

# 基于 STEM 教学理念的影响水火箭射程的因素探讨\*

邱龙斌 张皓晶 张雄 李立 荣争辉 吴杨峰

(云南师范大学物理与电子信息学院 云南昆明 650500)

(收稿日期:2018-11-30)

**摘要:**基于学生对水火箭发射的兴趣,指导学生利用日常生活用品自制简易的水火箭,从水火箭工作原理和射程的角度出发,结合中学化学中的催化剂知识,制定水火箭课外活动实验方案,并对实验方案进行交流、实施,最后通过实验检验探究结果.把 STEM 的教学理念应用于教育欠发达的云南边疆民族地区中学物理课外活动中有着积极的意义.

**关键词:**水火箭 STEM 教学 催化剂

## 1 引言

STEM 教育是美国教育改革的标志,是国际上教育改革的前沿.其名称来源于 4 门学科的英文首字母,即科学(Science)、技术(Technology)、工程(Engineering)、数学(Mathematics),强调多学科的交叉融合<sup>[1]</sup>.STEM 教育提倡的是进行学科间的交叉学习,学习一个知识点,即可以涉及到多个学科的知识.以跨学科、情境性、趣味性、体验性等为特征,通过探究式合作学习的方式,提高学生实践和知识迁移能力,培养学生的科学创新精神,要求学生在实际情境中,能够灵活应用 STEM 知识<sup>[2]</sup>.培养学生的创新能力,把学生培养成为既具有跨学科知识,又有解决实际问题能力的新型人才.结合中学物理课外实验活动的教学模式,以“自制简易的水火箭,分析水火箭工作原理和射程”为例,对 STEM 教学理念下的中学物理课外实验活动的教学做出说明.

## 2 STEM 教育与自制水火箭课外活动相结合的教学流程

物理学是一门以实验为基础的学科,学生通过实验可以直观明了地发现物理现象,培养学生的兴趣.水火箭的制作与发射是中学生较为感兴趣的,可

以利用此实验探究牛顿第三运动定律、功能关系、反冲运动等物理知识,同时,指导学生应用物理实验方法中的控制变量法、实验探究法等.在教学中引入中学化学中的催化剂知识,分析催化剂对水火箭射程的影响,学生在探究催化剂对水火箭射程影响的过程中,一方面验证了牛顿第三运动定律,解释了动能势能相互转换,理解了反冲运动,另一方面学习了催化剂的相关知识,把化学中的知识运用到了实际生活中.对于传统的水火箭制作和发射,学生也是热情不减,中学生正处在青春期,对于一切新奇事物都怀有好奇之心,通过动手操作的实验,学生能学到更多的东西,记忆也将更深刻.

在知识点方面,高一的同学已经学过牛顿第三运动定律,知道作用力与反作用力,对于物理知识的建构有一定的认识,高一的课堂上教师也已经讲过催化剂和密度的相关知识,同时,学生在初中就了解到控制变量法,为自制简易水火箭,分析水火箭工作原理和射程实验探究奠定了基础<sup>[3]</sup>.

但教学中也存在一些问题,学生平时所学的牛顿第三运动定律、反冲运动往往是抽象的,对于它们的认知仅仅停留在书本上,对于化学中催化剂的认知也仅仅停留在实验室里的演示实验,没有在实际生活中感受到物理、化学的魅力.

\* 国家教育部高等学校本科“物理学专业综合改革试点”项目资助,项目编号:ZG489

作者简介:邱龙斌(1994-),男,在读硕士研究生,研究方向为学科教学(物理).

通讯作者:张皓晶(1982-),男,副教授,研究生导师,研究方向为天体物理和学科教学(物理).

