



利用习题错误培养学生高阶思维

蒋震霞

(江阴市第一中学 江苏 无锡 214400)

(收稿日期:2021-06-17)

摘要:高阶思维是较高认知水平的心智活动、认知能力,是物理核心素养中科学思维的重要组成,也是学生具有较高思维水平的标志,是学生能够高质量思考问题的前提。习题教学中会遇到习题科学性和学生解答两个方面的错误。挖掘习题的这些错误的教学价值,将其生成宝贵的教学资源,可以实现培养学生的批判思维、逻辑思维、监控思维、创新思维,发展学生的高阶思维。

关键词:习题 错误 培养 思维

习题教学是高中物理教学的重要组成部分,精心设计习题教学是落实核心素养的具体举措。通过习题的精练精讲,学生在内化知识的基础上形成物理观念;在问题解决中提升思维品质。习题教学的核心功能是让学生在解题过程中强化知识运用,升华

认知结构,发展思维水平。

思维的发展需要从低阶水平迈向高阶水平。按照布卢姆的认知目标分类思想,思维的发展在教学目标分类中表现为分析、评价和创造,各层级对应关系如表1所示^[1]。

表1 布卢姆认知目标分类表

目标层级	行为动词	思维分类
创造	产生、假设、规划、设计、创作、制作、发明	高阶思维
评价	检查、探测、监控、测试、评论、判断	
分析	辨别、区分、集中、选择、整合、分解、概述、构造	
应用	执行(熟悉的任务应用)、利用(不熟悉的任务应用)	低阶思维
理解	解释、举例、分类、总结、推断、比较、分析	
记忆	再识、识别、回忆、追忆	

习题教学中可挖掘的资源非常广泛,其中习题教学中出现的错误具有较高的教学价值。将错误作为生成性资源,可以很好地培养学生的思维,提升学生的思维品质,不仅可以提高物理教学的效率,实现物理学科核心素养的培养,还能促进学生思维进阶,发展学生高阶思维。下面笔者以粤教版高中物理教材选修3-5第四章“原子核”章末习题中的一道习题为例,简单谈一谈如何挖掘习题错误的教学价值实现对学生高阶思维的培养。

1 试题及分析

1.1 试题原题

【题目】^[2]一块氦222放在天平的左盘时,需要

天平的右盘加444g砝码天平才能处于平衡,氦222发生 α 衰变,经过一个半衰期以后,欲使天平再次平衡,应从右盘中取出的砝码为()

A. 220g B. 8g C. 2g D. 4g

1.2 知识分析

本题考查的知识点有 α 衰变、半衰期、 α 射线的特征、摩尔质量等。原本以为本题非常简单,学生应该不存在障碍,但是实际的情况与预期有很大差别。学生要么无从下手,要么得出错误结果。

1.3 错误分析

1.3.1 习题科学性错误

本题设计的背景具有科学性错误,具体如下。

首先,氦单质通常以气体形式存在。将其放入天

平中测量是不现实的。

其次,测量氦与天平使用规范相冲突.天平是初中阶段的重要测量仪器,其使用在初中有严格要求.以初中人教版教材为例,对天平的使用提出如下要求^[3].

(1)每个天平都有自己的“称量”,也就是它所能称的最大质量,被测物体质量不能超过称量.

(2)向盘中加减砝码时要用镊子,不能用手接触砝码,不能把砝码弄湿、弄脏.

(3)潮湿的物体和化学药品不能直接放到天平中.

本题中天平称量的物体是具有放射性的物体氦222,根据上述要求,砝码不能用手接触,潮湿物体和化学药品都不可以直接放在托盘上,那么具有放射性的物体更不能直接放在托盘上.

最后,在实际操作中,氦222的测量如果没有防护措施会损害实验者的健康.氦以气体的形式存在,吸入人体后,发生 α 衰变,会导致肺部癌变,尤其是生成物钋218是有剧毒的金属.

可见本题设计的情境完全脱离学生原有认知,脱离生活实际,会导致学生认知混乱.

