

中华人民共和国教育部主管
国家学术期刊
全国中文核心期刊

ISSN 1002-218X

陕西师范大学主办

中学物理教学参考

TEACHING REFERENCE
OF MIDDLE SCHOOL PHYSICS

科学性

知识性

实用性

先导性



网址 www.zhongwucan.com
电子信箱 phyref21@163.com

ISSN 1002-218X



封面人物 周长春

2020

12
上旬

中学物理教学参考

ZHONGXUE WULI JIAOXUE CANKAO

1972年创刊



2020年第12期(上旬·高初中)
总第502期

目录

主管 中华人民共和国教育部
主办 陕西师范大学
出版 陕西师范大学物理学与信息技术学院
陕西师范大学出版总社

陕西师范大学出版总社
董事长兼社长 刘东风
期刊编辑委员会
主任 魏立安
副主任 康维铎

中学物理教学参考编委会
主任 李争光
编委 丁加旗 马骏 叶晓军 李友安
许勤 张颖 周中森 林秋华
姚向龙 高翔 新建设 窦兴明

中学物理教学参考编辑部
主编 李争光
副主编 郭晓丹
责任编辑 杨博闻
责任校对 刘富民
编辑部电话 029-85308684
网址 www.zhongwucan.com
地址 陕西省西安市长安南路199号
陕西师范大学校内
邮编 710062
排版 陕西金德佳印务有限公司微机室
印刷 西安创维印务有限公司
订 阅 全国各地邮电局
国内发行 中国邮政集团公司陕西省报刊发行局
海外总发行 中国国际图书贸易集团有限公司
国际标准连续出版物号 ISSN 1002-218X
国内统一连续出版物号 CN 61-1033/G4
国内邮发代号 52-31
海外发行代号 M4266
定 价 15.00元
广告经营许可证 6100004000031
广告部电话 029-85303913
出版日期 2020年12月10日

前沿导航

◎课改在线

1 核心素养下物理观念的构建

——以“运动与相互作用观念”的教学为例

刘健智 程 婷

5 证据课堂:证据物理的十年探索

张世成

9 指向核心素养的高中物理主题课程教学实践探索

——以“探秘宇宙”主题为例

窦 月 李贵安 渠雷雷

13 指向科学思维培育 构建高效物理课堂

——以“传感器及其工作原理”的教学为例 尹庆丰

教学时空

◎教法学法

18 利用仿真物理实验室演示动态过程

——以两则探究变化规律的教学片断为例

王汉权 常 琳

22 创设体验情境 引入概念教学

蔡 钊 陈信余

25 物理模型思维的缺失与重建

——以无穷时问题的教学反思为例 刘大明 江秀梅

目录

◎ 问题争鸣

- 30 2020 年高考新课标卷Ⅱ第 22 题误差产生的原因探讨

许文

◎ 教学设计

- 32 关于“静电场”的单元教学设计 周栋梁 唐维四

- 39 基于支架式教学的任务设计
——以“探究光的反射规律”为例 邓晓敏

课程资源

◎ 实验研究

- 43 运用发明方法研发物理实验仪器的案例举隅
孙晓兵 石尧

- 45 电磁继电器的创新制作及其教学策略研究 彭妙

- 48 指向科学思维的平面镜成像实验改进 蒋炜波

考试评价

◎ 试题研究

- 51 浅谈高考物理情境类试题中的模型转换 陈金忠

- 55 以数形结合为方法 以光线设计为主线
——从命制路径和解题策略谈高考物理几何光学试题
李进

◎ 中考速递

- 60 串线复习电学实验 促进思维品质提升 魏欢欢

- 64 实验类题目的问题设置应遵循实验现象
——以“F”光源经凸透镜成像为例 李琴 吴彬彬

- 67 《中学物理教学参考》2020 年第 1—12 期总目次 本刊编辑部

敬告读者

本刊没有委托任何单位或个人进行征稿及收费事项,本刊财务部为唯一收款单位,任何以本刊名义征稿及收款者均为非法行为,请广大读者切勿上当受骗。

投稿须知

本刊上旬、中旬、下旬的刊名、刊号、开本均一致,并在中国知网全文展示。作者投稿时请务必在稿件后注明电话、地址、邮编、电子信箱等联系方式,以便通联。投寄本刊的稿件,请在两个月内勿投他刊。

投稿方式

1. 在线投稿网址

www.zhongwucan.com

请先注册个人账户,然后点击“在线投稿”,选择相应的栏目进行投稿。

2. 电子邮箱

phycfe21@163.com(上旬)

phycfe207@163.com(中旬)

XWL551@163.com(下旬)

