

基于 STEM 教育理念的“力的分解”教学设计

何晓萍

(浙江金华第一中学 浙江 金华 321015)

(收稿日期:2018-11-09)

摘要:通过创设多个情境来让学生体验合力的作用效果,并进行力的分解和运算.在教学的每个环节都将科学、数学、工程、技术进行有机地结合,旨在体现 STEM 素养的培养.

关键词:STEM 教育 力的分解 平行四边形 三角函数 作用效果 模型

1986年,美国国家科学委员会在《尼尔报告》中提出“科学、数学、工程和技术集成”的纲领性建议,提倡开展 STEM 教育,培养复合型人才.STEM 这一词汇是科学(Science)、技术(Technology)、工程(Engineering)和数学(Mathematics)4门学科的简称,但 STEM 教育并不是科学、技术、工程和数学教育的简单叠加,而是要将4门学科的内容进行组合形成一个有机的整体,得以更好地培养学生的创新精神与实践能力.

物理作为自然科学中最重要的一门学科,与技术、工程和数学等学科本身就有着密不可分的关系.因此,高中物理的课堂教学也应该将知识情景化,通过情景让学生获得尽可能多的体验,让学生学会利用科学、技术、工程或数学等学科相互关联的知识解决问题,提高学生的 STEM 素养.

下面以“力的分解”这一节课为例,谈谈自己对培养学生 STEM 素养的理解.

1 引入新课

新课的引入环节是每位一线教师高度重视的,正所谓“好的开始是成功的一半”,在讲授“力的分解”一节课时,笔者是这样引入的.

情境 1:央视 CCTV-2《是真的吗?》栏目有一期节目中提到,用尽全力也拉不直一根晾衣服的绳.是真的吗?请两位学生现场体验(图 1),其他学生仔细观察.



图 1 学生拉晾衣绳情景图

STEM 素养目标:学生通过趣味实验体会到科学的魅力,更加想探究晾衣绳拉不直真相.同时也为后面环节提供了分解实例,并应用于生活中缆车钢索、刀刃、拉链头等的技术设计.

2 力的分解

情境 2:通过分析晾衣绳拉力的作用效果得出合力与分力的等效替代关系,提出力的分解的概念并复习平行四边形定则.接着每个学生在一张透明胶片上对同一个已知力进行分解,最后将几张胶片重叠(图 2),看到一个已知力的分解可以画多个平行四边形,分解的方法并不唯一.

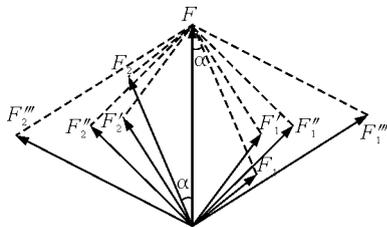


图 2 胶片显示力的分解

STEM 素养目标:学生在画平行四边形的过程中,既锻炼了动手能力,又进一步深刻地体会数学与物理的紧密联系,这也为部分将来从事技术、工程设计工作的学生打下良好的基础.通过动手结合观察重叠在一起的胶片,学生深入思考一个已知力的分解方法为何不是唯一的,最后找到分力的方向不确定这一原因.这也为后面实例中确定分力的方向作好了铺垫.

3 分解实例

3.1 “晾衣”模型

(1) 求解分力

情境 3:如图 3 所示,将合力 F 沿两绳子方向分解,两分力的大小和方向都确定,可以用什么方法求解分力的大小?

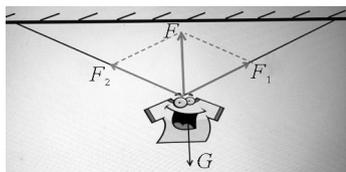


图 3 力的分解示意图

首先可以用作图法,选择合适的标度,根据平行四边形画出合力与分力的图示,通过测量长度比例计算分力的大小;其次可以利用计算法,如图 4 所示,两分力与合力的夹角均为 θ ,画出另一条对角线找到直角三角形,就可以利用三角函数求得分力

$$F_1 = F_2 = \frac{F}{2\cos\theta}$$

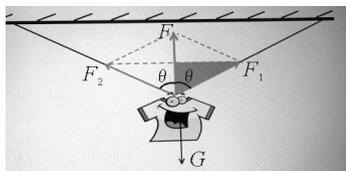


图 4 构建直角三角形

如果角度 θ 不便测量,是否有其他办法计算 $\cos\theta$? 如图 5 所示,由两绳构成的等腰三角形中,合力 F 所在直线将该三角形分为两个直角三角形, F 所在的直角边长 H 与单根绳长 L 的比值即为 $\cos\theta$,因此

$$F_1 = F_2 = \frac{F}{2\cos\theta} = \frac{L}{2H}F$$

接着再让两个学生根据设计的方案进行实验(图 6),测量 H 和 L 的长度,计算得到分力约为合力的 5 倍.

