指向科学思维培养的初中物理单元复习课设计与实施

——以“从运动和相互作用的视角认识电与磁”主题为例

王 宇[1] 郭 芳[2]
(1. 北京市房山区长阳学校,北京 102401; 2. 北京市房山区教师进修学校,北京 102401)

摘 要: 科学思维的培养是在物理教学的设计与实施过程中,教师引导学生围绕具有挑战性的学习主题,以任务驱动、问题引导的方式,学生能够在全身心参与、体验成功的过程中获得的实践本领和发展能力.指向科学思维培养的初中物理复习课在实施中能够帮助学生对知识整体建构,促进学生对问题的分析、推理、论证的灵活运用,促使学生问题解决能力的养成.本文以课标、教材、学情共同分析确定主题“从运动和相互作用的视角认识电与磁”的单元复习教学为例,设计“讨论:电磁技术在磁悬浮列车上的应用”核心任务,帮助学生系统认识电和磁,培养和发展学生的科学思维能力.

关键词: 科学思维; 初中物理; 基于主题的复习课教学

《义务教育物理课程标准(2022 年版)》(以下简称物理新课标)提倡教师在教学过程中要立足于学生的全面发展,帮助学生从物理学视角认识自然、解决相关实际问题,初步形成物理观念;引导学生经历科学探究过程,学习科学研究方法,养成科学思维习惯,进而学会学习;引领学生认识科学、技术、社会、环境之间的关系,形成科学态度和正确价值观,增强社会责任感、民族自豪感.在单元复习学习中,学生对已经学过的知识新鲜感下降,参与热情低,若把整章碎片化的内容堆积,不分主次地搞题海战术,学生更会茫然无绪,面对新情境会不知所措.教师需要找到一条高效复习课的教学方案,帮助学生统筹、梳理知识网络,辨析概念规律间的联系与区别,能够运用知识解释现象、解决问题,在解决问题过程中质疑创新,发展科学思维.物理新课标中科学思维是指从物理学视角对客观事物的本质属性、内在规律及相互关系建构物理模型,并分析综合、推理论证,同时基于事实证据和科学推理对不同信息、观点和结论质疑和批判,予以检验和修正,进而提出创造性见解的品格与能力.本文以课标、教材、学情共同分析确定主题“从运动和相互作用的视角认识电与磁”单元复习教学为例,借助核心任务“讨论:电磁技术在磁悬浮列车上应用”帮助学生进行单元复习磁现象,并采用指向学生科学思维能力培养的教学设计与实施策略.

1 指向科学思维培养的单元复习课设计思路

科学思维是物理课程要培养的核心素养的核心,加深物理观念的理解,提高探究实践的水平,内化态度责任,使其更加理性化.在单元复习学习中,教师应基于科学思维培养的需要,结合物理新课标要求、教材内容要求、学生的基本情况,从物理学科核心素养内涵出发,确定单元复习学习主题,制订单元复习学习目标,并依据学习目标拟定学习活动流程及评价措施.

1.1 学习主题的确立及学习目标的制订

1.1.1 课标分析

物理新课标针对磁现象提出了明确的教学内容要求如表 1[初中物理课程标准中磁现象相关内容(2022 年版)],活动建议包括:观察生活中的一些日常用品,了解它们分别应用了物质的哪些物理属性;利用磁体和缝衣针制作指南针,验证同名磁极相互排斥、异名磁极相互吸引;查阅资料,了解我国磁悬浮列车的发展状况,讨论电磁技术在其中的应用.新课标中“实验探究”主题、“跨学科实践”主题,突出物理课程的实践性特点.在单元复习教学设计中,应注重实验探究环节的设计,遵循学生的认知发展规律,体现出科学思维及科学探究能力的培养过程.同时物理新课标从核心素养的 4 个方面提出了学业要求和学业质量要求.