教学流程按照创设情境、明确问题、制定方案、设计制作、实验探究、分析交流6个阶段进行,教学流程如图1所示。

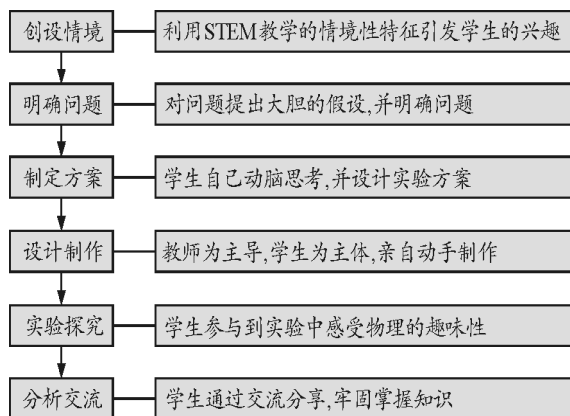


图1 教学流程

### 3 STEM教育与自制水火箭课外活动的教学设计

#### 3.1 教学目标

##### 3.1.1 知识与技能

(1) 在实际生活中体会牛顿第三运动定律,了解反冲运动的原理,通过实验探究,了解影响水火箭发射的因素。

(2) 了解化学中的催化剂与催化机制,感受化学和物理学科之间的交融。

##### 3.1.2 过程与方法

(1) 体验影响水火箭射程因素的实验探究过程。

(2) 形成对物理现象的观察能力和对实验数据的分析、归纳、概括、表达能力。

##### 3.1.3 情感态度与价值观

(1) 通过让学生都参与到实验探究中,增强其合作性和凝聚力。

(2) 通过实验,感受科学家对实验规律的研究过程,学习科学家对工作严肃认真不怕困难的科学态度。

(3) 学会欣赏物理学的简洁美。

#### 3.2 教学重难点

##### 3.2.1 重点

(1) 指导学生自己完成水火箭的制作。

(2) 催化剂的反应原理。

(3) 对牛顿第三运动定律的理解。

##### 3.2.2 难点

牛顿第三运动定律的实际应用。

#### 3.3 教学过程

##### 3.3.1 课堂导入

**教师活动:**(1) 在课堂上播放中国成功发射载人航空火箭的视频,接着播放水火箭的发射视频。

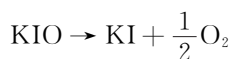
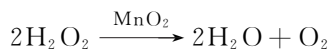
(2) 设置疑问:为什么水火箭可以飞上天空?

**学生活动:**(1) 观看火箭发射视频,感受国家科技力量的进步。(2) 学生产生疑问。

**设计意图:**(1) 让学生观看现象,产生探究欲望,激起学生的学习热情。(2) 让学生带着疑问进入课题,启发学生能够独立思考。

##### 3.3.2 实验讲授

**教师活动:**给学生讲解化学的催化原理。二氧化锰或者碘化钾可以作为过氧化氢的催化剂,让过氧化氢的分解速度加快,产生大量的气体,催化反应方程式见下式。



**学生活动:**(1) 学生在教师引导下对学过的知识点进行回忆,并回答“牛顿第三定律”是指:相互作用的两个物体之间的作用力和反作用力总是大小相等,方向相反,作用在同一条直线上。

(2) 学生经过教师的引导,讨论得出:水火箭升空是因为受到水和气体的作用力。

**设计意图:**(1) 对旧知识的复习,有利于新知识的学习,新旧知识的联系有利于学科结构的建立。

(2) 通过教师的引导,学生思考,培养学生的独立思考能力,通过教师的讲授,学生可以更清楚地理解实验原理。

##### 3.3.3 课外实验活动过程

**教师活动:**标准型的水火箭系统包括箭头、箭体、喷嘴和尾翼几部分。水火箭还需要发射架,其目的是安全发射、可控发射、精准发射。标准发射架系统包括刹车线、刹车把、气管、支架、打气筒、压力表。

### (1) 水火箭箭体的制作

1) 收集生活中的常见材料:准备好两个 1.2 L 的空可乐瓶子,用清水洗干净,把外标签撕掉;准备一块  $1\text{ m} \times 1\text{ m}$  的轻木板(巴尔沙木);准备好螺纹喷嘴(安全起见,最好买一次性成型的);准备双面胶若干;准备热熔胶枪一把,胶条若干,美工刀一把,记号笔一只,铅笔一支,直尺一把。

2) 材料准备完毕,先取第一只塑料瓶,用直尺量取瓶口到瓶高  $\frac{1}{3}$  的高度,利用记号笔做好标记,接着用美工刀切下此部分(刀刃锋利,需注意安全),切下的部分盖上瓶盖用来作导流罩。

3) 导流罩做好以后,用双面胶粘在第二个瓶子底部的周围,再把切好的导流罩套在粘好双面胶的底部,用力压紧即可<sup>[4]</sup>。

4) 制作导流板.用铅笔在巴尔沙木板上画出 4 个规格一样的梯形(底为 15 cm,高为 6 cm,两斜边分别为 20 cm 和 3 cm),接着利用美工刀沿着铅笔线条把导流板切下,利用热熔胶枪把导流板粘在火箭箭体离喷嘴 3 cm 处。

5) 将螺纹喷嘴拧紧在瓶口,制作好的水火箭如图 2 所示。



图 2 自制的水火箭

(2) 教师先给学生准备一定量的碘化钾(分析纯)、二氧化锰(分析纯)、过氧化氢若干;可以刚好塞进可乐瓶口的小塑料杯 4 只。

### (3) 指导学生完成实验

**学生活动:**学生根据教师的指导进行实验,操作如下。

1) 分别准备 400 mL 不同密度的食盐水.把准备好的密度为 0.8 的食盐水加入 1.2 L 的可乐瓶中,

然后将可乐瓶安装在发射架子上,利用打气筒向瓶内打入 4.0 个大气压的气体,然后发射.在此条件下依次对密度为 1.0,1.2,1.4,1.6 的食盐水进行发射实验<sup>[5]</sup>。

