

基于 Scratch 的中学物理实验拓展教学*

——以牛顿第三定律的教学片段为例

林琪 李国榕 张念依 邓楚楚 叶晴莹

(福建师范大学物理与能源学院 福建福州 350117)

唐政

(福州金山中学 福建福州 350008)

(收稿日期:2020-06-09)

摘要:Scratch 软件对中学生来说容易操作,将其引入中学物理实验教学的意义重大.以牛顿第三定律的教学片段为例进行教学设计,在教学过程中体现物理本质,加深学生对物理概念的理解.

关键词:中学物理 Scratch 牛顿第三定律 编程

Scratch 是一款简易编程软件,可以利用其建立物理模型进行实验拓展教学.在传统物理实验教学中,有的学生只是按部就班地进行实验步骤的操作^[1],并没有很好地理解实验原理,这将影响学生的学习效率.而应用 Scratch 进行实验教学可以直观地采用动画仿真的形式展示物理现象,更重要的是,Scratch 可以实现重复演示、随时暂停以供学生观察,这是单纯的随堂演示或分组实验难以做到的.研究发现,采用随堂演示或分组实验与 Scratch 相结合的方式教学,能显著提高学生的注意力与课堂参与度.同时在参与和分享 Scratch 编程的过程中,学生不仅可以更好地理解物理现象所内隐的物理本质,还可以实现思维从具体运算阶段到形式运算阶段的过渡,发展创新性思维.本论文以牛顿第三定律的教学片段为例,采用项目式学习的教学方法进行教学设计.

1 新课引入 调动兴趣

现行鲁科版物理必修 1 的教材,直接将作用力与反作用力作为引入,再通过两只手对拉两只弹簧测力计的实验进一步探究牛顿第三定律的规律,从而完成概念建构^[2].但这样的教学过程,忽视了学生认知结构中的已有观念.并且,已有研究发现,平衡

力与相互作用力的对比才是牛顿第三定律的教学难点^[3].因此,对牛顿第三定律的引入可以从回顾初中所学的平衡力着手.

两只手对拉两只弹簧测力计的实验中,内隐了相互作用力和平衡力.所以,在教学过程中可以着重分析此实验模型,对平衡力与相互作用力进行对比归纳.在回顾完平衡力知识点后,让学生以小组为单位自主完成此实验.接着,教师带领学生进行受力分析,如图 1 所示,把弹簧测力计 A 作为研究对象时,弹簧测力计 B 对弹簧测力计 A 的拉力 F'_B 与手对弹簧测力计 A 的拉力 F_1 是一对平衡力;如图 2 所示,把弹簧测力计 A 的指针作为研究对象时, F'_B 与弹簧的弹力 F_A 是一对平衡力.接下来,教师引导学生归纳平衡力特点:二力大小相等、方向相反、作用点在同一物体上,但二力的性质不一定相同.

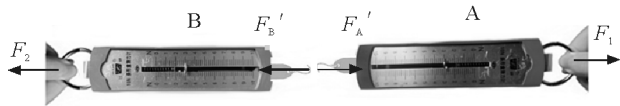


图 1 把弹簧测力计 A 作为研究对象

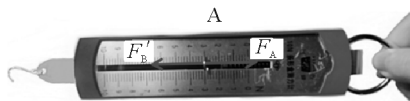


图 2 把弹簧测力计 A 的指针作为研究对象

* 福建省本科高校教育教学改革研究项目,项目编号:FBJG20180259;福建师范大学本科教学改革研究项目,项目编号:I201803032;福建师范大学 2019 年“金课”建设项目的阶段性成果.

作者简介:林琪(1996-),女,在读硕士研究生,研究方向为物理学科教学.

通讯作者:叶晴莹(1980-),女,博士,副教授,研究方向为物理学科教学和凝聚态物理.

在学生分析出这两对平衡力之后,教师进一步引导学生思考.

问题 1:两只手的拉力 F_1 与 F_2 是不是一对平衡力.

问题 2:在两弹簧测力计挂钩对铰处的 F'_B 与测力计 A 对弹簧测力计 B 的拉力 F'_A 是何关系.

研究表明,学生容易存在“力气大的同学所施加的拉力更大”的顽固性前概念,也往往因为人眼无法同时聚焦两弹簧测力计而怀疑在实验过程所观察两只弹簧测力计示数的改变是否一致.高一学生的思维尚处于具体运算向形式运算过渡的阶段.对这个阶段的学生,大多数抽象思维较弱的中学生只有在直观地观察到形象的物理现象之后,才能深化对物理知识与规律的理解^[4].此时,教师展示 Scratch 软件所编程的两只手对拉两只弹簧测力计的实验,并告诉学生本节课的学习目标,即学生需要利用 Scratch 软件编程两只手对拉两只弹簧测力计的实验模型,并解答问题 1 与问题 2,充分调动学生的兴趣.