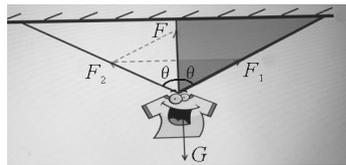


图 5 相似三角形



图 6 分力求解情景

STEM 素养目标:学生在这一环节需要进行大量的思维活动,学会用数学的方法分析具体问题;学会设计实验方案,将难以测量的角度转换为长度;最后将数学、科学与技术有机结合,真正解决实际问题.

(2) 生活中的应用

情境 4:通过前面计算发现分力可以远大于合力,正因为如此,拉力随着两绳夹角的增大而增大,若要绳子拉直即夹角达到 180° ,绳子的拉力要趋于无穷大,显然这是不可能的,这也不是我们希望的.与晾衣绳类似的是缆车钢索,如图 7(a) 所示,为安全起见钢索不能拉得太直.但是在很多时候我们希望小力分解后能获得大力,比如刀刃、石拱桥、拉链头都是将小力分解到两个夹角接近 180° 的两个方向获得很大的分力,如图 7(b)、(c)、(d) 所示,可谓是“小力分解得大力,四两也能拨千斤”!

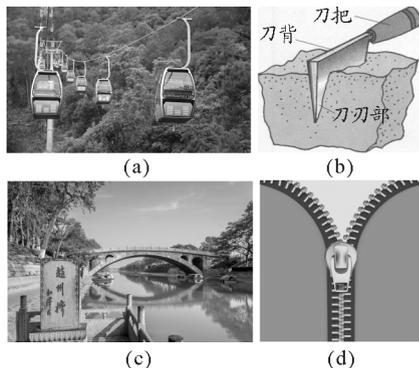


图 7 力的分解实例

STEM 素养目标:学生在这些生活中随处可见的例子中体会到科学的力量与人类的智慧. 小到刀、拉链头, 大到拱桥, 都需要仔细考量、精心设计. 这也是培养学生工程与技术素养的最好案例.

3.2 塔吊“支架”模型

情境 5:塔吊是建筑工地上常见的搬运工具, 学生在本节课动手亲自体验塔吊模型中重物拉力所产生的作用效果, 对合力进行分解, 如图 8 所示. 在平行四边形中找到直角三角形, 利用三角函数可求得

$$F_1 = \frac{F}{\cos \theta} \quad F_2 = F \tan \theta$$

将 F_2 平移可以得到图 9 所示的合力与分力构成的矢量三角形, 并且与位移的矢量三角形进行类比, 让学生对矢量三角形中体现的合力与分力的大小、方向关系有更加深刻的理解.

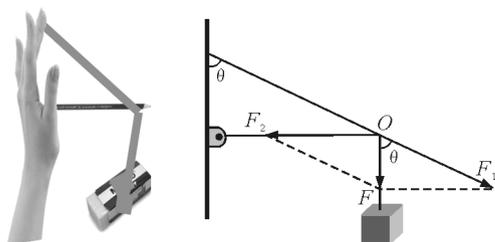


图 8 塔吊支架模型图解

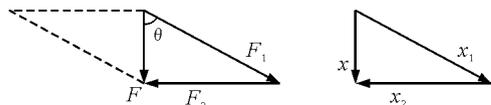


图 9 矢量三角形示意图

STEM 素养目标:学生动手搭建支架的过程中, 要通过调整横杆与掌心的接触点来使整个支架处于平衡状态, 这是科学知识指导下的工程、技术体验. 学生通过手指和掌心真实地感受到力的作用效果, 确定分力的方向, 最后通过矢量三角形求解分力的大小, 这是科学与数学的完美结合, 物理中矢量与数学中的向量本就是同一个概念.

3.3 “爬山”模型

情境 6:每个人都有过爬山的体验, 自然都知道山路越陡越难行, 可以从力的角度解释一下这个问题吗?

先把山坡简化为斜面, 然后通过简单的软木板斜面实验让学生看到重力所产生的沿斜面向下滑和垂直斜面向下压斜面的效果. 最后对重力进行分解

(图 10) 并求解出分力

$$G_1 = G \cos \theta \quad G_2 = G \sin \theta$$

根据表达式可知斜面倾角 θ 越大, 重力沿斜面向下的分力 G_2 就越大, 要想沿斜面向上运动自然就越困难. 对情景 6 中的应用起到过渡作用.