1.3.2 学生常见解答错误

学生求解本题主要存在如下问题.

(1)氦222经过一个半衰期,有222 g氦发生衰变,只剩下222 g氦,故而应该从右盘中取出222 g砝码.

(2) α 衰变前后物质质量保持守恒,故而不需要从右盘中取出砝码.

(3)没有记清楚 α 粒子的质量数和电荷数,或将二者混淆,于是得出需要在右盘中取出8 g,2 g等错误结论.

2 挖掘习题错误资源培养高阶思维

2.1 利用习题错误培养批判思维

批判性思维是一种合理性、反思性的思维,是一种追求规范逻辑、严密论证的思维.批判性是人具有高阶思维的重要特征.没有批判就没有创新,具备了批判性思维的人才能够深入透彻地分析问题,才能够从独特的视角来分析问题、解决问题.2017版普通高中物理新课标从物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任等方面凝练了核心素养,其中科

学思维指出“基于事实证据和科学推理对不同观点和结论提出质疑和批判,进行检验和修正,进而提出创造性见解的能力与品格”^[4].而在课程目标中要求“具有批判性思维的意识,能基于证据大胆质疑,从不同角度思考问题,追求科技创新”,“能基于证据和逻辑发表自己的见解,实事求是,不迷信权威”^[4].可见,新课标要求将批判性思维的培养作为物理课堂的目标和任务,需要将批判性思维的培养融入到物理课堂教学中.

习题教学中学生会遇到各种具有科学性错误的习题,教学中利用好习题科学性错误可以很好地培养学生的批判性思维.就本题而言,可以引导学生从习题背景的科学性方面进行深入分析,具体为如下3个方面:氦单质以气体形态存在不能放在天平托盘上称量;氦有放射性,用天平称量氦与初中对天平的使用要求不符;氦具有放射性,吸入后对身体有伤害.通过分析可以从如下几个方面培养学生的批判性思维.首先,培养学生的批判意识.只有学生有批判质疑的意识,才会去独立思考,而不是人云亦云.其次,培养学生敢于质疑批判的勇气.利用本题分析引导学生给教材找茬、挑错,给学生树立挑战权威的榜样,培养学生敢于质疑权威的勇气.第三,教会学生批判质疑的方法.本题中将习题背景与初中所学知识和生活实际相结合,潜移默化中教会学生利用联系旧知识、联系生活实际等策略进行批判.

2.2 纠正学生错误培养逻辑思维

逻辑思维是人借助概念、判断、推理等思维形式能动地反映客观现实的理性认识过程.在认识事物的过程中,具有严密逻辑思维的人更能够看透事物的本质,更能够清晰表达所思所想.只有思维具有严密性,学生才能够进行合理的推理论证,才能够实现新课程标准中要求的“模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新”“问题、证据、解释、文流”等核心素养的培养.通过物理课程的学习,学生才会达到“具有建构模型的意识 and 能力;能运用科学思维方法,从定性和定量两个方面对相关问题进行科学推理、找出规律、形成结论;具有使用科学证据的意识和评估科学证据的能力,能运用证据对研究的问题进行描述、解释和预测”^[4].在推理论证、证据、解释、交流等过程中需要对信息进行辨别、区分、集中、选择、整合、概述、构造,可见培养逻辑思维本质上来讲是强化化学

