复，您的意见对我们将会很有用。

李·汤普森

现场经理

看来汤普森先生遇到的问题还真不少，每个问题都非常吸引我们的眼球。Gail老师微笑着说：“今天的研究问题是：怎样能最有效地使热的液体冷却？”

Gail老师的第1个问题是让每个小组想出1个让热水冷却的方法。我们组想到的方法最直接——往液体里加冰。很快，各组将想法都汇集了起来，大致有这样6种：

- ①自然散热
- ②放入装冰的容器中
- ③在液体中加入冷水
- ④在液体中加入冰块
- ⑤向液体吹风
- ⑥将液体倒入表面积较大的容器。

正好一共有6个小组，很自然每个小组领到1种方法。很巧的是，我们组实验的正好是之前想到的方法——加冰块！相对于隔壁对着热水使劲扇风的小组来说，这个方法实在是太简单了。我们边做边得意，我们的方法不仅简单，而且显然是最有效的。果不其然，最终的实验结果表明，降温最快的就是我们小组，在1分半的时间内，水温下降了30度。

就在我们组洋洋得意的时候，Gail老师提出了新的要求：如果需要被降温的是一种化学液体，哪些方法就不可取了？冰的降温效果的



奋力扇风的老师们

确很棒，但制造冰的成本太大，能不能只用水来进行降温？如果将液体倒入敞开的大面积容器，如何防止有毒物质的挥发？

有了这些限制条件，我们渐渐将思路聚焦到工业上常用的热交换机上。只要让冷水不停通过浸没在热水箱里的管道，就能使热水降温。这真是一个既能解决问题，又节省资源、低碳的好方法。

但是，跟别的小组做一样的事情，实在不



别组的实验方法



我们组的“虹吸大法”

是我们组的 style。因此当别的小组都在缠绕塑料管的时候，我们组又想到了不同的方法。如果将塑料管塞进塑料瓶里，流经塑料管里的水量毕竟是比较少的，何不将塑料瓶放在一个装有冷水的大容器里，想办法让容器里的冷水不停循环，最终使塑料瓶里的热水冷却下来呢！

实验往往是想的时候简单，到做的时候就手忙脚乱了。我们采用的是虹吸的方法，将容器里的冷水收集到水桶中，等水桶满了再倒回容器里。而虹吸的速度比我们想象的要快得多，一会儿水桶里的水就满了，我们又得赶紧将桶

组别	开始时水温	进水	出水	水温差	时间 (2min)
1	56.3℃	61℃	59℃	2	2min
	60℃	57℃	52℃		2min
	58℃	52℃			2min
2	58℃	54℃	4℃	2min	2min
	20℃	30℃	10℃	2min	2min
3	66℃	54℃	12℃	2min	2min
	18℃	30℃	12℃	2min	2min
4	62℃	45℃	39℃	10min	10min
	22℃	31℃	7℃	10min	10min
5	53℃	50℃	3℃	4min	4min
	21℃	25.5℃	4.5℃	4min	4min
6	66℃	49℃	15℃	3min	3min
	87℃	28℃	9℃	2min	2min

最终的实验结果

里的水再倒回去。就这样手忙脚乱了一阵，“循环冷却流水线”正式形成了。大家你接我倒，他计时她测温，分工合理，安排有序。

一开始降温的效果很是不错，2分钟内热水降低了17度。但是继续测量时就出现问题了，在第5分钟和第8分钟时，水温竟然出现了回升的现象。但由于当时在忙着继续实验，大家也没顾上这奇特的数据变化。10分钟后实验结束时，我们测量的最终水温是39度。我尝试用手摸了一下塑料瓶上方的水，好烫！根本不可能只有39度。哦！这时我们恍然大悟，由于容器里的冷水水位要远远低于塑料瓶里的水位，而水的热传递主要通过对流来实现。因此我们一直都只是在给塑料瓶底部的热水降温，所以降温的速度比较快。而塑料瓶上方的水，温度基本没怎么变。倘若温度计稍微向上伸一点，温度就会升高。通过这个看似简单的活动，我们又复习了热传导的知识，真是意外的收获呀！

在各组将实验结果汇总到集体记录单时，我们又有新的发现——不公平的因素，因为各组热水的初始温度都不一样，冷水的初始温度也不一样。新的问题自然而然地产生了……■