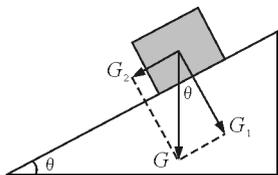


图 10 将山坡简化为斜面分解重力

情境 7:考虑到减小上坡时重力斜向下的分力, 在道路设计时倾角不宜过大, 因此有了蜿蜒曲折的盘山公路, 如图 11(a) 所示. 架在宽阔的江河上的大桥也都有一段长长的引桥, 如图 11(b) 所示的黄石长江大桥引桥长约 840 m, 高约 24 m. 而图 11(c) 所示的是日本的江岛大桥. 看上去简直让人惊叹, 上行时每前进 100 m 约升高 6 m. 看似惊人的大桥其实并不那么陡峭! 我们可以假设两座大桥的倾角分别为 α 和 β , 因此

$$\sin \alpha = \frac{24}{840} \approx 0.03 \quad \sin \beta = \frac{6}{100} = 0.06$$

由于 $\sin \alpha$ 和 $\sin \beta$ 都极小, 我们可以认为

$$\sin \alpha \approx \alpha = 0.03 \quad \sin \beta \approx \beta = 0.06$$

最后将弧度单位转化为角度可得

$$\alpha \approx 1.72^\circ \quad \beta \approx 3.44^\circ$$

所以引桥倾角的设计都是要符合安全要求的, 江岛大桥并没有图片中所显示的那么陡峭.

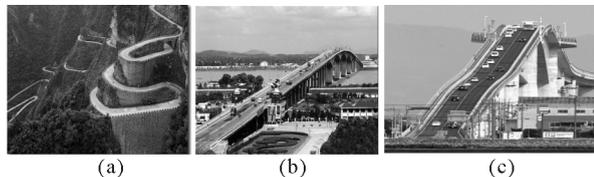


图 11 斜面上重力的作用在山路和桥梁设计上的体现

STEM 素养目标:以上两个情景主要涉及斜面上重力作用效果的问题, 不管是爬山还是过桥, 都是学生非常熟悉的情景, 他们都有过多次的体验. 在科学原理的指导下对山路和桥梁进行科学地设计, 才能符合安全标准. 对两座大桥引桥倾角进行计算时, 用到了近似的数学思想, 学生学会了通过分析计算来辨别信息的真伪, 成为真正的 STEM 人才.

“简单的逻辑电路”教学的思考和建议

徐益勇

(温州市第五十一中学 浙江 温州 325014)

(收稿日期:2018-11-01)

摘要:针对人教版高中《物理·选修3-1》第二章第11节“简单的逻辑电路”教学内容,结合笔者的理解,提出了几点思考和建议以及具体课堂实践.运用生活实例理解逻辑关系,直观不同逻辑电路的逻辑功能,让学生经历逻辑电路在实际生活中的应用.

关键词:思考 建议 逻辑关系 逻辑电路 实录

“简单的逻辑电路”是人教版高中《物理·选修3-1》第二章第11节的内容,讲述了数字电路中最基本最简单的3种逻辑电路(门电路),虽然课程标准对本节要求较低,但是以数字信号为特征的现代信息技术正在迅猛发展.本节内容接轨数字化现代生活,也充分体现物理课程“从生活走向物理,从物理走向社会”的理念.本文就本节内容结合笔者的理解,提出有几点思考和建议以及具体课堂实践.

1 本课新课引入的思考

本节课常常用多媒体PPT播放数码相机、条形码、遥控器或数字电视机等图片.教师介绍模拟信号和数字信号,然后引入新课.这样平淡无奇、无矛盾冲突的引课,而且数字信号和模拟信号学生又比较

陌生,是很难吸引学生注意和激起学生兴趣的.如果本节新课引入,即简短又能够激发学生的认知冲突,引起学生积极思维,对于核心素养培养至关重要.

建议1:创设真实情境 激发认知冲突

本课缺少相应的演示实验,笔者采用一种声光控组件,主要由声控输入模块、光控输入模块、延时电路模块、指示灯输出模块、电源模块、“与”门逻辑模块组成,其电路原理图及实物图如图1所示.当黑暗状态下,光敏电阻 R_g 阻值很大,A点处电压较高(被“与”门逻辑认为是信号1).当有声音时,通过驻极体话筒MC采集声音的振动信号,通过阻容耦合放大电路(由电阻和电容组成)和三极管进行放大,使B点处为高电平(被“与”门逻辑认为是信号1).只有当A与B输入都是信号1,“与”门逻辑电路输

4 反思总结

本节教学设计基于学生的生活经验,让物理从生活中来,又到生活中去.学生通过各种体验学会了力进行分解,并且能够计算出分力的大小,具体的分解流程如图12所示.



图12 力的分解流程图

本节课的每个环节都在尽力整合科学、数学、工程和技术这4门学科,每一个规律的得出都是完美的数理结合,每一个生活的应用都是绝伦的工程设计.当今社会最需要的就是人才,而STEM教育是培养复合型人才的重要途径.所以,作为基础教育工作者应该更新教育理念,变革课堂模式,培养综合人才.

参考文献

- 1 段炼,张静.基于STEM教育模式的高中物理教学设计.物理教师,2018,39(5):13~15
- 2 高国明.关注物理知识建构 提升学科核心素养——以“力的分解”教学为例.中学物理教学参考,2018,47(7):14~16