生分析、综合能力,是对学生高阶思维的培养。

物理习题的解答讲究逻辑严密,思维连贯.学生在解答习题过程中会出现各种错误,挖掘这些错误的价值,引导学生纠正错误,可以很好地促进学生认真思考问题,实现对学生逻辑思维的培养.在纠正错误的过程中,需要梳理知识,理顺知识间的逻辑联系,并构建知识与问题情境间的联系,这些都需要教师与学生一起进行严密的逻辑推理,将学生带入到理性思考的轨道,促进学生思维更加严密,逻辑性更强.就本题而言,可以让学生先写出氡衰变的核反应方程: ${}_{86}^{222}\text{Rn}\rightarrow{}_{84}^{218}\text{Po}+{}_{2}^{4}\text{He}$,回忆 α 粒子的成分及特点,生成的新核具有哪些物理特性.衰变后产生的新核钋 218 会留在盘中,而粒子则离开盘,所以要从右盘取出的砝码质量为离开盘的粒子的质量.经过一个半衰期后产生 α 粒子为 1 mol,即为 4 g.学生在思考问题过程中,前后构建联系,理顺知识点间的联系,有理有据,科学论证,逻辑通畅才能得出正确结果.

2.3 剖析学生错因培养监控思维

《心理咨询师(基础心理学)》中关于思维监控的解释为:思维监控是指为了保证达到预期的目的,在思维的过程中将思维本身作为意识的对象,不断地对其进行积极主动的定向、控制和调解的能力.对思维进行自我监控是人整个思维结构的统帅,思维自我监控水平的高低对思维过程的效率和思维活动的结果会产生重要影响.培养学生的思维监控本质是培养学生的元认知能力,教会学生对自己的思维过程进行反思,让学生学会对自己解决问题过程进行监控.培养学生思维监控能力,需要学生明确思维的目的性,然后选择恰当的思维材料和思维策略,能对思维的结果作出评价并对思维活动进行调整和修正.新课标要求“对科学探究过程和结果进行交流、评估、反思的能力”,“具有交流的意愿与能力,能准确表述、评估和反思探究过程与结果”^[4].可见,培养学生的反思能力,即思维监控是物理教学任务.

利用学生在习题解答中的错误,引导学生分析错因,让学生反思解题过程,学会对思维过程进行监控.就本题中对学生的解答错误,可以给学生提出如下问题,帮助学生梳理知识点,并通过问题的思考促进学生对自己解题思维进行反思,实现监控思维的培养.

(1)粒子的符号如何书写?粒子质量数、电荷数

分别是多少?粒子有些什么特点?

(2)氡 222 摩尔质量是多少?经过一个半衰期后氡 222 还剩多少 mol?

(3)氡 222 经过一个半衰期后,生成物是什么?

(4)新的生成物还在托盘中吗?新的生成物有多少 mol?

经过上述问题的思考学生可以发现:氡 222 衰变后生成新核钋 218 和 α 粒子(氦核),钋 218 是一种银白色金属,而粒子则是高速粒子流,其速度为光速的 10%,生成的新核钋 218 留在盘中, α 粒子则离开托盘,分析问题没有考虑 α 粒子是高速运动的,这是错误的主要原因.通过上述问题的引导,学生很好地反思自己的思维过程,实现对思维的监控.

2.4 拓展习题错误培养创新思维

创新思维是指以比较新颖的、突破常规的思维方式分析问题,以超常规的方法解决问题.具有创新思维的人在解决问题时往往分析问题的视角比较独特、新颖,往往会产生比较独到、新奇的效果.在高中阶段物理课程肩负培养学生创新思维的重任,正如新课标在课程性质中所说“养成科学思维习惯,增强创新意识和实践能力”,也正如新课标凝练的科学思维核心素养中所述“基于事实证据和科学推理对不同观点和结论提出质疑批判,进行检验和修正,进而提出创造性见解的能力与品格”^[4].在物理教学中应该将创新思维的培养贯穿始终,才能达到“增强创新意识”和“提出创造性见解的能力与品格”的要求与目标.

对习题教学中的错误进行拓展可以激活学生思维,训练以独特的视角思考问题、解决问题,实现培养学生的创新思维.本题而言可从如下两个方面拓展.

(1)为了安全需要对氡和钋采取隔离防护措施,可以怎样操作?比如有学生讨论后认为将氡 222 放在铅盒中称量.当学生采取这一措施后,可以进一步拓展,追问如下:粒子能穿透铅盒吗?需要从右侧拿出多少克砝码?学生讨论后容易明白粒子不会穿透铅盒,不需要从右盘取出砝码.