表 1 初中物理课程标准中磁现象相关内容(2022 年版)

一级主题	二级主题	内容要求
物质	物质的属性	通过实验,了解物质的一些物理属性,如弹性、磁性、导电性和导热性等,能用语言、文字或图表描述物质的物理属性

中国知网 https://www.cnki.net

续表

一级主题	二级主题	内容要求
运动和相互作用	电与磁	通过实验认识磁场.知道地磁场
		通过实验,了解电流周围存在磁场.探究并了解通电螺线管外部磁场的方向.了解电磁铁在生产生活中的应用
		通过实验,了解通电导线在磁场中会受到力的作用,并知道力的方向与哪些因素有关
		探究并了解导体在磁场中运动时产生感应电流的条件.了解电磁感应在生产、生活中的应用
能量	电磁能	从能量转化的角度认识电源和用电器的作用
实验探究	探究类学生必做实验	探究通电螺线管外部磁场的方向
		探究导体在磁场中运动时产生感应电流的条件
跨学科实践	物理学与日常生活	能发现日常生活中与物理学有关的问题,提出解决方案
	物理学与工程实践	了解物理学在信息技术中的应用
	物理学与社会发展	了解我国科技发展的成就,增强科技强国的责任感和使命感

1.1.2　教学内容分析

北师大版教材第 12 章“磁现象”共 7 节内容,各节内容逻辑关系如图 1(磁现象整章知识结构图)所示.

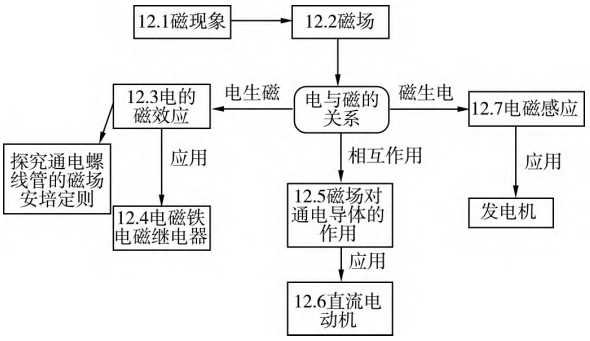


图 1　磁现象整章知识结构图

1.1.3　学情分析

学生在知识方面,磁现象学生在小学的科学课上已经有了初步的认识,对磁体具有吸铁性、能指南北,磁极间相互作用规律都知道;在八年级学习重力和九年级学习电荷间的相互作用时,学生对场有初步的认识;在学习光线时对理想模型法也有初步的了解.在能力方面,九年级学生的认知发展水平处于由具体运算向形式运算过渡的阶段,是逐步形成逻辑思维、抽象概括能力的重要阶段.在教学中要注重引导学生对问题的抽象概括,能识别不同情境中问题的本质特征,利用物理模型、物理规律及程序性知识分析问题,会控制变量、归纳等学习方法.

通过本单元的复习,学生应掌握的认知发展点,在知识方面:学生知道磁场、磁极间的相互作用、影响电磁铁磁性强弱的因素、磁场对通电导体的作用、电动机、发电机等知识内容.在能力方面:应进一步培养学生利用科学实验解决问题的科学思维,用问题及任务的设置代替教师的演示,促进学生的思考,提升学生的自主探究能力,以达到对物理知识综合应用乃至迁移创新的物理学科能力层级;应具备模型建构能力、质疑创新能力、推理论证能力、解释交流能力.

因此学生在学习过程中会遇到的思维障碍点,包括学生在学过电与磁的知识之后,感觉到概念比较多又容易混淆,这部分知识新课标要求不是很高,但基础知识要求学生能够掌握,还要求学生学会一些基本规律和方法.不容易区分的概念:电流的磁场、电磁感应等概念辨析;电动机和发电机原理区分等.

