

例谈新课引入实验的设计要领

李忠相 代超 (重庆市第一中学校 重庆 400030)

摘要 实验是物理新课引入的一种重要方式,为了更好地实现引入实验的教学效果,文章通过案例介绍引入实验的设计要领。分别是:减少指向暗示,制造悬念;铺垫正常认知,强化常识;设计反常现象,催生疑问;构造强烈对比,激发欲望;排除合理怀疑,聚焦问题;创设教学情境,逐步解构;预留创生接口,拓展升华。

关键词 引入实验 教学设计 实验设计 优质课案例

文章编号 1002-0748(2025)1-0028

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

实验是新课引入的一种重要方式。通过引入实验,可以展示实验现象,吸引学生的注意力;创设教学情境,聚焦教学问题;制造认知冲突,激发学习兴趣。为了更好地实现引入实验的教学效果,下面结合具体案例介绍引入实验的设计要领。

1 实验方案

在2024年重庆市青年教师优质课大赛决赛中,我们抽中的课题是“功和功率”。课题的引入环节,准备围绕本节课的核心知识来设计一个引入实验。由功率与力和速度的关系($P = Fv$)可知,功率一定的情况下,速度越小,就能提供越大的牵引力。之前我校学生参加中央电视台的节目挑战,使用一节干电池拉动了一辆小轿车,正好符合这个知识的应用,就确定将其作为该课引入实验的主体,设计了如下方案一。

方案一:

师:欢迎来到《是真的吗?》重庆一中节目现场,有网友提出——一节干电池能拉动一辆小轿车,这是真的吗?

(仿照《是真的吗?》节目,提出一个不知真假的网络言论)

生:(不太确定)能? 不能?

师:之前,重庆一中的学生在中央电视台的演播大厅做过现场挑战,我们一起来看看当时的实况。

[播放中央电视台节目片段,在10分钟内将一辆红色轿车在水平路面拉动了1.50米(见图1)。学生有零星鼓掌]

师:一节小小的干电池为什么可以产生这么大

的力量呢?从功和能的角度应该怎么解释这些问题呢?我们一起进入今天的课题“功和功率”。

评析:从试讲效果来看,学生能感受到这个实验很新奇,车辆运动的时候也觉得实验现象不可思议,但整体上实验并没有达到震撼的效果,我们觉得应该是只有视频实验没有现场操作的原因,决定将实验搬进课堂现场。

由于场地的限制,将实验装置进行了一定程度的改造,由一节干电池竖直提升重物。由此设计了如下方案二。

方案二:

师:欢迎来到《是真的吗?》重庆一中节目现场,有网友提出——一节干电池能拉动一辆小轿车,这是真的吗?

生:(不太确定)能? 不能?

师:老师这里有一个篮子,里面装了几个秤砣,总质量是20 kg(展示),如果我们用一节干电池带动一个玩具电动机,以及几个滑轮(分别展示),能把这个篮子竖直提起来吗?

生:(迟疑,意见不一)不能? 能?

师:我们来试一下。(投屏直播)大家注意观察篮子底部。

[装置缓慢转动,篮子缓慢被提起(见图2),学



图1 一节干电池拉动一辆轿车

生鼓掌]

师:那么用刚才提篮子这个装置,一节干电池能水平拉动一辆真正的汽车吗?

生:(自信)能!

师:之前,重庆一中的学生在中央电视台的演播大厅做过现场挑战,我们一起来看看当时的实况。



图 2 干电池提升重物

(成功时,学生欢笑)

师:一节小小的干电池为什么可以产生这么大的力量呢?从功和能的角度应该怎么解释这些问题呢?我们一起进入今天的课题“功和功率”。

评析:增加现场实验之后,学生的注意力集中多了,在实验环节非常投入。但在其他环节还是热情不高,整体效果依然不如预期。找学生交流后得知主要出了两个问题:一是悬念不够;二是对比不够。课程一开始就得知最终是要拉动汽车,那么提篮子就只是一个过渡实验,既然过渡实验成功了,汽车肯定能被拉动的,早就猜到结果了。其次,这个篮子有多重他们也没有什么概念,提升有多困难也没有感受,以致最后拉动汽车也觉得是很正常的结果。

于是,我们做了两点改进,一是增加悬念:提问没有指向性,不透露下一个环节要做什么,不提前剧透实验最终要拉动汽车;二是增加对比,多个环节增加常规情形用以铺垫,以凸显实验结果的反常。基于这两点改进设计了方案三。

方案三:

师:老师这里有一个篮子,里面装了什么先暂时保密。我们请一位同学上来拎一拎,感受一下它的重量。(学生代表上台尝试,提起来很吃力)

师:重吗?