2) 先把催化剂放入小塑料杯中,接着把过氧化氢溶液加入箭体内,然后把小塑料杯倒着放进去,拧紧喷嘴,最后开始向瓶内加压,加压时小塑料杯被推到瓶内溶液中,发生催化反应,打开手刹,发射火箭<sup>[6]</sup>。

3) 改变催化剂种类,不改变过氧化氢浓度,重复上述发射操作;不改变催化剂,改变过氧化氢浓度,重复上述发射操作。

4) 用皮尺记录每一次发射的距离。

**设计意图:**① 通过实验来验证物理猜想,通过物理知识来解释物理现象,分析影响射程的因素。

② 液体密度对水火箭的影响.增大液体的密度可以增加水火箭的反冲作用力,即水火箭的水平射程随液体的密度增大而增大。

③ 催化剂对水火箭的影响.当碘化钾或者二氧化锰的物质的量一定时,水火箭的水平射程随着过氧化氢的浓度增加而增加;当过氧化氢的浓度一定时,随着催化剂的剂量增加,水火箭发射的水平距离也在增加;同时还可以从测量发射的距离中看出碘化钾的催化效果明显高于二氧化锰,更适合作水火箭发射的催化剂。

### 3.3.4 分享总结

**教师活动:**(1) 引导学生进行实验总结和结果交流。

(2) 对学生的总结做出点评,教师应充分肯定学生的总结,并对出现的问题进行讨论、纠正.最后做出总结:在同等条件下,加入催化剂,水平射程增加较为明显;碘化钾的催化效果明显高于二氧化锰,更适合作水火箭发射的催化剂<sup>[7]</sup>。

**学生活动:**针对实验过程中存在的问题,学生以小组的形式展开讨论,一部分学生回答,一部分学生补充,形成小组间的结论。

**设计意图:**通过分享交流,增强学生协作的能力,同时巩固了知识,激发学生的学习热情。

# 创设实验情境 激活惰性知识

——以电场中的两个实验为例

刘建浩

(浙江慈溪中学 浙江宁波 315300)

(收稿日期:2018-12-25)

**摘要:**创设真实实验情境进行情境化学习,巩固、发展、激活所学的知识,使所学知识具备实践作用;创设真实实验情境进行情境化学习,培养学生通过真实情境建立物理模型的能力,训练学生科学思维,提升学生核心素养。

**关键词:**实验情境 情境建模 惰性知识 核心素养

中学物理学主要内容有力学、热学、电磁学、光学和原子物理学。学生开始首先学习的是力学,与力学知识相比,学生在实际生活中更难获得与电场知识相关的感性认识和直觉经验;学生在无感性认识的抽象环境中学习,导致了学习困难和惰性知识的产生。

情境认知理论认为,学习者通过具体情境建构知识,又通过具体情境活动不断巩固和发展所学知识。在新课教学中,教师尽量通过联系生活实际和设计实验创设情境,使学生能够在具体情境中建构知识;在学生学完相关新课知识之后,本文作者创设了两个真实实验情境,让学生通过情境建模活动巩固、

## 4 小结

对于地处边疆少数民族地区的学生来说,面临教学资源匮乏、教师技能不娴熟、教学理念相对滞后的问题,把STEM教学理念应用到物理教育中,有着积极的意义。让他们体验到物理学习的乐趣,实验探究的激情和团队协作的快乐,通过类似的探究活动,可以让学生更好地去关注生活,发现生活中的物理、化学现象。从学生的情感上、态度上改变其价值观,让他们对学习更有兴趣,更加热情地投入到学习中<sup>[8]</sup>。

我们在云南边疆民族中学的物理教育实习中,将STEM教育理念融于自制水火箭课外活动中,由于自制水火箭成本低廉,学生兴趣高,可实施性较强,同时,让物理和化学课程得到了较好的融合,提高了学生的动手能力,从真正意义上将STEM教学运用在课堂中,很大程度上提高了物理教学趣味性,培养了学生认知发展和对物理概念的理解。教学实

践表明,成效显著,作为学生课外活动的探究,有一定的意义。

## 参考文献

- 1 余胜泉,胡翔. STEM教育理念与跨学科整合模式. 开放教育研究,2015,21(04):13~22
- 2 张慧玲. 实施学生项目学习,培养学生STEM素养. 实验教学与仪器,2016(10):1~3
- 3 王朝祥. 探究最省力的方案——基于核心素养培养的STEM教学案例. 物理通报,2018(11):1~3
- 4 辛贵书. 提高水“火箭”效果之措施. 物理实验,2003,23(1):32~33
- 5 廖立杨. 对水火箭发射速度和射程的理论研究. 物理与工程,2016(3):82~83
- 6 方红霞. 关于水火箭水平射程的实验探究. 物理实验,2011(12):17~19
- 7 江涛. 传统水火箭的化学创新设计. 广东第二师范学院学报,2017(5):103~104
- 8 赵玉婷. 初中《研究性学习》的课程设计与实施策略研究. 现代远距离教育,2017(4):39~43