1.1.4　学习主题的确定

依据新课标要求、教学内容知识结构以及学情分析,确定以“从运动相互作用的视角认识电与磁”为单元复习课的主题,该主题可以全面涵盖新课标中对电磁现象的各项要求.同时笔者选取磁悬浮列车为情境载体,最终确立驱动性任务即讨论电磁技术在磁悬浮列车上的应用.利用磁悬浮列车的工作模型,遵循“现象—本质、规律—应用”的思维主线,以任务驱动、问题引领的形式,引导学生小组合作探究,独自归纳总结,完善从运动和相互作用的视角认识电和磁的知识网络,深入思考、分析电与磁之间的关系;将建构模型的思维方法,转化迁移到磁悬浮列车工作的情境当中,学生能从本质上分析、推理、论证、解释原理,并能体会物理知识在生产生活中应用的价值和意义.

1.1.5　学习目标的制订

以课程标准、教材核心内容为依据,以促进核心素养发展为目标,紧密结合学生基本情况,确定“从运动和相互作用的视角认识电与磁”单元复习课的学习目标如图 2(基于物理学科核心素养的学习目标)所示.

中国知网 https://www.cnki.net

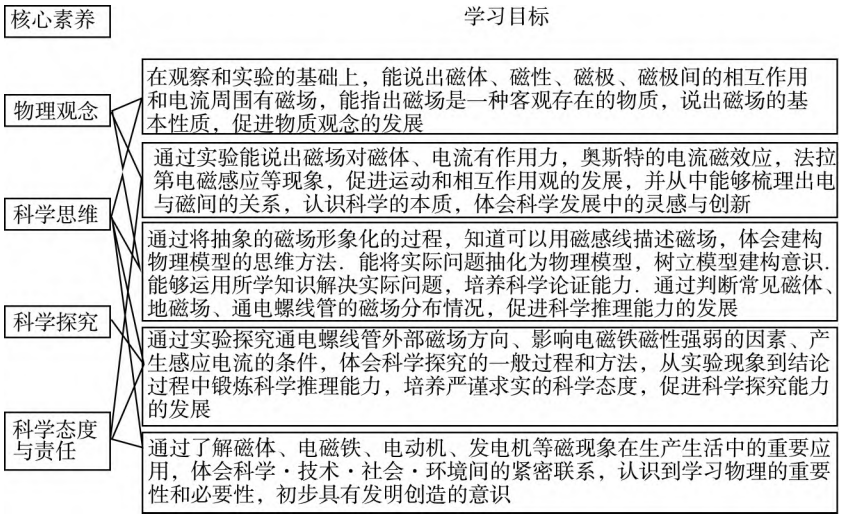


图 2　基于物理学科核心素养的学习目标

1.2　学习活动流程的设计和学习评价的设计

在设计“从运动和相互作用的视角认识电与磁”单元复习教学时，教师基于科学思维的培养，根据单元复习学习目标，以“讨论：电磁技术在磁悬浮列车中应用”为核心任务，课前布置完成本单元的思维导图，初步构建本单元的知识结构，课中设置了“让列车悬浮起来”“让磁悬浮列车悬浮和落地能够随时切换”“让磁浮列车运动起来”“能量回收”4 个子任务，完善电与磁的整体知识体系，学生学习活动具体框架如图 3（从运动和相互作用的视角认识电和磁的学习活动框架）所示．同时针对活动的完成情况和学习目标的达成情况设计过程性评价和结果性评价，树立建模意识，培养科学推理论证，强化创新意识．