版权声明

本刊已许可中国知网、万方数据、维普资讯以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。所有署名作者向本刊提交文章发表之行为视为同意上述声明。如有异议,请在投稿时说明,本刊将按作者说明处理。凡投我刊稿件,一经刊用,即视为作者同意授予我刊该作品的修改权和专有使用权(包括复制权和信息网络传播权等)。任何单位和个人如需转载,请与我刊联系并注明出处。

☆投寄本刊的稿件,作者文责自负,一经发现抄袭和侵犯他人版权等行为,将依据有关规定严肃处理,并在本刊点名批评。



陕西师范大学
出版总社微信



中学物理教学参考
微信公众号

指向科学思维培育 构建高效物理课堂*

——以“传感器及其工作原理”的教学为例

尹庆丰^{1,2}

(1.常州市武进区教师发展中心 江苏常州 213164;2.常州市武进区礼嘉中学 江苏常州 213176)

文章编号:1002-218X(2020)12-0013-02

中图分类号:G632.4

文献标识码:A

摘要:以具体教学内容为依托,分析了以培育学生科学思维为导向的高中物理课堂教学设计方法,并针对科学思维要素进行了课后反思;旨在引领教师进一步理解科学思维,并将思维型教学有效付诸实践,促进学生科学思维能力的提升。

关键词:科学思维;传感器;教学设计;物理学科核心素养

一、引言

物理学是自然科学领域的一门基础学科,其基本特征是观察、实验与科学思维的融合。实验事实、科学思维与数学方法是物理学内容的三个基本要素,科学家基于实验事实,借助科学思维形成物理概念与规律;同样,科学家也是借助科学思维才促进了概念与规律的延伸应用。科学思维是物理学的灵魂,科学思维的习惯、科学思维的方法,是可以让每一个人终身得益的宝贵财富。

高中物理课程旨在落实立德树人的根本任务,提升学生的物理学科核心素养。物理学科核心素养主要包括物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任四个方面。物理知识是形成物理观念的基础,在知识的意义建构、提炼和升华,以及形成物理观念的过程中都离不开科学思维;在科学探究的过程中,正确的科学思维是提出问题、进行猜想和假设、得出结论的必备要素。同样,人们只有经过客观全面的理性思维,才能养成科学的态度,具备有责任、有担当的意识。因此,科学思维是物理学科核心素养的核心内容,培养学生的科学思维是物理教学的重要目标。

在物理课堂教学中,科学思维贯穿教学活动的始终,无论是对物理现象的观察、数据的测量、模型

的建构、概念的形成、规律和理论的建立,还是应用概念与规律解决实际问题,都离不开科学思维的参与。科学思维活动是课堂教学的核心活动,物理教学的任务是学生科学思维的培养与提升。

二、基于培育学生科学思维的教学设计

将科学思维的培育融入课堂教学中,可称之为“思维型教学”。思维型教学一般应包括创设情境、提出问题、自主探究、总结反思、应用迁移等环节。通过这一系列的流程,先激发学生的学习动机,然后引发学生的认知冲突,最终实现学生自主构建新认知的教学目标。下面以“传感器及其工作原理”的教学为例,说明如何将科学思维的四要素融入思维型教学过程中,实现科学思维的培育。

1. 创设情境,导入新课

通过让学生观看“人工智能技术的应用”视频,如图1所示,使学生简单快速地了解人工智能技术的广泛用途,意识到未来已来,了解人工智能技术会对人类的生活产生积极影响。



图1 人工智能技术的应用

* 基金项目:1.江苏省中小学教学研究第十三期立项课题“运用‘混合式教学’理念创新高中物理教学模式的实践研究”阶段性研究成果(课题号:2019JK13-L101);2.教育部基础教育课程教材发展中心“中小学教材使用跟踪监测与质量提升项目”课题“基于学科核心素养的高中物理教材二次开发的教学设计研究”阶段性研究成果(课题号:JC20190208);3.江苏省教育科学“十三五”规划2020年度重点资助课题“基于物理实验创新设计的课堂重构策略研究”研究成果(课题号:B-a/2020/02/09)。

设计意图 一节课的导入成功与否,直接影响着这节课的教学效果好坏。教材通过设置干簧管控制电路的通断实验来引入传感器的概念。然而,干簧管对学生而言是陌生的,用干簧管来引入学生也不是很熟悉的传感器概念,显然不是明智之举。而通过人工智能技术视频导入,为学生创设了具体的情境,给他们带来了强烈的感官冲击,用直观的视频和画面为学生提供直观感受,可以达到事半功倍的效果。

科学思维要素 通过创设情境,给出感知材料,形成表象,激发学生去观察与思考,调动其思维的积极性,有效培养学生思维的深刻性。此环节包含了科学思维方法的形象思维和直觉思维,可以提升学生的创造性思维能力。

2. 提出问题,启发思维

师 如图2所示,中科大智能机器人“佳佳”能够模拟人类的各种感受与应急反应。请同学们思考:机器人(包括人类及动物)是如何感知外界信息(或信号)的?

