

基于跨学科理念的初中化学项目化学习 教学探索*

——以“小小宇航员”为例

金荣妹 符爱琴

苏州市吴江区实验初级中学 江苏苏州 215200

摘要:本文以“小小宇航员”为情境,设计了“火箭发射原理分析”“火箭燃料定量分析”“火箭发射实战演练”“火箭发射综合评价”四个项目任务,融合了物理、航空技术、工程、历史等学科知识,完成对“依据化学方程式的计算”主题的项目化学习。在完成项目任务的过程中,教师引导学生进行跨学科深度学习,打破了呆板的传统化学计算课堂教学模式,提升了学生科学思维、科学探究与实践、科学态度与责任等核心素养,发展了学生的关键能力。

关键词:跨学科理念;项目化学习;化学计算

文章编号:1008-0546(2024)06-0016-04

中图分类号:G632.41

文献标识码:B

《义务教育化学课程标准(2022年版)》明确指出,“化学课程要培养的核心素养,主要包括化学观念、科学思维、科学探究与实践、科学态度与责任,是中国学生发展核心素养在化学课程中的具体化”^[1]。发展核心素养应打破仅获取学科核心知识的局限,实现跨学科知识融合的同时,培养学生解决实际问题的科学素养。

教育应赋予学生面向未来的能力。通过真实的问题、亲身的体验、持续的好奇心“唤醒”学习者的力量,培养他们的主动性,在解决问题的过程中专注、有计划、能反思,善于建立联系,能够个性化表达。^[2]项目化学习在教学中赋予了课堂这样的能力,它是以项目为导向展开教学,强调以问题为中心,让学生围绕项目任务,解决项目问题,提高学生自主学习的能力,最终发展学科核心素养。

一、项目化学习课题的确立

“依据化学方程式的计算”这一课题源自沪教版九年级化学上册第4章第3节。在第3章学生已经学习了利用化学式计算化合物中元素的质量分数,

然后根据化合物的质量推算元素的质量,在第4章中又学习了质量守恒定律和化学方程式。初三化学教学的“宏—微—符”三重表征进一步建立并利用质量关系定量深入地理解化学反应。这是从定性到定量的关键一课,它能帮助学生体会定量认识化学变化对科学发展的重大作用。

本课题是九年级化学计算教学中的重点也是难点,所以在教学过程中,教师往往小心翼翼地带着学生专注格式规范和计算原理,忽略了认识定量研究对科学发展的重大意义。教学的本质就是知识的应用,特别是在生产生活实际中的应用。教学如果脱离实际会使学生感到所学的知识单调无用、不切实际,教学效果将不容乐观。

我国航天事业发展迅速,在这样的时代大背景下,如果能将我们的课题与航空航天联系,那么学生的学习动力自然十足,学生的爱国主义热情也油然而生。由于航空航天知识是复杂的,内容是深刻的,所以我们的项目需要在融合跨学科知识的基础上,让学生化身小小宇航员,了解火箭发射的原理,自制氢能小火箭并发射小火箭,根据理论分析与实际发

