



水表面张力之教学省思-真的有所谓的「水平面」吗?

陈正治、陈虹桦

国立科学工艺博物馆 科技教育组
807 高雄市三民区九如一路 720 号

电邮: nelson@mail.nstm.gov.tw

电邮: irisnn@mail.ntsec.gov.tw

收稿日期: 二零零九年十月四日(于十一月三十日再修定)

内容

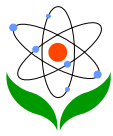
- [摘要](#)
 - [一、缘起](#)
 - [二、研究对象及背景](#)
 - [三、实验设计](#)
 - [肆、研究发现](#)
 - [伍、结论与建议](#)
 - [陆、参考文献](#)
-

摘要

本研究为教学实务经验的分享, 笔者针对国小六年级学童设计五个实验活动, 透过动机导入、问题探索、实验解惑及归纳心得等科学教学活动, 带领学童学习水的表面张力原理。透过以上的教学设计, 可以发现当学生的先前概念与实验结果相异时, 会选择相信实验的结果, 如再透过实验竞赛游戏, 更能加深其学习意愿并激发其探究的动机。本探究活动即在提供国小学童, 探索水平面的迷失概念及適切认识水表面张力的作用。

关键词: 水平面、表面张力、动手实作、教学实务、迷失概念

一、缘起



在日常生活中表述一个完整平面时, 常常会使用「水平面」来形容物体表面的平整性, 但是, 水的表面当真是平整的吗? 还是另有玄机呢?

笔者于高雄市新庄国小六年级分布式资优班中教授科学课, 这个班级的科学课程非一般九年一贯自然与生活科技学习领域的课本知识, 而是由学校外聘专业的科学师资担任科学课的教师, 课程内容也由授课教师自行设计。但一般讲授式的教法对于学生科学学习而言, 不管是引起兴趣也好、学习效果也好, 都是一种下下策, 故鉴于此机会, 笔者从学生学习的角度出发并配合自身善于带实验的能力, 设计一系列实验操作活动, 透过让学生亲自动手体验的方式来学习水的表面张力, 并提出笔者的教学省思, 供有志于此的研究同好及教师参考。

二、研究对象及背景

本研究以高雄市新庄国小六年级分布式资优班的 16 名学生为研究对象并随机分成 4 组(按高雄市马路名称分为一心、二圣、三多及四维等 4 组), 进行认识水的表面张力现象之各式实验。分组原则是组长自任、组员自选组别, 倘人数与性别不平均, 再进行抽签办理; 另为了解学生对于「水平面」的先前概念, 在第一个实验活动前笔者让各组学生进行两个问题的讨论, 藉以观察学生对下述问题的理解力, 并且从而探索水表面张力的特性。第一个问题是: 「是否真有所谓的『水平面』呢?」第二个问题是: 「那水是软的还是硬的?」以下为各组学生对于第一题的讨论结果及理由:

一心: 认为没有; 在地球有水平面是因为地球有地心引力, 而外层空间没有。

二圣: 认为没有; 第一, 在一瓶水的水面上滴上水滴之后, 用放大镜看水是凹凸不平的; 第二, 用一杯水, 一直加水, 水会突出来; 第三, 地球是球体, 水哪有可能是平面的。

三多: 认为有; 第一, 水不是固体的, 随着不同容器, 有不同的形状; 第二, 有海平面, 所以有水平面; 第三, 因为有地平线, 所以有水平面。

四维: 认为有; 第一, 瓶子内的水倒掉一些之后, 水还是平的; 第二, 把水装入一个瓶子内, 将水加到满就没有水平面; 没加到满就有; 第三, 将一瓶水摇晃时, 就没有水平面; 静止不动时就有水平面。

归纳学生对于第二个问题的响应, 则有下列三种类型:

第一, 水是软的; 因为摸起来软软的, 可以放入不同形状的容器内, 水会反震, 可以喝, 可以洗澡, 有表面张力等等。

第二, 水是硬的; 因为泳池畔禁止跳水, 水刀, 滴水穿石等等。

第三, 有时软、有时硬; 因为水会打人。

因「水平面」相关知识并没有在他们之前的课本出现过, 从学生对于第一、二题的回答, 可以了解学生对于「水平面」的先前概念是由学习过之相近的科学概念与日常生活经验



结合而推论得出, 半数学生仍对于「水平面」的概念不甚了解。为了帮学生解惑上述 2 个问题, 笔者试着设计几个实验, 让学生亲自动手操作及观察, 并与其先前响应的答案进行比较, 以建构其科学探究的精神。