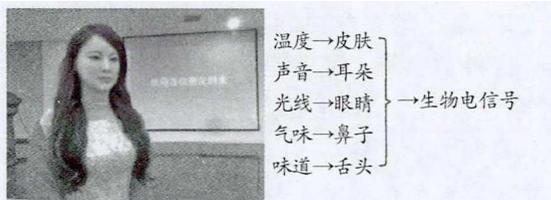


图2 智能机器人佳佳

生 机器人和人类一样有各种感受器官,能够感受到各种不同类型的信号并做出反应。

师 请大家举例说明,你在生活中见到过的可能应用到传感器的事例。

生 电子监控、连廊自控灯、红外温度计……

师 在生活中,传感器的应用范围其实非常广(图片展示传感器的应用实例)。

师 常规传感器有哪些,它的工作原理是什么?——这就是我们今天需要学习的内容。

设计意图 以智能机器人为对象引入课题,抓住本节课的主要问题,建立传感器的概念;又通过图片展示,让学生进一步发现生活中的传感器,将抽象的概念具体化。整个环节通过问题的提出,一步一步引出课堂主题。

科学思维要素 这个过程渗透了科学思维中模型建构要素的培育。部分教师认为,模型建构应该是指质点、点电荷、匀强电场等概念,从客观对象

抽象出来理想模型的建构过程,这个理解是正确的,但不够全面。模型建构的目的是揭示客观对象的本质与规律,因此,从广义的角度来说,通过创设情境,学生能够从教师给出的感知材料中进行抽象的概括,或进行表象的总结,也可以是概念的建立,诸如此类的思维过程,都可以称为模型建构。这节课的主题进入环节就成功地让学生建构了传感器的概念模型,从具体到抽象,实现了科学思维培育的教学目标。

3. 自主探究,认识传感器

(1) 认识传感器 1: 光敏电阻

师 城市公共道路上的路灯是人工控制的还是自动控制的,是如何实现的?

生 通过传感器进行自动控制的。

师 可能是通过检测(感知)什么信号(信息)来控制的呢?

生 周围环境的亮暗程度。

师 这个调节过程中,一种“光敏电阻”的元件就扮演着非常重要的角色。所谓光敏电阻,就是一种半导体,它在光照强度发生变化时,导电能力发生变化,可以实现信号的转换与控制。

【实验探究】 学生分组,了解光强变化对光敏电阻导电能力的具体影响,即光强变化,光敏电阻的阻值如何变化?(电路如图3所示)

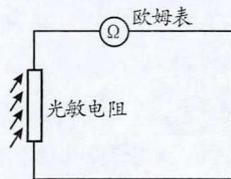


图3 探究光敏电阻特性电路

生 通过实验测量发现,光照越强,电阻越小,光照越弱(暗),电阻越大。

师 请大家讨论分析城市中的路灯,利用光敏电阻自动控制的可能方案。

学生按照分组,展开组内及组间的热烈讨论,各抒己见。

生 利用光敏电阻和电磁继电器能够实现简单的电路控制,电路如图4所示。

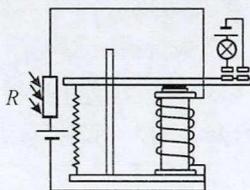


图4 光电传感器原理

【实验验证】 周围光线变暗时,光敏电阻阻值变

大,继电器电流变小而断路,路灯开关被闭合而发光;白天光线变强时,电阻变小,继电器电流变大而吸引单杠,路灯开关断开。

师 下面我们思考居民住宅楼道里的灯,是如何实现自动控制的?

生 通过声光控制。如图5所示,住宅或办公楼道自动控制连廊灯,在光敏电阻与声控元件共同作用下实现自动控制——有声响时,白天灯不发光而晚上可以发光;或者是红外感应与光敏元件同时控制。

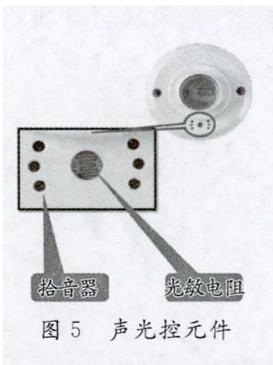


图5 声光控元件

(2)认识传感器2:金属热电阻与热敏电阻

师 在“电流”单元的学习中,由小灯泡的伏安特性曲线,知道了金属钨丝的电阻随温度的变化而变化。请问灯泡的温度升高时,电阻是如何变化的?