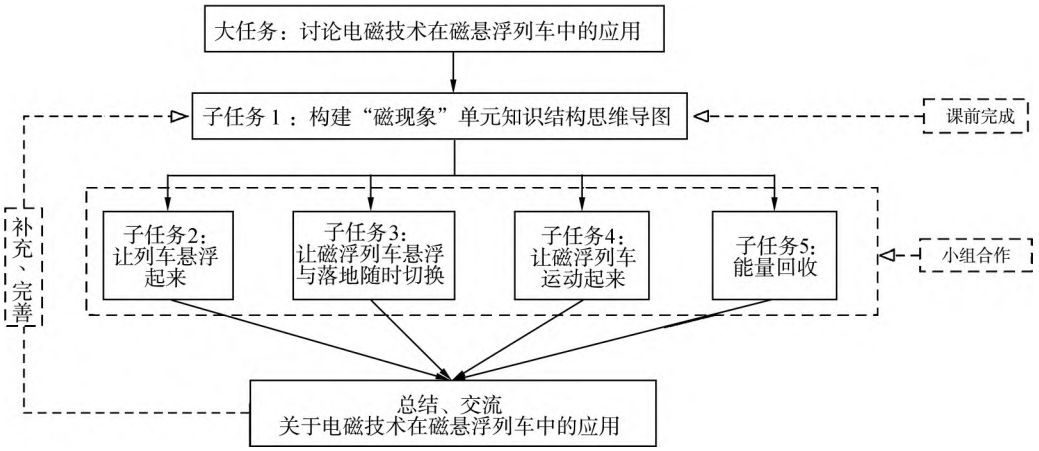


图 3　从运动和相互作用的视角认识电与磁的学习活动框架

2　指向科学思维培养的单元复习课实施策略

根据指向科学思维培养的单元复习课教学设计思路，使单元复习内容更具有主题性、情境性、针对性、系统性、关联性和迁移性，避免了传统复习课教学中知识点的分散性学习和机械练习随意性学习，有利于物理知识结构在学生头脑中竖成串、横成链，形成网络，进一步培养科学思维能力、提高分析和解决问题的能力，提高学生学习效率．教师基于学习目标，以物理设计、高科技产品为载体围绕学科知识设计任务驱动和问题链，根据构建的单元教学活动流程有效实施教学活动．

2.1　以主题为线索，采用任务驱动策略，提升模型建构能力

如表 2（“从运动和相互作用的视角认识电与磁”的任务与模型建构对应表）所示，以从运动和相互作用的视角认识电与磁为主题，通过任务驱动，构建电与磁相关实验的模型，可以将生活情境转化为物理学科知识或是实验的模型，使解决问

中国知网 https://www.cnki.net

题的方法更具体、更直接，通过磁悬浮列车为载体打通并建立知识之间的联系，突破学生概念繁多的思维障碍点，使原本零散、碎片的物理知识变得更为清晰具体形成体系.

表 2　“从运动和相互作用的视角认识电和磁”的任务与模型建构对应表

学习任务	模型建构	复习内容	思想方法
任务 1“让列车悬浮起来”	回顾交流磁极间的相互作用的模型	磁现象的基本概念	掌握把实际问题转化成模型的方法；在新情境中熟练调用已有知识和方法解决问题
任务 2“让磁浮列车悬浮和落地能够随时切换”	回顾交流磁生电的实验模型	奥斯特实验、探究通电螺线管的磁场分布实验、电磁铁的实验	
任务 3“让磁浮列车运动起来”	回顾交流磁场对通电导体有力的作用的实验模型	磁场对通电导体有力的作用、通电导体在磁场中受到力的方向与磁场方向和电流方向有关	
任务 4“能量回收”	回顾交流探究产生感应电路的条件的实验模型	产生感应电流的条件、电磁感应在生产生活中的应用	

2.2　运用问题链策略，重视推理过程，提升逻辑思维能力

物理新课标在“课程实施”中提倡问题教学，在复习课中，教师应基于学习目标，设计逻辑严谨的问题链，充分挖掘真实情境与物理知识之间的联系运用实验等资源载体，凸显探究行为，培养科学思维；同时帮助学生养成良好的思维习惯，做到概念清楚、研究对象明确、思维有逻辑、结论有依据.以任务 2 为例.

问题 1：运用什么知识可以实现让磁浮列车悬浮和落地能够随时切换？

问题 2：奥斯特实验说明了什么？

问题 3：如何进一步使电流的磁场增强？

问题 4：影响电磁铁磁性强弱的因素是什么？

这 4 个问题围绕增强磁场层层递进，但又都属于电生磁的一个整体，基于子任务的问题链创设遵循知识间的内在关联性，帮助学生感知、提取和演绎其中的内在联系，逐步提升学生的推理能力和逻辑思维能力.