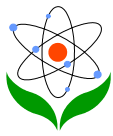
三、实验设计

本研究为让学生了解「水平面」的真相, 在实验一与实验二利用手掌、硬币等物品, 让学生亲身体验物品与水接触时, 受力面积与水的作用力大小关系, 让学生奠下水的表面有「力」的这样概念; 接下来实验三则透过不断在水里丢进的物体体积而增加水表面弧度大小的过程, 让学生对于水的表面张力有更进一步的体会; 实验四及实验五则让学生观察不同高度的水面, 水的表面形状就会不同, 而同一水面不同位置时, 水的表面张力也会有所不同, 进阶地认识表面张力的特性。在实验的设计内容, 计分为目的、教师提问、材料、操作方式、观察纪录与可能原因, 分述如下:

1. 目的: 以前述二活动前, 各小组分歧的讨论结果, 设定一个本实验欲达成的目的
2. 教师提问: 为了达到设定目的, 教师要提出一些问题让学生进一步思考与讨论。
3. 材料: 接着提供实验所需的材料, 每一小组均使用相同材料进行实验。
4. 操作方式: 为了避免有不同的解读或随兴的实验操作, 教师暂以规范的方式指导学生实验操作步骤。
5. 观察纪录: 各小组学生虽有相同的实验操作步骤, 但每一小组所观察到的现象, 允许其不同的解读与纪录。当某一小组差观察结果差异太大时, 教师请其再操作一次, 要求学生仔细观察其操作方式是否与其它组别有异。
6. 可能原因: 学生首先就其操作与观察纪录, 讨论并发表其可能的原因, 教师再佐以科学理论与定理协助解惑。

实验一: 与水的亲密接触

- 3.1.1、目的: 探究未何手掌快速拍水时会有痛的感觉, 怎样做比较不会痛
- 3.1.2、教师提问: 用手掌快速拍水, 会有怎样的感觉呢? 那改用手指垂直入水中时又如何呢?
- 3.1.3、材料: 水桶 (装满水)
- 3.1.4、操作方式:
 - 3.1.4.1: 快速地用截面积较大的手掌拍打水面时(如图 1)



3.1.4.2: 慢慢地用截面积较大的手掌放入水面时。

3.1.4.3: 快速地用截面积较小的五只手指垂直插入水面时 (如图 2)

3.1.4.4: 慢慢地用截面积较小的五只手指垂直插入水面时。

3.1.5、观察纪录: 手掌入水时, 截面积越大、速度越快, 痛的感觉也越明显; 反之, 手指入水时截面积越小、较不会有痛的感觉。

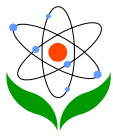
3.1.6、可能原因: 身体入水时截面积越大、速度越快, 水作用于身体接触部位的反作用力越大, 痛的感觉也越明显, 反之, 身体入水时截面积越小、速度越慢其反作用力越小, 较不会有痛的感觉。