生 温度升高,电阻增大。

师 金属热电阻能够将什么量转化为什么量?

生 可以将温度信号转换为电阻信号。

师 金属热电阻的优点是随温度几乎呈线性变化,故可以制作成温度计;缺点是温度变化范围大,灵敏度差。事实上,还有一种元件,它就是“热敏电阻”。

【实验探究】学生分组实验,了解温度变化对热敏电阻导电能力的具体影响,即温度变化;了解热敏电阻的阻值如何变化。实验电路如图6(a)所示,测量数据记录如图6(b)所示。

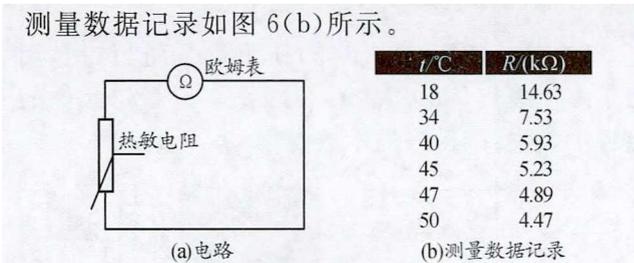


图6 探究热敏电阻的特性

生 温度升高,电阻减小;温度降低,电阻增大。

师 与金属热电阻相比,热敏电阻有什么特点?

生 测温范围小,灵敏度高。

师 请大家解释一下火灾报警器的工作原理,

电路如图7所示。

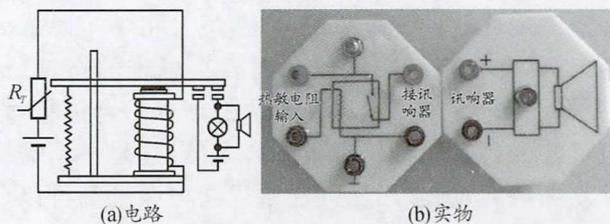


图7 火灾报警器

生 温控报警,即当遇到火情时,环境温度升高,热敏电阻 R_T 变小,继电器电流变大,从而使报警电路接通工作。

师 类似的,在空调、冰箱、电饭煲等电器中,也存在相应的温控元件,当温度达到设定温度后,电路停止工作或调整到另一个工作状态。

设计意图 在这一环节中,主要通过分组实验让学生亲历思考和自主探究的过程,进一步直观、形象地认识传感器,以及传感器是怎样把非电学量转换成电学量的;然后对传感器的工作原理进行归纳概括,实现传感器的具体应用,并拓展其应用范围。

科学思维要素 这一环节中涉及大量的对生活现象的分析综合、归纳概括与科学推理,学生在尝试提出主张、与同伴辩论、使用证据支持或反驳的过程中,直接体现了科学思维中科学推理能力要素的培育和发展。杜威认为,最好的课堂应注重从形式思维向实质思维的转变。思维产生于实际问题的解决之中,要经历五个思维步骤,在科学推理环节中的具体实施如表1所示。

表1 科学思维培育过程(以光敏电阻为例)

序号	思维步骤	具体实施
1	要提供真实的经验情境	城市道路公共路灯
2	引导学生在真实情境中产生问题	如何实现公共路灯的自动控制
3	通过思维活动搜集材料,提出解决问题的各种设想	进行实验探究,了解光敏电阻阻值随光强的变化,提出各种设想
4	推断和验证哪个设想能最有效解决问题	将光敏电阻和继电器相结合,可以实现简单的控制电路
5	用实际行动检验假设	实验验证,拓展应用声光控

从表1中可以看出,在科学推理过程中能够很好地实现杜威的五个思维步骤,适合将学生思维的动力(好奇心和解决问题的需要)、思维的态度(虚心、专心和责任心)和思维方法的培养融合进行,取得很好的科学思维培育效果。当然,这是一个需要反复训练的过程,不同的课堂或同一课堂都可以反复训练,从而提高思维训练的实效性。基于此,笔者在认识传感器的过程中采用了杜威的“五个思维步骤”培育方法,对比认识热敏电阻的过程,很容易发现这一点。