2.3　依托实验过程，强化证据意识，发展科学论证能力

实验是物理学科的灵魂，复习课同样要开展实验探究，不仅可以提升学生的科学探究能力，而且还可以检验学生科学思维的发展水平.在任务驱动过程中，学生用已有知识设计方案并正确实施方案，强化学生的证据意识，发展学生的科学论证能力.

学生小组合作利用两个环形磁体模拟完成任务 1 使列车悬浮起来，如图 4（学生完成悬浮做法）所示，通过直观的现象表达自己的观点，即磁浮列车能悬浮起来是利用磁极间的相互作用.至于判断环形磁体的磁极，学生的做法 1，利用磁体南北极的定义进行论证，即将环形磁体吸在一根针并一起放在能自由转动的薄塑料上再置于水表面如图 5（判断磁极学生做法 1）所示.或是将环形磁体用绳子自由悬挂，如图 6（判断磁极学生做法 2）所示，环形磁体静止时，指南的叫南极，指北的叫北极.学生做法 2，利用磁极间的相互作用，将条形磁体的 N 极靠近环形磁体一端，吸引为 S 极，排斥为 N 极.学生能够使用简单和直接的证据表达自己的观点.



图 4　学生完成悬浮做法

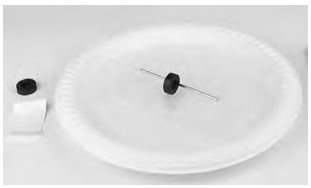


图 5　判断磁极学生做法 1

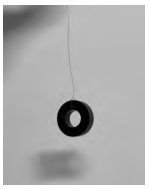


图 6　判断磁极学生做法 2

在任务 2 中，学生利用铁屑和小磁针探究通电螺线管的磁场分布，能够通过直观的实验现象表达自己的观点；在探究影响电磁铁的磁性强弱的因素实验中，学生能够通过数据归纳出实验结论；同时在模拟完成任务 2 让磁浮列车悬浮和落地能够随时切换时如图 7（学生使用电磁铁完成实验任务）所示，学生能够恰当运用证据解决实际问题，例如有的组环形磁体悬不起来，首先想到的是电磁铁是否通电流、是否有磁性；再考虑是否是电磁铁产生的磁场与环形磁体的磁场相反，发生异名磁极相互吸引而使环形磁体不能悬浮，这时候学生想到的是将环形磁体调换方向，也有的学生会利用通电螺线管的磁场方向与电流方向有关，即改变电磁体的电流方向就能改变电磁铁的磁场方向，使其方向与环形磁体方向一致，利用同名磁极相互排斥而使环形磁体悬浮起来；在此基础上有的组环形磁体仍然悬不起来，通过对环形磁体受力分析可知，环形磁体受到电磁铁

中国知网 https://www.cnki.net

对它的磁力太小,即电磁铁的磁场太弱,利用影响电磁铁磁性强弱的因素,增大电流大小、增加线圈匝数都可以增强电磁铁的磁场强度,学生能够考虑证据的可靠性,合理使用证据.

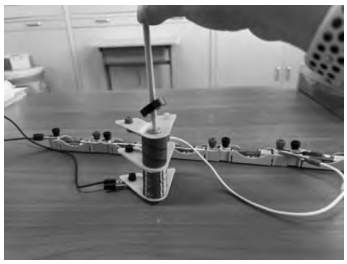


图 7 学生使用电磁铁完成实验任务

在任务 3 中,学生能够利用磁场对通电导体有力的作用证明磁浮列车运动的工作原理,在实际生活中,列车由 A 地区抵达 B 地区之后,还会折返,学生通过生活经验,知道列车两端都有车头,那么如何实现不转车头直接折返呢?学生会利用通电线圈在磁场中的受力方向与电流方向和磁场方向有关的实验,验证磁悬浮列车的运动方向的改变,学生通过实验,能够恰当使用证据证明自己的观点.