▲图 1: 截面积大手掌击水



▲图 2: 截面积小手指击水



实验二：水花实验实验

3.2.1、目的：采用不同的方式将硬币投入水中，观察水花溅起的大小程度

3.2.2、老师提问：水花会因为投币方式不同而产生不同形状吗？

3.2.3、材料：直尺、硬币(1元、10元、50元各一)、水桶。

3.2.4、操作方式：

3.2.4.1：控制相同高度、相同硬币，观察硬币平放或直放入水中时，水花溅起的大小。

3.2.4.2：控制相同的硬币、相同的放法，观察不同高度的硬币放入水中时，水花溅起的大小。（图3及图4）

3.2.4.3：控制相同的高度、相同的放法，观察不同重量硬币放入水中时，水花溅起的大小。

3.2.5、观察纪录：平放(产生较大的截面积)、越高与越重的物体入水，产生的水花较大。

3.2.6、可能原因：这是因为物体撞及水面时，与水接触的面积越大，或落水时速度越快，水的反作用力越大，激起的水花越大。



▲图 3: 投币入水高度低



▲图 4: 投币入水高度高

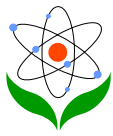
实验三：水的包容度

3.3.1、目的：探究水表面张力对水表面的形状作用

3.3.2、教师提问：装满水的杯子，还可以再投入几枚回形针？

3.3.3、材料：胶杯、彩色回形针 1 盒、干净水、滴管

3.3.4、操作方式：



3.3.4.1: 用滴管将干净的水徐徐注入杯内, 直到水面呈鼓起凸面状, 且中央部份高出杯缘一些。

3.3.4.2: 取回形针, 顺着杯缘, 一根接一根, 徐徐且直立地放入杯中(图 5)。

3.3.5、观察纪录: 装满杯子的水, 还可以投入许多的回形针, 但水仍旧不会溢出来。

3.3.6、可能原因: 这是因为水分子与水分子间有一股内聚力, 表现于外者即是水的表面张力, 表面张力是一种物理效应, 它使得液体的表面总是试图获得最小的、光滑的面积, 就好像它是一层弹性的薄膜一样, 其原因是液体的表面总是试图达到能量最低的状态。

实验四: 水面大公开

3.4.1、目的: 杯内水位高低不同时, 水面外观是否有异

3.4.2、教师提问: 杯内不同高度的水位, 会有怎样水面呢? 凹的? 平的会凸的?

3.4.3、材料: 胶杯、干净水、滴管、水平桌面、放大镜(凸透镜)

3.4.4、操作方式:

3.4.4.1: 用滴管将干净的水徐徐注入杯内, 直到水位高度大约至 8 分满时。

3.4.4.2: 请学生持放大镜(凸透镜)在杯子侧面观察水面形状。

3.4.5、观察纪录: 水面不再是永远全面的水平, 当水位比杯缘低时, 仅中央部份呈现与水平桌面保持平行; 杯缘处的水未呈现水平现象, 而是往上拉引一些, 与中央部位水面夹角大是 70 度。

3.4.6、可能原因: 这是因为由于水与杯子内缘间接触处, 具有黏着力, 因此, 可以发现此处水与另类物体间之黏着力大于水本身内部的内聚力。荷叶上的水珠会呈现圆球状, 很明显可以看出, 水与荷叶间的黏着力, 远小于水分子本身内部的内聚力, 因此可以清楚观察到水的表面张力作用现象。

实验五: 水面浮针

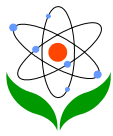
3.5.1、目的: 探究密度比水大的物体能否飘浮在水面上

3.5.2、教师提问: 有无可能让回形针飘浮在水面上

3.5.3、材料: 胶杯、干净水、细绳 2 条、回形针、清洁济(肥皂水)、滴管。

3.5.4、操作方式:

3.5.4.1: 藉由两条平行细绳协助, 细绳一端黏在杯缘处, 手持细绳另一端, 将回形针轻放在细绳上面, 待平稳后, 再将细绳轻放在水面上。



3.5.4.2: 待回形针飘浮在水面上时, 再轻轻地将细绳往两端外移。

3.5.4.3: 滴入几滴含清洁剂的溶液在回形针周围液面上。

3.5.5、观察纪录: 平放的回形针可以飘浮在干净的水面上, 但却会沉入滴有清洁剂的水面下

3.5.6、可能原因: 水的表面张力不但具有一股抵抗外力的作用, 并且会促使水的表面上物体尽量往外、往远处移动。清洁剂很容易破坏水的表面张力。

肆、研究发现

本研究之实验活动皆以先问答、后操作、最后总结的方式进行, 透过 POE (预测 Predict、观察 Observe、解释 Explain) 的过程, 加深学生的学习印象, 在冲突中找寻科学的学习方式。

从实验一到实验五的过程中, 可以发现学生对于自己本身的先前经验与实验结果造成冲突时, 往往都是不可置信的表情, 并且对于新发现充满挑战的精神。例如实验三进行「水的包容度」时, 学生会发现即使杯中已装满了水, 但是投入越来越多回形针但水却不会往外溢出时, 学生的眼神表现出惊奇状(图 6), 并要求进行投入水中回形针数量的竞赛。从孔恩(T. S. Kuhn,1970)的科学革命的结构一书的观点, 科学会持续不断的发展, 正是因为有许多异例的出现, 对这些孩子来讲, 实验的结果与预期的结果不相同, 他们选择了解并挑战之, 显示科学学习对他们来讲并不是一门艰深难已入门的学问, 也是笔者设计动手操作实验的原意。