生:很重。

师:里面装了几个秤砣,总质量是 20 千克(展示),和教室里使用的大桶桶装水差不多重。如果我们用一节干电池带动一个玩具电动机,以及几个滑轮(分别展示),能把这个篮子竖直提起来吗?

生:(迟疑,意见不一)不能?能?

师:我们来试一下。(投屏直播)大家注意观察篮子底部。

(现场极其安静,只有电机工作的滋滋声,装置缓慢转动,篮子缓慢被提起,学生自发鼓掌,惊叹)

师:我们知道,很多玩具电动小车都需要 4 节干电池或更多(展示一辆玩具车和它的电池盒),那么

用刚才提篮子这个装置,一节干电池能水平拉动一辆真正的汽车吗?

生:(吃惊)啊?不会吧?(环顾四周,真的汽车在哪里?)

师:之前,重庆一中的学生在中央电视台的演播大厅做过现场挑战,我们一起来看看当时的实况。

(播放中央电视台节目片段,用刚才提篮子类似的装置,在 10 分钟内将一辆红色轿车在水平路面拉动了 1.50 米。学生第二次鼓掌)

师:一节小小的干电池为什么可以产生这么大的力量呢?玩具小车又为什么要装那么多节电池呢?从功和能的角度应该怎么解释这些问题呢?我们一起进入今天的课题“功和功率”。

评析:这次设计完全达到了预期效果。学生从一开始篮子出场就被吸引住了,每个环节都刻意唤起了他们对常规情形的联想,实验结果出现的时候会明显感觉到更惊奇。几个环节逐渐递进,学生以为用干电池提升重物之后引入实验就结束了,结果竟然还要拉动汽车,这大大出乎意料。引入实验获得巨大成功,为本课拿到决赛一等奖第一名奠定了坚实的基础。三种方案的结构对比见图 3。

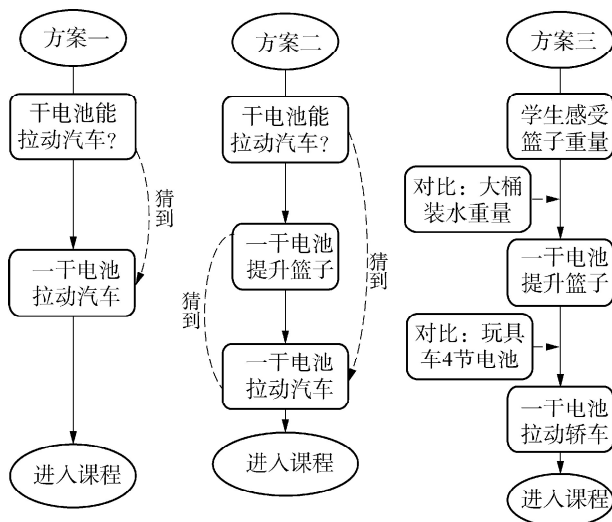


图 3 三种方案结构对比

2 设计要领

分析这次引入实验的设计过程,结合以前成功的引入实验经验,总结梳理出关于新课引入实验的七个设计要领。

3.1 设计要领一:减少指向暗示,制造悬念

经过预习,学生已经知道了授课课题,如果引入实验不在问题指向上做些特别设计,学生很容易猜

到老师的意图,让实验失去悬念,学生就不容易真正集中注意力,也不好达到激发学习兴趣的目的。在设计时,有意识地减少指向暗示,可以制造悬念,让学生一时搞不清楚“老师的葫芦里卖的什么药”,更能集中学生的注意力。

案例中,上课第一件事就是要拎一个篮子,这和“功和功率”这节课关联似乎不太紧密,学生无法预料老师设计拎篮子的意图。故意不告知篮子里装的什么东西,老师用“拎一拎”这个词以及任意叫一位自告奋勇的学生上台,而不是叫一位“大力士”“大个子”或“女同学”都是为了不暗示它是轻还是重。这样全班学生的注意力一下子就被吸引了,都想看看究竟能不能拎起来,都想知道下一个环节要干什么。

3.2 设计要领二:铺垫正常认知,强化常识

通常,设计与常识相悖的反常实验现象能更好地激发学生的学习兴趣。但如果学生对常识本身不够熟悉,或者联想常识不够及时,那么实验效果就会大打折扣。在设计时,有意识地铺垫正常认知,强化常识,可以预先夯实学生的认知基础,为后续环节充当认知背景。