在任务 4 中,联系生活实际磁悬浮列车运动过程中会产生大量的机械能,从能量可持续发展的角度出发,磁悬浮列车中的制动装置一方面可以控制车速,另一方面可以将机械能有效回收,引发学生思考:如果你是工程师,会运用什么原理实现能量回收?学生会结合列车身上的线圈以及铁轨上的磁场,利用导体在磁场中运动时产生感应电流的条件的实验进行解释说明磁悬浮列车在运动过程中能够将机械能转化为电能并回馈于电网.

学生根据任务要求,结合已有知识,通过动手实验,观察实验现象进行实验验证,解释现象,通过分析,加深对已有知识、规律的认识理解,同时在大胆表达自己的观点时适时引证,在探究中培养科学思维.

2.4 借助评价环节,倡导质疑创新,渗透批判性思维能力培养

在单元复习学习评价中,根据学习任务的完成情况以及学习目标的达成情况设计过程性评价和结果性评价,不仅能促进学生对学科知识的深度理解,而且还有利于学生培养科学思维,如表 3(物理学科核心素养学习评价内容框架——科学思维框架)所示.

学生在对实验探究部分进行评价时,对应表 3 质疑创新部分,学生结合已有知识和生活经验都有自己的想法,能对他人观点提出有依据的问题,从不同视角分析问题,采用不同方法解决问题,能从多个维度判断检查结论的可靠性,同时有些问题解决颇具新颖性,整个解释交流评价的过程充分调动了学生的质疑创新的科学思维.

表 3 物理学科核心素养学习评价内容框架——科学思维框架

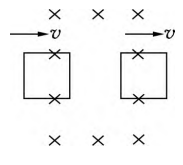
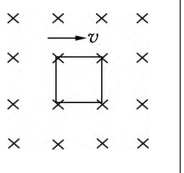
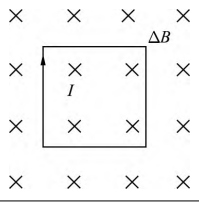
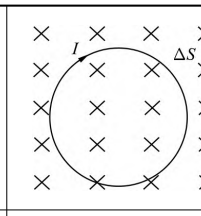
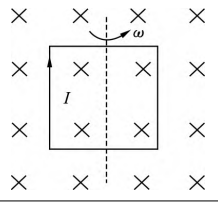
评价维度		评价指标描述	水平发展等级					评定等级
			A	B	C	D	E	
科学思维	物理模型	能将实际现象转化为电与磁的相关模型	知道	将熟悉现象转化	将熟悉现象恰当地转化	将实际问题转化	将复杂的实际问题转化	
	科学推理	能在生活现象中对问题进行分析推理,获得正确结论并作出解释	知道	简单问题推理	常见问题	综合	新情境问题	
	科学论证	在实验中能合理分析证据	能区分证据与结论	简单利用证据证明结论	利用证据证明自己的结论	利用证据证明物理结论	合理利用证据	
	质疑创新	在实验设计方案中能提出自己的见解 在实践应用中,树立质疑创新的能力	知道	具有质疑意识	能提出疑问	合理质疑	多角度审视	

例如在完成任务 2 时,发现异名磁极相互吸引而使环形磁体不能悬浮时,有的学生想到的是将环形磁体调换方向,但是有一些学生会提出疑问:列车本身是不能上下调换的.进而提出最优方案:利用通电螺线管的磁场方向与电流方向有关的知识点,改变电磁体的电流方向就能改变电磁铁的磁场方向,使其方向与环形磁体方向一致,利用同名磁极相互排斥而使环形磁体悬浮起来.有的小组因电磁铁的磁场太弱使环形磁体不能悬浮时,有的学生会提出疑问,现实 (下转第 47 页)