2 项目探究 引发思考

教师进一步阐述本节课的实验项目,即基于

Scratch 的牛顿第三定律拓展实验课程,并对学生进行分组,要求每个小组思考问题 1 与问题 2 并完成一个编程作品.教师接着引导学生:“我们可以通过什么方式使实验中的各物理变量以数据形式显化出来呢?”.通过教师的引导,学生明确可以在 Scratch 中对各物理量定义、赋值与显示,教师进一步引导学生对物理变量赋值之前,首先要弄清两只手对拉两只弹簧测力计模型中所包含的物理规律.学生开始分析:弹簧测力计的弹簧满足胡克定律,即弹力大小为 $F = kx$;据上面的分析, F'_B 与 F_A 是一对平衡力,它们大小相等、方向相反, $F'_B = -F_A$; F'_B 与 F_1 是一对平衡力, $F'_B = -F_1$.因此,均匀加大两手的拉力缓慢对拉两弹簧测力计,两手的拉力大小是可以数据显化的.

接下来,学生在小组内展开讨论,探究如何将这些变量在 Scratch 软件中进行编程,实现物理模型的建立,并开始编程.在学生编程过程中,发展学生创新性思维.学生模拟两只手对拉两只弹簧测力计的编程模块如图 3 所示.

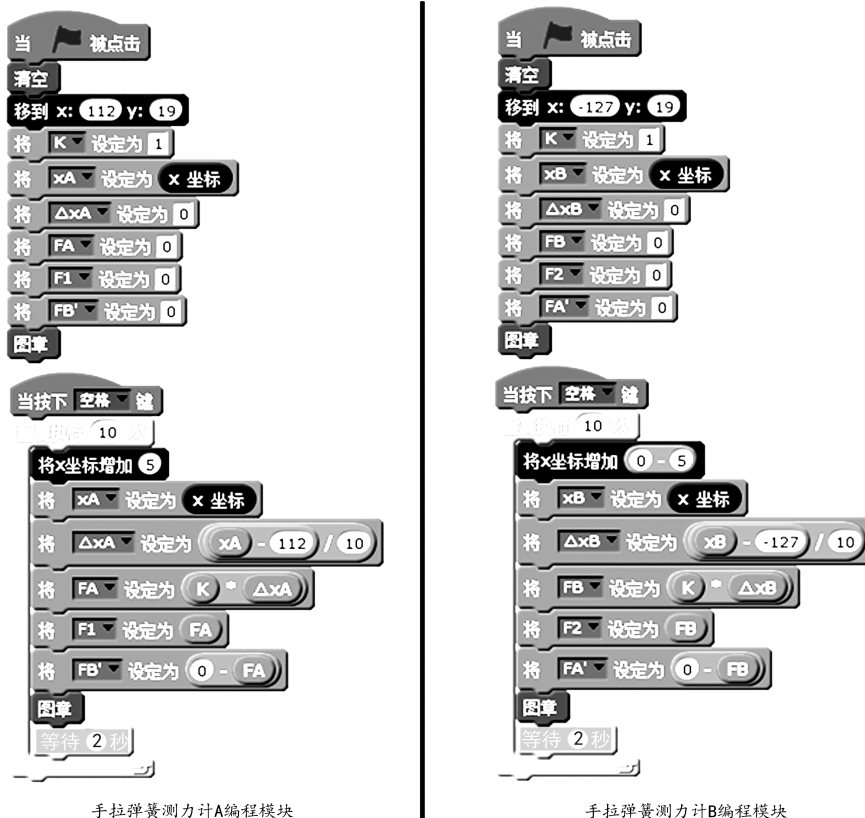


图 3 学生模拟两只手对拉两只弹簧测力计的编程模块

学生完成编程后,展示 Scratch 编程成果,如图 4 和图 5 所示,图 5 为弹簧伸长量为 3.5 cm 所对应的时刻并向其他小组分享编程过程中的思考:以 x 轴正方向为各物理量正方向,弹簧测力计 A 和 B 劲度系数均为 $\kappa=1 \text{ N/cm}$. 为使演示效果更加明显,将 x 轴单位设为 mm,因此, x 坐标增加 5 时, $\Delta x=0.5 \text{ cm}$. 两弹簧测力计初始时在 x 轴上分别处于 $x_A=112 \text{ mm}$, $x_B=-127 \text{ mm}$. 为了保证在同一直线上对拉两弹簧测力计,因此在 y 轴上处于同一水平线. 利用编程,不仅可以显示各物理量的大小,还可以以正负号显示各物理量的方向. 按下开始键(图 4 右上角旗帜图标按键)后显示初始值,按下空格键后,两弹簧测力计开始反方向运动,需要注意控制其在弹性范围内运动. 利用空格键与停止键(图 4 右上角红色圆形按键)可以实现随时暂停以观察各物理量的变化.

