# 15．初中阶段牛顿第一定律教学中的演示实验有什么需要改进之处？

初中物理教科书在讲牛顿第一定律时，安排了一个演示实验：让小车从一个固定斜面上的确定位置无初速度下滑，然后在分别铺有毛巾、棉布、玻璃等的水平木板上滑行，观察小车在水平面上滑行的距离。该实验有两点需要改进：①小车的滑行是滚动，而我们并没有讲过滚动摩擦的有关问题，应该改为滑动；②在水平木板上分别铺不同材料的物品，我们也没有讲过不同材料的接触面间的摩擦是什么关系，应该设法改进。

牛顿第一定律是不能用实验直接验证的，但在教学中，很多教师往往会先安排一组实验，并引导学生思考，使其最终得出伽利略的结论。但使用多年的实验仍有诸多不合理之处，建议教师设法改进。

## 一、传统的演示实验及推理过程

长期以来，在牛顿第一定律的教学中，教师都要做下面的演示实验。

如图 1 所示，让小车从斜面上同一高度无初速释放，然后在水平木板上滑行。第一次在木板上铺毛巾，第二次铺棉布，第三次让小车直接在木板上滑行，观察小车每次停止时的位置。

图 1 讲牛顿第一定律时的演示实验

毛巾

棉布

木板

（1）小车在毛巾表面上滑行距离最短

（2）小车在棉布表面上滑行距离较长

（3）小车在木板表面上滑行距离最长

随后做如下的推理：

（1）每次小车都从斜面上同一高度处静止释放，因此每次小车到达斜面底端时的速度大小都相等。

（2）小车在水平面上运动的速度逐渐减小，并最终停下来，是因为受到了摩擦阻力的影响。

（3）摩擦阻力的大小与接触面的粗糙程度有关，上面三种情况中，毛巾表面最粗糙，棉布次之，木板最光滑，因此小车在毛巾上运动时受到的摩擦阻力最大，在棉布上运动时次之，在木板上运动时受到的摩擦阻力最小。

（4）从实验结果可以看出，摩擦阻力越小，小车的滑行距离越长。

（5）可以设想，如果小车在真正光滑的水平面上滑行，将不受摩擦阻力，它的速度就不会减小，从而将会一直以原来的速度沿直线运动下去。

（6）最后总结、概括出牛顿第一定律。

## 二、对上述演示实验及推理过程的质疑

（1）小车依靠车轮的滚动而前进，它与接触面的摩擦不是滑动摩擦而是滚动摩擦，在平面上运动时受到的不是滑动摩擦力。

（2）学生在前面的课程中学习过滑动摩擦力的大小与接触面的粗糙程度有关（还与接触面的材料有关），接触面越粗糙滑动摩擦力越大，但没有学习过滚动摩擦与哪些因素有关，把滑动摩擦力的相关结论随便地套用到滚动摩擦上来，是不严肃的．也是不正确的。

（3）即使滚动摩擦也是与接触面的粗糙程度有关，是否毛巾表面就比棉布表面更粗糙，从而让小车受到的阻力更大呢？或者说小车在毛巾上面滚动是不是一定比在棉布表面上滚动受到的阻力更大呢？学生没有学过，也没有生活经验，难以得出结论。其实教师自己对滚动摩擦到底与哪些因素有关也不一定很清楚，他们很可能是根据小车在毛巾上滑行距离较近而在棉布上滑行距离较远的事实，**倒推**得出毛巾表面比棉布表面阻力更大的结论。而用这种倒推得出的结论作为出发点进行逻辑推理，实际上是在搞逻辑循环，或者说是在欺骗学生。牛顿第一定律这一节的教学内容，本来就是落实“科学思维”“科学探究”及“科学态度与责任”这些学生素养的重要载体，而这种教学模式可谓南辕北辙，是不会达到提高学生核心素养的目标的。它反而会给学生带来负面影响，其中最主要的负面影响就是**把只在一定条件、一定范围内适用的物理规律随意推广到其他方面去**。

## 三、对上述演示实验的改进建议

改进原则：一是让“小车”在斜面上滚动，在平面上滑动；二是“小车”在平面上滑动时不改变接触面的材料，而只改变接触面的粗糙程度。

**1．让“小车”在斜面上滚动、在平面上滑动的具体做法可以有多种方式，下面举出两种方式以供参考。**

（1）制作由多个平行的滚轴构成的斜面，如图 2 所示，斜面下部与水平的木板衔接（图中未画出）。斜面下部呈弧形，以便“小车”在衔接处顺利过渡到平面上。“小车”改用不带车轮的“木块”，每次让木块从斜面顶端同一位置处由静止释放，由于它在滚轴上运动时受到的阻力很小，从而可以保证到达斜面底端时获得较大的速度。

图 2 特制的由一排滚轴构成的斜面

（2）让小车的车轮位于车的两侧，且安装在车的中部，斜面改为两条悬空的平行轨道，如图 3 所示。小车的车轮在倾斜的轨道上滚动，到达平面后，车轮不再起作用，车体在平面上滑动。

图 3 小车沿倾斜轨道滚下后在平面上滑动

水平木板

倾斜轨道

**2．“小车”在平面上滑动时不改变接触面的材料，而只改变接触面的粗糙程度。**

由于滑动摩擦因数的大小与接触面的材料以及接触面的光滑程度有关，因此本实验不应该采用改换不同材料的接触面，例如换用毛巾、棉布等，而应该准备几块材质相同，只是表面光滑程度不同的木板，并且按照从粗糙到光滑的顺序编上号，例如最粗糙的编为 1 号，依此类推。实验时将木板依次按编号的顺序放在斜面的下方，观察“小车”停止时的位置，由此再进行分析与推理就顺理成章了。