(2)氡 222 发生衰变后产生的粒子速度较快,新核钋 218 有没有速度,是否需要考虑速度对称量的影响?经讨论学生易知,根据动量守恒产生的新核

(下转第 13 页)

参考文献

- 1 陈信义. 大学物理学教程[M]. 北京:清华大学出版社, 2005
- 2 张三慧. 大学物理学[M]. 北京:清华大学出版社, 2011
- 3 陈颖聪. 大学物理[M]. 北京:北京理工大学出版社, 2016
- 4 王惠临, 赵俊卿. Matlab在大学物理教学中的应用[J]. 山东建筑大学学报, 2009, 24(3):279~281
- 5 熊万杰. MATLAB用于大学物理教学[J]. 物理通报, 2004(2):16~19
- 6 罗志荣, 卢成健. MATLAB在大学物理教学中的应用实例[J]. 玉林师范学院学报, 2014(5):29~32
- 7 王清, 龚长青. MATLAB在“理论力学”教学中的应用[J]. 中国电力教育, 2011(9):200~201
- 8 黄忠霖, 黄京. MATLAB符号运算及其应用[M]. 北京:国防工业出版社, 2004
- 9 彭芳麟. 理论力学计算机模拟[M]. 北京:清华大学出版社, 2002

The Auxiliary Application on Matlab Software in University Physics Teaching

Xia Lili Zhao Jingxiang Ma Yuquan

(College of Science, Beijing Information Science and Technology University, Beijing 100192)

Abstract: Based on the analysis of (linear and nonlinear) harmonic oscillator, it shows how to integrate Matlab tools into the teaching process of university physics teaching. Use the symbol calculation and numerical simulation of Matlab, students can deal with basic physics problems. The visualization and simplicity of Matlab can aid in university physics teaching. These can encourage the students to use Matlab to solve physical problems and improve the overall efficiency and quality of university physics teaching.

Key words: university physics; Matlab language; symbol calculation; numerical simulation

(上接第9页)

钋 218 也具有速度, 由于发生反应的氦核较多, 生成物的初速度向各个方向都有, 对称量的影响互相抵消, 故而不需要考虑。

经过上述两个方面的拓展, 拓宽了学生的视野, 为学生从新颖的视角思考问题提供了示范, 有效培养学生的创新意识和创新思维。

3 结束语

物理是思维的艺术, 思维是物理的灵魂. 教学中要特别重视思维的培养, 重视提高学生的思维水平, 促进学生的思维进阶, 达到高阶思维水平. 学生具备了分析、评价、创造等特质的高阶思维能力, 才能够在思考问题时逻辑连贯、分析透彻、见解独到、视角新颖, 最终创造性地解决问题. 物理习题教学课时占比大、资源丰富, 教学中产生的错误也较多, 如何利用错误资源的价值, 事关物理习题教学的实效, 也关乎学生知识结构优化和思维水平的发展, 教师要树

立利用习题教学中错误的意识, 重视开发其价值. 对教材中的一些典型的有较高育人价值的错题, 教师可以跨版本借鉴使用, 比如学生使用粤教版教材, 可以借鉴人教、鲁科、沪科、教科版中的资源. 2019年教材改版习题配置发生了很大变化, 也可以根据学生实际借鉴旧版教材中的习题资源。

在习题教学中利用好错误资源的育人价值, 可以实现充分智育, 促进其余“四育”的发展, 更好落实立德树人根本任务。

参考文献

- 1 白孝忠. 基于项目学习培养学生高阶思维能力的研究[J]. 江苏教育研究, 2016(11B):45
- 2 保宗梯. 普通高中课程标准实验教科书物理选修3-5[M]. 广州:广东教育出版社, 2005. 97
- 3 彭前程. 义务教育教科书物理八年级上册[M]. 北京:人民教育出版社, 2012. 109
- 4 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017年版)[S]. 北京:人民教育出版社, 2018. 4~6