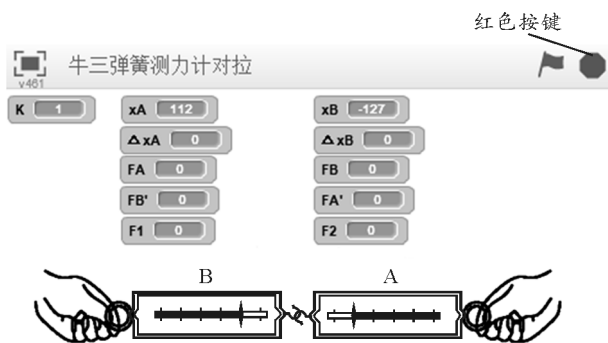


图 4 初始图

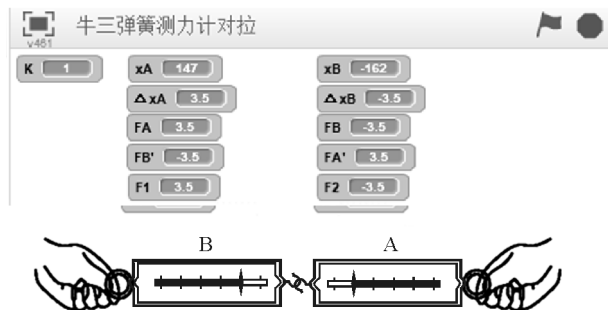


图 5 过程演示图

在学生分享作品与感悟的过程中,基于 Scratch 的演示实验实现了直观的动画结合数据展现实验过程,加深学生的感性认识,在满足直观性教学原则的同时培养学生形象思维能力.

3 交流反馈 拓展能力

学生分享后,教师发现对于问题 1,学生一致得

出 F_1 与 F_2 是一对平衡力的结论,但对于问题 2,学生的结论存在不同. 接着教师可以建立两只弹簧测力计为一个整体的模型,如图 6 所示,并强调在此实验中为了能够稳定读数,两手对拉弹簧测力计必须缓慢进行. 因此,这个模型满足牛顿第一定律,通过分析可验证学生的结论. 通过教师进一步建立和应用模型验证学生结论的教学过程,不仅验证了 Scratch 软件在物理教学中的可行性,还将抽象的物理概念内化为学生的具体思维方法,从而破除学生顽固的前概念.

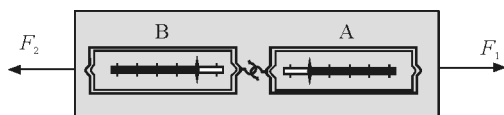


图 6 建立整体模型

学生深化了平衡力的概念,教师接着引导学生思考问题 2 并重复演示 Scratch 动画让学生仔细观察二力的大小、方向、性质与作用点. 学生观察直观的动画与数据,容易发现: $F'_B=-F'_A$,二力性质相同,但作用点在不同物体上,因此 F'_B 与 F'_A 不是平衡力. 出于对这一对力的好奇,学生兴致正浓,此时教师引导学生回顾物体间的力是相互的,引出相互作用力的概念,并带领学生将平衡力与相互作用力特点进行对比,在学生注意力高度集中时,自然地引出牛顿第三定律.

接下来,分享小组进行编程模块的讲解,其他小组对分享小组的编程作品进行评价,这个过程有助于学生讲清物理现象所含的物理本质,发展学生的抽象思维,并且可以对比思考自己设计的编程存在的不足之处,发展学生合作、拓展能力. 最后,教师鼓励学生课后完善编程,并总结利用 Scratch 编程实验,可以对学生认知结构中的已有知识进行组合编程,将知识学以致用,有助于学生更好地理解物理现象所内隐的物理本质并发展应用知识的能力.

参考文献

- 1 孙春成,于路军. 高中物理拓展性实验教学的实践研究[J]. 物理通报,2017(09):65~68
- 2 中学物理教材编写组. 物理·必修1[M]. 济南:山东科学技术出版社,2011. 122~124
- 3 张春斌,周少娜,王妍琳,等. 关于“牛顿第三定律”迷思概念的调查研究[J]. 中学物理教学参考,2014(09):49~51
- 4 邢红军. 高中物理高端备课[M]. 北京:中国科学技术出版社,2014. 56~58