* 基金项目:本文系江苏省“十三五”规划重点资助课题“指向关键能力的初中化学创意课程实施研究”(E-a/2020/05)的阶段性成果。

射之间的差异,引导学生理智科学地分析其中的原因,培养学生科学探究的核心素养。

二、项目化学习活动框架

基于项目化学习的特征,本课教学以“自制火

箭”引入真实情境,从项目任务出发,以问题驱动教学,实现素养目标,完成学生能力的培养。具体的项目化学习活动框架如图 1 所示。

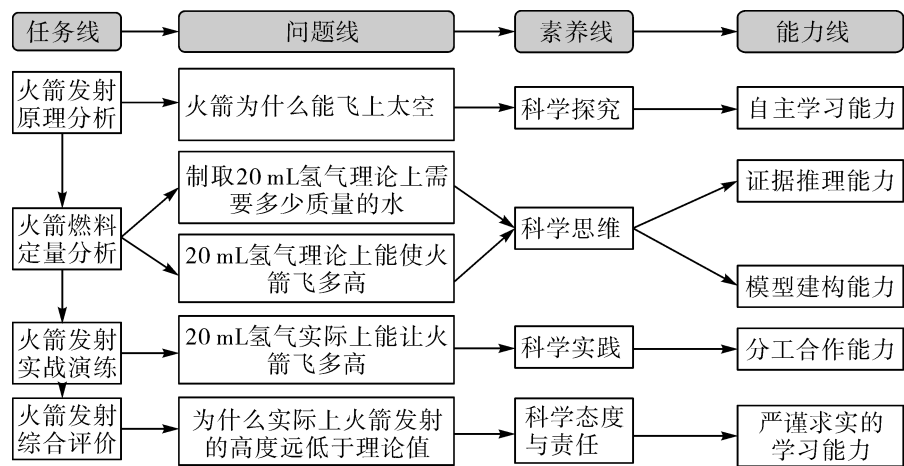


图 1 项目化学习活动框架

三、项目化课程中跨学科知识融合点

项目化课程的实施是建立在真实的情境中,通过团队合作、研究和解决问题最终完成的项目产品。在教学过程中往往涉及跨学科知识,在融合跨学科

知识的过程中,学生的解决问题能力、创新能力和对知识的应用能力可以得到更深、更综合性的发展。本课教学中涉及的跨学科知识非常广泛,具体内容如表 1 所示。

表 1 项目化课程中的跨学科知识

学科	具体学科内容分析
化学	火箭燃烧所需可燃物与助燃物;氢气的制取途径;利用水的化学式计算制得氢气的体积;化学用语的表示;化学方程式的含义;利用化学方程式进行定量计算;氢气的性质
物理	火箭升空所受力的分析;氢气体积与质量之间的换算;克服重力做功的计算及应用
航空技术	火箭材料的选择;火箭发射的操作注意事项和实战演练
工程	火箭推进剂的燃料选择;设计火箭锥体外形的思维路径与创新意识
历史	航天航空业的历史发展进程

四、项目化教学实施过程

1. 任务一 火箭发射原理分析

[播放视频]2022 年 6 月 5 日神舟十四号顺利发射。

[提出问题]火箭为什么能飞上太空?

[小组讨论]阅读资料,交流讨论,派代表发言。

[学生回答]火箭能飞上太空的原因有以下几点:①可燃物与助燃物的燃烧;②反应生成大量的气体;③气体产生了一股推力,推动火箭飞上太空。

[提出问题]如果你是一名小小宇航员,你会用什么物质作推进剂的燃料?

[学生回答]航空煤油、氢气……

[提出问题]如果选氢气作为燃料,氢气一般怎么获得呢?

[学生回答]用水制取氢气。

[设计意图]利用近期大家共同关注的热点话题“航天事业”引入新课,增强学生对航天科学技术的向往,激发学生的探索欲。通过阅读跨学科信息,培养学生加工和提取信息的能力、分析和解决问题的能力,发展学生科学探究的核心素养。

2. 任务二 火箭燃料定量分析

[情境引入]教师展示一枚“自制火箭”(见图 2),

这枚“自制火箭”中收集了 20 mL 氢气和一定量的氧气。



图 2 “自制火箭”

[教师提问]如果用水来制取 20 mL 氢气,需要多少质量的水? 提供信息:氢气的密度是 0.09 g/L。

[学生活动]根据元素守恒,先计算氢元素的质量,再利用化学式推算水的质量,学生代表利用化学式计算的思路如图 3 所示。

$$m_{\text{H}_2} = \rho \cdot V = 0.02 \text{ L} \times 0.09 \text{ g/L} = 1.8 \times 10^{-3} \text{ g}$$

由于元素守恒

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{m(\text{氢元素})}{w(\text{氢元素})} = \frac{1.8 \times 10^{-3} \text{ g}}{\frac{2}{18}} = 1.62 \times 10^{-2} \text{ g}$$

图 3 学生代表利用化学式计算的思路

[学生小结]如果物质中的元素完全由化合物中的元素转化得到,那么我们可以利用氢气来自水中的氢元素这一元素守恒的原理,分析得到水中氢元素的质量,然后根据化合物与元素的质量关系,推算出制取这些氢气所需原料水的质量。

[教师提问]除了这样的方法,还有其他的方法吗?