案例中,揭晓里面装的是秤砣和它的质量为 20 千克后,明确指出和同学们每天都能接触的大桶桶装水相当,以便学生结合换水的经验更好地体会这个篮子的重量,为后续环节做好铺垫。

3.3 设计要领三:设计反常现象,催生疑问

在前面铺垫好的常识认知的关键点上设计反常实验现象,和刚刚确认的常识相悖,却又是实实在在的实验现象,学生会自发地思考问题究竟出在哪里,或者实验究竟是怎么实现的,就会更加留意实验的细节,寻找其中的隐蔽信息。

在案例中,将 20 kg 重物提起来很费力是常识,一节干电池能做的事情很有限也是常识,通过一节干电池能提起就是反常现象,学生就会疑惑这个装置究竟是改变了什么让干电池发挥出这么大的力量。

3.4 设计要领四:构造强烈对比,激发欲望

如果能将常识和反常实验现象中冲突最激烈的现象集中呈现,构造出强烈的对比,产生震撼的冲击,所有学生将无法将自己置身事外,势必会产生强烈的求知欲望,迫切地想知道冲突的背后究竟是怎样的物理原理。在这些强烈的认知冲突以及强烈的求知欲之处,顺势进入本课的学习,引入实验就达到了它最重要的作用。

案例中,人提篮子费力是常识,一节干电池能提起来是反常,但是这样的冲突还不够强烈,把两个现

象各自推向极端,即将小玩具车需要 4 节干电池作为常识的极端,而将拉动一辆真正的汽车作为一节干电池的另一个极端。“10 厘米左右、不足 1 千克的玩具车都需要 4 节干电池”与“4 米多长、1 吨多重的汽车只需要 1 节干电池”产生了足够强烈的冲突,由此即可转入对功和功率的学习。

3.5 设计要领五:排除合理怀疑,聚焦问题

限于课堂时长、主题等因素,实验的所有细节不可能给学生一一介绍,也无法让所有同学近距离仔细观察实验装置。对于反常实验现象的一些合理怀疑,需要有意地进行排除,以便让学生的注意力聚焦到实验现象背后的物理规律上,而不必在实验现象的真伪上纠结。

案例中,拉动汽车不可能在上课的时候完整来做一遍,只能事先录制视频。但视频里车子的运动有没有其他原因就值得怀疑,比如车子有没有动力,路面是否水平等。所以我们选择使用中央电视台播出的视频片段,相当于用央视的权威性和公正性来排除做假的怀疑,将注意力从“能不能”聚焦到“为什么能”上面。

3.6 设计要领六:创设教学情境,逐步解构

有的课程,引入实验和新课教学情境是独立的,在完成教学后再到引入实验的情境中进行释疑,这样虽然能达到教学要求,但课堂有割裂感,学生要在不同情境间切换,一定程度上影响思维的连贯性。更好的设计是,引入实验创设的情境要有利于后续教学的开展,教学的过程也是不断解构引入实验的过程,新课教学完成,实验的细节也就逐一明了,这样整个课堂浑然一体,更流畅。

案例中,引入实验在拉车的情境中结束,后续的学习也就在拉车的情境中开展。比如功的概念、不做功的判断、功的计算、功的正负、合力的功、功率、功率和力与速度的关系等问题都在外力拉车的情境中进行。

3.7 设计要领七:预留创生接口,拓展升华

随着课堂教学的推进,会有越来越多的同学悟出引入实验的道理。这样在最后进行释疑的时候,部分同学往往就没有期待了,这个环节的实效也会打些折扣。如果设计的时候能预留一些创生接口,在释疑环节能有新的现象或新的升华,课堂效果会更好。

案例中,释疑的时候发现,汽车被拉动时前进的速度很慢很慢,如果既要增大车辆载重又要增大行驶速度,必须要用更大功率的牵引设备,由此引出我国高速火车的发展概况(见图 4),使主题进一步升华。