中国知网 https://www.cnki.net

2.5 学生完成实验后，填写表 1 内容

表 1 探究感应电流的产生与磁场强弱 B、线圈在垂直磁场方向上有效面积 S 的关系

实验示意图					
实验过程	B 不变，S 变化	B 不变，S 不变	B 变化，S 不变	B 不变，S 变化	B 不变，S 变化
实验现象	产生感应电流	不产生感应电流	产生感应电流	产生感应电流	产生感应电流
实验结论	闭合电路中，B 或者 S 变化可以产生感应电流				
实验本质	闭合电路中，磁通量（$\Phi=BS$）变化才能产生感应电流				

3 结束语

利用 DIS 创新实验教具深入探究感应电流的产生条件，有效弥补了传统实验器材的不足，大幅提升了实验效率.此举使学生得以专注于分析实验现象，进而归纳出产生感应电流的真正原因.DIS 传感器详细记录了实验过程中电流的数据，为学生后续学习奠基础.创新实验教具在物理教学中扮演着举足轻重的角色，它们不仅能够激发学生的学习兴趣，还有助于学生更深入地理解和掌握物理知识，进而培养他们的科学探究能力和科学思维.因此，我们鼓励教师在教学中积极推广使用这些创新教具，充分发挥其独特优势，为学生提供更优质的物理学习环境，为培养具备创新精神和实践能力的人才贡献一份力量.

参考文献：

1 何述平，崔娜.利用创新教具提升学生的科学思维——以“探究感应电流产生的条件”为例[J].湖南中学物理，2023，38(2)：55－58.
2 鹏伟，同华杰.基于发展学生物理学科核心素养的教学设计——以“探究感应电流的产生条件”为例[J].中学物理教学参考，2019，48(19)：30－33.
3 秦付平，陈敬华.利用可乐瓶自制装置巧做演示实验[J].物理教学探讨，2013，31(1)：62－63.
4 李韵.自制教具探究“产生感应电流的条件”[J].物理教师，2018，39(3)：38－39，47.

（收稿日期：2024－01－12）

（上接第 43 页）

生活中的电磁铁线圈不容易随意改变，进而磁悬浮列车应该是通过改变电流大小来改变电磁铁的磁场强弱.学生在评价过程中提出疑问，并对实验装置进行改造创新.

再例如有的学生提出在电磁铁上再加一个磁体，使二者的磁场叠加进而增加对环形磁体的磁力，使其悬浮.学生能够根据已有知识结合生活经验对同伴的方案提出疑问和改进，培养批判性思维.

有效的单元复习课设计思路围绕一个主题循序渐进地展开，根据学习目标设计挑战性任务，设计有针对性的学习活动及评价手段，完善学生的认知结构，旨在培养学生的科学思维.在实施单元复习课阶段，学生始终围绕任务以问题引导的方式展开探究学习，学生主动思考、完善并建立知识间的联系，学生在对真实情境问题的分析过程中，需要经历模型建构、规律总结或应用，科学推理、科学论证等过程，在得到结果后，还应对结果的信度与真实性进行验证，培养学生质疑创新的能力，促进核心素养的全面发展.

参考文献：

1 中华人民共和国教育部.义务教育物理课程标准(2022年版)[M].北京：北京师范大学出版社，2022.
2 (瑞士)皮亚杰.发生认识论原理[M].王宪钿译.北京：商务印书馆，1981.
3 陈晨，陈立其，陆建隆.初中物理教学渗透物理思想教育的内容选择与实践探索[J].物理教学，2019(2)：46－49.
4 郭玉英，张玉峰，姚建欣.物理学科能力及其表现研究[J].教育学报，2016，12(4)：57－63.
5 北京教育科学研究院.义务教育教科书物理九年级(全一册)[M].北京：北京师范大学出版社，2023.
6 许帮正.“知”“行”合一：初中物理探究教学实践路径——以“机械运动和力”单元学习为例[J].物理教师，2022(10)：37－40，45.
7 李丁，刘健智.大概念引领下的大单元教学实施策略[J].物理教师，2023(8)：41－45.
8 姜静，徐雯.对义务教育“速度”单元教材知识结构的研究及教学建议[J].物理教师，2020(3)：22－25.

（收稿日期：2024－03－29）

中国知网 https://www.cnki.net