[学生回答]可以利用化学方程式进行求解。

[播放视频]教师播放利用化学方程式进行计算的微课视频。

[教师提问]通过视频学习,谈谈利用化学方程式进行计算的步骤及注意事项。

[小组讨论]利用化学方程式进行计算的基本步骤如下:①确定方程式中的已知量和未知量;②通过化学方程式寻找已知量和未知量的质量关系;③列出比例式;④求出未知物质的质量。

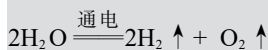
[学生活动]学生根据化学方程式进行求解。

[教师投屏]教师将部分学生的解答过程投屏共享。

[学生评价]评选出解答标准的学生代表,该学生代表利用化学方程式进行计算的思路如图 4 所示。

$$m_{\text{H}_2} = \rho \cdot V = 0.02 \text{ L} \times 0.09 \text{ g/L} = 1.8 \times 10^{-3} \text{ g}$$

设制取这些氢气需要水的质量为 x 。



$$\begin{array}{ccc} 36 & & 4 \\ x & & 1.8 \times 10^{-3} \text{ g} \end{array}$$

$$\frac{36}{4} = \frac{x}{1.8 \times 10^{-3} \text{ g}} \quad x = 1.62 \times 10^{-2} \text{ g}$$

答:需要 $1.62 \times 10^{-2} \text{ g}$ 的水。

图 4 学生代表利用化学方程式进行计算的思路

[教师小结]在生产、生活及航天事业中,我们不仅要用化学思想进行定性分析,还要进行科学定量分析,以确保生产、生活中原料的充分利用和化学反应的有序进行。

[教师提问]现在通过一定的方法已经为火箭收集了 20 mL 的氢气和一定量氧气,请预算一下,这枚火箭能飞多高? 假设氢气完全反应,提供信息:①氢气的热值是 $1.43 \times 10^8 \text{ J/kg}$;②克服重力做功的计算公式为 $W = Gh$;③火箭自重为 8.9 g。

[学生 1 回答]放出的热量 = 燃料质量 \times 热值,即 $G_{\text{放}} = m_{\text{H}_2} \cdot q = 1.8 \times 10^{-6} \text{ kg} \times 1.43 \times 10^8 \text{ J/kg} = 257.4 \text{ J}$ 。

[学生 2 回答]火箭升空的高度为 $h = \frac{G_{\text{放}}}{mg} = \frac{257.4 \text{ J}}{8.9 \times 10^{-3} \text{ kg} \times 10 \text{ N/kg}} \approx 2892 \text{ m}$ 。

[设计意图]教学内容上将航天知识、物理学中克服重力做功知识与化学计算进行跨学科有机融合,让学生体会到了化学计算与航天事业发展的密切关系,化学可以促进科学的发展,认识到学习化学的重要性,发展了学生科学思维的核心素养,并培养学生的证据推理和模型建构能力。教学过程中利用微课视频翻转课堂,既把枯燥的知识点变得形象生动,又让学生由被动学习变为主动求知,锻炼了学生的自主求知能力和独立思考能力。项目化教学的最大特点是评价形式的多样化,学生的计算过程利用学生互评的方式,让学生更易于接受,并且从优秀的案例中吸取精华。在教学目标上充分发挥航天事业与化学知识的联系,增进了学生对航天事业的热爱,提升了学生的爱国主义热情,也促进了学生科学素养的全面发展。

3. 任务三 火箭发射实战演练

[学生活动]制取氢气,装饰火箭,并为自己组内的火箭个性化命名。

[教师讲解]同学们已经做好了充分的理论准

备,对发射火箭已经跃跃欲试,请先思考火箭发射实验中的注意事项。

[学生交流]火箭发射实验中的注意事项有以下几点:①火箭中氢气密度比空气小,火箭始终要正放;②打开储存氢气的瓶盖时,动作要迅速;③将点火器伸入瓶中引燃氢气,需要两位同学合作完成;④围观同学要远离发射点,并记录火箭发射到达的最高高度。