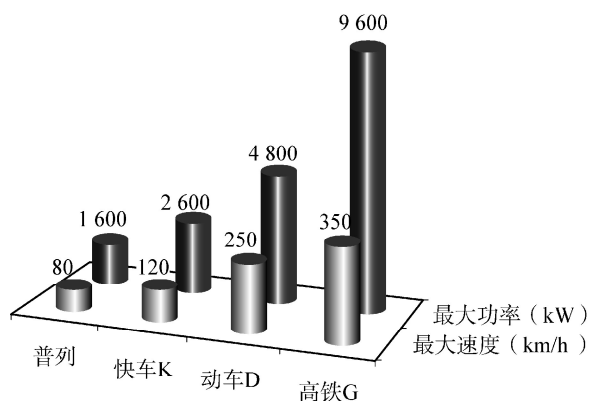


图 4 我国几种火车的最大速度和最大功率

3 结 语

经历这次赛课的准备过程后,对引入实验的设计体会较多。带着这些体会观摩了参赛的其他课题,发现他们引入实验设计的一些缺陷。课后和一些授课老师交流,提供了一些修改思路(限于篇幅,不再列出),得到相关老师高度认可,遂将其总结梳理于前文。当然,物理课堂中的实验类型很多,除了引入实验,还有演示实验、验证实验、探究实验等。本文所述的要领不完全适用于其他类型的实验,各种不同的实验又有些什么不同的设计要领,值得我们在教学中进一步探索。

附:一节干电池拉动一辆汽车的基本原理

如图 5 所示,半径分别为 R_1 和 R_2 的同轴圆盘构成一级缩放系统。拉力 T_1 是前一级提供的动力,由拉力 T_2 接负载,忽略转轴摩擦等次要因素,由圆盘系统力矩平衡,有

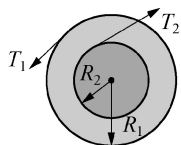


图 5 缩放系统示意图

(上接第 35 页)

源在课后提供给感兴趣的学生,拓展学习迈克尔逊干涉仪测量波长的原理。

本节课程不仅是对应试教育环境下被忽略知识的补充,更是为学生提供了衔接中学与大学物理课程的平台。在未来的教学中,教师可以有针对性地调整内容,结合班级学情有选择性地增加前沿科技的介绍,帮助学生拓展视野、培养兴趣,搭建好“大中衔接”的“桥梁”。

致谢:本文完成过程中得到华东师范大学物理与电子科学学院高婧仪和青白的帮助,特此致谢!

$$T_1 R_1 = T_2 R_2$$

得 $\frac{T_2}{T_1} = \frac{R_1}{R_2}$, 即拉力之比等于圆盘半径之比的倒数。圆盘边沿的速度之比等于半径之比,即

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

得拉力的功率之比为

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1 v_1}{T_2 v_2} = 1$$

可见,这样的缩放系统可以在保持功率不变的情况下将拉力放大。将多个这样的系统串联(如图 6 所示,其中的虚线代表没有紧张的皮带),可以在功率近似不变的情况下将拉力放大许多倍。我们的实验中,使用行星齿轮系统、自行车轮胎、自制转盘等组合系统,拉力累计放大 1 200 倍左右,以保证一节干电池输出的功率能拉动一辆小汽车。

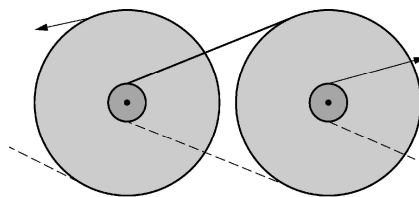


图 6 缩放系统串联

参考文献

- [1] 李忠相, 栾丽. 一个折射和全反射现象的创意实验及其应用[J]. 物理教学, 2022(9): 19—21.
- [2] 欧旭升, 刘作志. “纸”上得来终觉“妙”——例谈新材料纸在初中物理实验教学中的应用[J]. 物理教学, 2024(5): 77—80.
- [3] 韦桂梅. 细化物理实验教学 构建高效物理教学[J]. 数理化解题研究, 2024(11): 83—85.

参考文献

- [1] 林子媚. 利用科普培养高中生物理学科核心素养的研究[D]. 广州: 广州大学, 2022.
- [2] 王晓鸥, 张伶俐, 袁承勋, 等. “3+3”新高考制度大中学物理教学衔接的研究与实践[J]. 物理与工程, 2023(1): 162—166.
- [3] 邹含月, 朱民. 物理教育的衔接现状及教师策略研究[J]. 物理通报, 2021(2): 124—127.
- [4] 张燕怡, 刘娜. 基于“大中衔接”的超导物理科普教学设计[J]. 物理教学, 2017(12): 4—7.
- [5] 教育部办公厅, 中国科协办公厅. 关于利用科普资源助推“双减”工作的通知[A/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A06/S7053/202112/t20211214_587188.html.
- [6] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)[S]. 北京: 人民教育出版社, 2020.