

## 挑战学生对惯性现象的物理概念

陈万德、郭炳伟

香港教育学院 科学系

中国 香港 新界大埔露屏路十号

电邮: [mtchan@ied.edu.hk](mailto:mtchan@ied.edu.hk)

收稿日期: 二零零五年二月七日(于六月十三日再修定)

---

### 内容

[简介](#)

[实验设计与教学方法](#)

[实验\(1\)](#)

[实验\(2\)](#)

[实验\(3\)](#)

[总结](#)

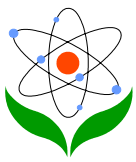
[参考书目](#)

---

### 简介

牛顿力学学说被认为是物理学中一个困难的课题, 学生通常都不懂得将力的现象与牛顿运动定律联系起来。其中牛顿第一运动定律 (惯性定律) 似乎违反了大多数学生对运动的想法, 因为在一个速度不变的运动中, 通常都需要一道力去抗衡摩擦力。这一点令大多数学生误解为『物体需要外力才能保持等速运动』。本文介绍三个实验, 用以教授 牛顿第一运动定律的概念。此等实验曾经在十一班中二级的课堂进行, 涉及学生总数有 384 位, 其效果令授课老师感到十分满意 (Kwok, Chan & Mung, 1999)。

### 实验设计与教学方法

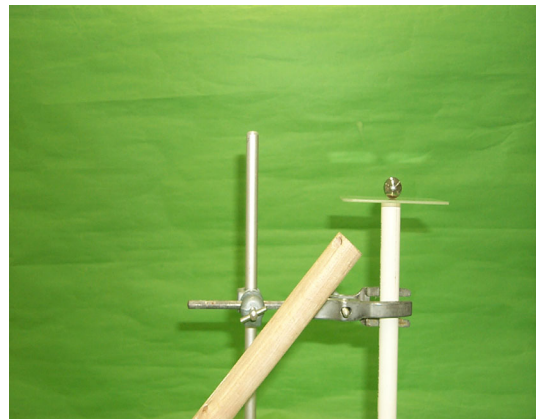


以下会介绍三个实验去帮助学生去学习牛顿第一运动定律, 除实验设计外, 教学过程中主要采用 Trowbridge & Bybee (1996, p.150-154) 的『概念改变』作为教学策略, 帮助学生建立正确的科学概念。其中较多采用「预测 - 观察 - 解释」(POE)的教学法。方法是请学生在观察现象前预测实验结果, 然后才进行实验, 最后教师要求学生对比实验前的预测与观察所得之实验结果比较, 对一致(或差异)之处作解释。

牛顿第一运动定律是形容物体在没有外力影响下的两个情况:(一)物体静止及(二)物体以不变的速度在一直线移动。实验(1)是教授牛顿第一运动定律时所描述物体静止的情况;实验(2)及实验(3)是帮助学生了解物体在没有外力的影响下, 会以不变的速度作直线运动。

### 实验(1)

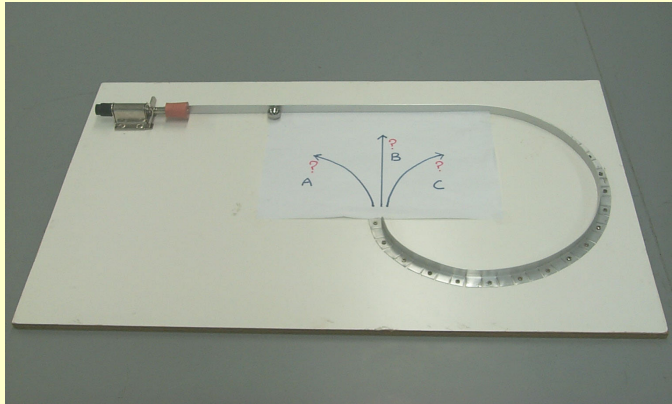
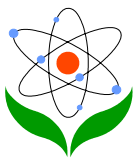
第一个实验让学生认识当静止的物体没有受到外力的影响时, 它会保持静止的状态。图(一)显示一项学生活动, 是要挑战学生能否击打薄胶片令其飞脱, 但弹珠却可保持静止不动地留在管子上。为使实验更有趣和有挑战性, 建议用较大的弹珠及较幼的管子来增加难度。教师要求全部学生仔细观察和解释实验成功或失败的原因。这实验曾经在不同的中二班进行, 384 位学生中绝大多数能指出击出的棍子角度要与薄胶片成直角, 才可令薄胶片以水平方向飞走, 减少撞击力的垂直分量, 从而减低对弹珠的影响 (Kwok, Chan & Mung, 1999)。教师再引导学生思考减低对弹珠的影响之含意, 即为减少外力作用于弹珠上, 令学生建立『当静止物体没有受到外力影响时, 会保持静止状态』的概念。