[学生活动]每组派两位代表负责发射火箭,派一位代表观察火箭发射的大致高度。

[设计意图]“纸上得来终觉浅,绝知此事要躬行”,同学们虽然理论分析得头头是道,但是实际是否可行需要让学生参与实战演练来感知。学生在实战演练中产生认知冲突,树立了实事求是的科学观念。在实验过程中通过小组合作,有些学生的劳技特长得到了充分展示,学生的分工合作能力、实验操作能力、实验观察能力等也得到了锻炼。

4. 任务四 火箭发射综合评价

[收集数据]小组 1 观察到火箭大概到达 3 层楼的高度,小组 2 观察到火箭大概到达 3.5 层楼的高度。

[教师提问]我们试飞的火箭实际上并没有 2 892 米这么高,这是为什么呢?

[交流讨论]学生 1 认为原因是燃料可能不完全燃烧,学生 2 认为原因是火箭升空受到了空气阻力,学生 3 认为原因是氢气燃烧释放的能量部分以热量的形式散失……

[教师提问]虽然液氢作为火箭推进剂有诸多优点,但是氢能现在推广还不普遍,你知道为什么吗?

[学生讨论]学生 1 认为原因是未找到廉价制氢的方法,学生 2 认为原因是安全储存氢气问题还未得到完全解决……

[教师小结]今天我们化身小小宇航员,了解到火箭推进剂应具备低碳、环保、自重小、热值大、无毒、廉价等特点。希望同学们能努力学习更多知识为国家、世界解决氢能问题,或成为一名真正的宇航员问鼎苍穹。

[设计意图]培养学生综合运用跨学科知识解决实际问题的能力。从自制小火箭到真正的大国神器之间还有很多实际问题需要思考,学生对课堂所学、新闻所见、信息所供进行分析加工,了解到我们的化学是有用的化学。另外,单科或偏科会让我们所学的知识变得渺小而无用,我们的知识需要跨学科融

合才能更好地服务于社会,我们的能力需要全面发展,我们的学习需要同学之间通力合作,以此激发学生求知的欲望,培养实事求是的科学精神,从而激励学生为大国之崛起而努力学习,厚植学生的爱国主义情怀。

五、教学反思

本文将跨学科和项目化教学方式相融合,使学生的综合能力得到很好的提升,对教师的教学基本功也是一次很好的挑战。结合教学设计和学生在教学过程中的表现情况,笔者有如下几点反思。

1. 高科技的项目任务让我们仰望星空

宇航事业在腾飞,每天新闻里都在不断涌现,我们离它是这么的近;但其中的原理似乎又是深不可测、高不可攀,我们好像又离它很远很远。以初三学生现有的知识不可能将它理清、看透,但是我们如果就其中一个点进行探究,如火箭发射的燃料问题,还是可以将它与初三化学知识以及其他科学知识建立联系的。所以我们大胆地仰望星空,追逐我们的宇航梦想,以“火箭发射原理分析”“火箭燃料定量分析”“火箭发射实战演练”和“火箭发射综合评价”四大项目任务展开教学,让学生围绕核心问题进行深度思考,激发学生学习动力,培养学生的科学素养,发展学生的各项能力。

2. 可操作的项目成果让我们脚踏实地

虽然只是一枚小小的火箭,却使学生从能定性分析化学反应原理,到能定量分析所需制备的原料。学生自主制取 20 mL 氢气,既体验到了理论计算上的重要,也体会了实验时获得氢气的成就感。从理论分析火箭可以飞上近 3 000 米的高空,到火箭实地发射只有三层楼的高度,这一理论与实践的落差,让学生认识到了跨学科思考问题的重要性,培养了学生严谨求实的科学态度,也让学生体会到了航天事业能取得如此成就来之不易,让学生认清现实,明白了学习更要脚踏实地。

参考文献

- [1]中华人民共和国教育部.义务教育化学课程标准(2022 年版)[M].北京:北京师范大学出版社,2022.
- [2]邹雁.基于项目化学习培养学生学科素养——以“石头纸与木浆纸”的教学为例[J].化学教与学,2022(17):83-87.