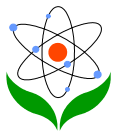


▲图 5: 专注地将回形针投入水中



▲图 6: 惊呼的表情盯着鼓起的水面

另外在实验四活动「『水面』大公开」进行前, 笔者首先提问: 「各位都看过装满水的杯子, 当继续加入水时水面会呈现鼓起的形状; 那么, 当水位低于杯缘时(如 8 分满), 试问, 水面呈现怎样呢? 请选择下列图形 A 至 D 中的哪一项? 」学生以旧经验来判断答案的统计结果如表 1, 可以发现 16 位学生在前测时有半数的人选择 (B), 但经观察



后, 他们会发现水面仅中央部位水平, 因此在后测时所有的学生都改选 (D), 显示学生大多数还是相信眼见为凭, 对于国小学童学习科学原理原则时, 五官可感觉到的经验对他们来讲仍是重要的学习过程。

表 1: 不同水位时, 侧看水面形状图

					
说明	中间呈下凹	与桌面平行	上凸	四周上拉、中间水平	
选项	A	B	C	D	
实验	前	1 人	8 人	3 人	4 人
	后	0 人	0 人	0 人	16 人

在实验五「水面浮针」活动中, 为了让学生更清楚观察到水的表面张力也是一种力的现象, 笔者首先示范将一枚回形针, 轻轻地平放在两条细绳上, 再徐徐地放入 8 分满水位的杯子中央(如图 7), 贴近杯缘看, 学生可以很清楚地看到回形针平躺在水面中央处(如图 8), 且回形针与水面接触点有些下陷。紧接着, 请学生进行不同水位高度时, 回形针因水的表面张力而飘浮在水面上的位置是否会改变。

学生观察的结果是: 当水面低于杯缘时, 回形针可以静待在水中央, 但水面平于杯缘时, 回形针会自动往外移动至杯缘处, 当水位高于杯缘呈鼓起状时, (外观像似布丁状), 水面中央处看似水平, 但水位仍高于杯缘, 回形针会自动由中央位置往外移动至杯缘处(如图 9), 而当水位高于杯缘呈鼓起状时, 即使不用细绳, 也可以轻易地将回形针平放在杯缘(如图 10), 另外, 即使用干净的牙签将回形针拖曳至水面中央平坦处, 回形针也会迅速地往外移动至杯缘处, 最后, 滴入一点点清洁剂在回形针附近时, 他们可以发现回形针迅速沉入水中。



▲图 7: 回形针放在两细绳上鼓起的水面



▲图 8: 水位低时, 回形针静待在水面中央



▲图 9: 水位平于或高于杯缘时, 回形针会往外移动



▲图 10: 水位平于或高于杯缘时, 平放回形针, 亦可使其飘浮在水面上

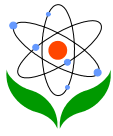
伍、结论与建议

经由本实务课程教学与实验活动, 笔者归纳几点结论:

- 一、 学生拥有科学常识并不代表其科学知识就是正确的, 特别是有不同见解时, 藉由动手做实验验证, 会比口头讲授的方式而言, 效果较佳。
- 二、 具竞赛式的动手做实验(如: 本文中实验三-水的包容度, 比一比谁能投入最多的回形针), 可以强而有力地激发学生认真投入做实验的热忱。
- 三、 「水平面」为口语化的说法, 相对于微观所见, 可视为一个平面, 但当水的面积小时, 因有表面张力的作用, 故水表面呈现圆弧状, 在进行活动时, 应将这样的观点带入与学生讨论。 本研

究亦提供几点建议供教学同好者参考:

- 一、 无论教学经验丰富与否, 分享彼此成功或失败的经验, 均可互补增进有无。



二、水表面张力的存在，具有抵抗外力的作用，引导学生进行水漂比赛，具有娱乐效果、寓教于乐。

三、水池边或泳池畔进行跳水活动，如胸腔平行快速接触水面，会造成很大的身体伤害，改采身体垂直入水、双手或双脚刺破水面(如跳水选手)，比较不易受伤。

陆、参考文献

- 一、黄湘武（2000）。水平面概念与水平面高度测量概念发展的相关性研究，科学教育学报，8（2），157-177。
- 二、丁信中等译（2004）。促进理解之科学评量，Mintzes, Wandersee & Novak 等编着，心理出版社，台北。
- 三、Thomas S. Kuhn: The Structure of Scientific Revolution, Foundation of the Unity Science Vol . II, No. 2.