图(一)

### 实验(2)

第二个实验显示的现象是: 当没有外力加诸一件移动中的物体时, 物体会保持直线运动。装置如图(二)所示。实验开始前, 教师请学生预测弹珠离开铝质轨道后的路线。Kwok, Chan & Mung, 1999 指出: 课堂经验告诉我们, 不少于三分一的学生认为弹珠会沿着图(二)路线 C 而行。这结果显示很多学生对「惯性」这术语存有错误的概念, 而这实验正好能清楚示范弹珠会沿路线 B 走。这实验结果有效激发学生去反思他们实验前的预测, 重新建立正确的概念: 弹珠在未脱离铝质轨道前因受到轨道的约束而倚着弧形轨道行走, 脱离铝质轨道后, 在缺少外力的情况下便会依着路线 B 作直线运动。



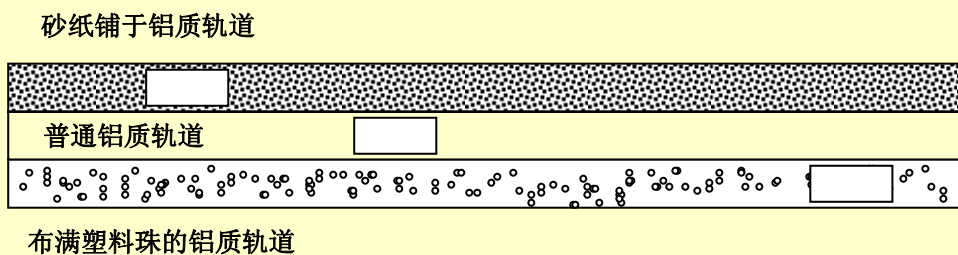
老师在发射弹珠前向学生提问以下的问题以测试他们对「惯性」的想法：当弹珠发射后，沿着铝轨走到轨道末端时，它跟着会向哪一个方向走呢？

图(二)

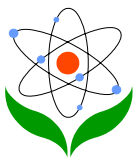
研究结果可分别从部首和词语两方面分析，探讨两者是否有助学生理解科学概念，或相反地引起概念混淆。以下将以教师列举的部分例子加以说明。

### 实验(3)

在第三个实验中，采用了如图(三)所示的三条表面粗糙程度不一的轨道：第一条轨道是将砂纸铺于铝质轨道，以增加其摩擦力；第二条是普通铝质轨道；第三条是在光滑的铝质轨道表面放上细小的塑料珠，用以模拟一个接近无摩擦力的表面。



图(三)



图(四)显示这装置的实物照片。三个大小及重量相若的相同物质的物体由一弹簧发射, 透过比较三个物体在不同摩擦力的表面上能前进的距离, 帮助学生去预测和推论『当没有摩擦力时, 移动中的物体在一个无限长的轨道是不会停下来的』。教师再协助学生建立『这过程即表示物体的速度没有慢下来』的概念, 继而推论在没有外力的影响下, 移动中的物体会以不变的速度作直线运动。



图(四)

## 总结

通过实验(2)及实验(3), 我们期望能引导学生建构出『当没有外力作用时, 移动中的物体会以不变的速度作直线运动』之概念。再结合实验(1)的学习结果, 学生应能建立牛顿第一运动定律的概念。这三个实验最重要的效能是利用实验的现象挑战学生对一些惯性现象之固有错误概念, 以『概念改变』的教学策略, 令他们可重组全套观念, 将现象与定律所描述的原理连系起来, 建构牛顿第一运动定律包含的物理概念。

## 参考书目

- Kwok, P.W., Chan, M.T. & Mung, W.K. (1999, August). Teaching Newtonian Mechanics through a Journey to the Space in Junior Secondary Forms. *Proceedings of 1999 International Conference of Physics Teachers & Educators* (pp. 238-240). Guilin, P.R. China.
- Trowbridge, L. W., & Byee, R. W. (1996). *Teaching Secondary School Science: Strategies for developing Scientific Literacy*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.