4. 对比不同传感器,总结并反思教学过程

(1) 对比传感器1:干簧管

【实验演示】如图8(a)所示,电路板置于讲台上(特定位置),闭合开关,灯泡发光;将电路板举在空中,闭合开关,灯泡不发光。

生 好奇地观察实验现象,并思考、讨论、猜想,却找不到原因。

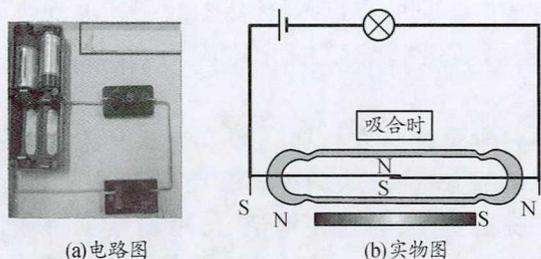


图8 干簧管

师 拿出一块强磁铁,重复刚才的实验,闭合开关,灯泡不发光;在开关闭合的状态下,将磁铁靠近电路特殊位置,灯泡发光。

师 向学生展示特殊位置的奥秘,即在线胶皮内部,图8(a)中黑色方框,隐藏了一个特殊的电子元件——干簧管。

师 干簧管是由两段距离很近的软磁性导体电极构成的,封装在玻璃管内。请大家试试分析它的工作原理。

生 近距离实验并观察:当磁铁靠近时,两电极吸引而接触;当磁铁远离,两电极分离——由于电极容易在磁场中瞬间磁化,在没有外界磁场时也会瞬间退磁。

师 因此,利用干簧管的这一特点,可以实现怎样的功能?

生 感受磁场信号,将磁场的远近转化为“电路的断与通(开与关)”,如图8(b)所示。

师 请同学们观察电磁门禁预警(简易防盗报

警器)的报警过程,思考其工作原理。

【实验演示】如图9所示,将电磁门禁信号源(磁铁)固定在门边缘,报警器(含干簧管)装在门框上(与磁铁靠近)。当门关上时,门禁不报警;当门打开时,门禁会自动发出报警信号。

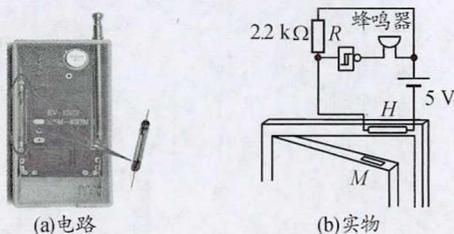


图9 防盗报警器

生 分析——房门正常关闭时,干簧管电极闭合,电路检测到干簧管闭合时,蜂鸣器不报警;房门打开时,两者分离,干簧管电极断开,电路检测到干簧管断开时,蜂鸣器自动报警。

师 当然,报警器内部电路相对复杂(含逻辑电路),但能够根据检测到的电磁信号变化判断是否报警。

师 如果磁铁的磁极反向,会不会影响作用效果?

生 不会。

师 实验验证——不会。(埋伏笔1)

(2) 对比传感器2:霍尔元件

师 通过“带电粒子在磁场中的运动”的学习,我们知道了一种现象叫作“霍尔效应”,如图10(a)所示。

生 一起回忆霍尔效应的原理及理论关系的推导过程;霍尔电压为 $U_H = k \frac{IB}{d}$ 。

【实验验证】如图10(b)所示(实际操作用,用数字多用表代替电压表),在磁铁靠近霍尔元件的过程中,观察电压表的示数变化。

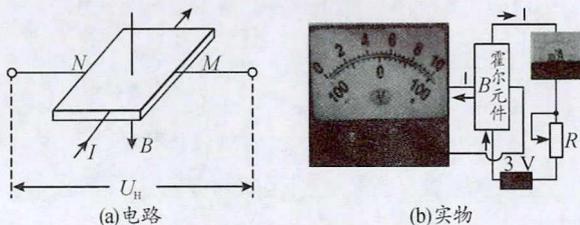


图10 霍尔元件

生 磁场越强,电压越大。

师 根据这个特点,可以实现怎样的功能?

生 将磁场强弱信号转换为电压信号,可以制

作检测磁场的仪器。

师 如果将磁极反向,作用效果一样吗(或有什么特殊变化)。

生 霍尔电压(方向)符号相反。(埋伏笔2)

师 请大家对比一下干簧管和霍尔元件,可以从工作原理和特点等方面进行对比。

生(热烈讨论) 两者都需要磁场作用,但对于干簧管而言,磁场起到开关的作用,磁极反向不影响开关效果;对于霍尔元件而言,磁场能够产生电压,磁极反向会影响霍尔电压的方向。

师 对本节课提到的传感器及其工作原理进行总结,具体内容如表2所示。

表2 常规传感器及其工作原理

传感器类型	非电学量	电学量/控制
光敏电阻	光强	电阻
热敏电阻	温度	电阻
干簧管	磁场	开关
霍尔元件	磁场	电压
.....

设计意图 由于两者具有相似性,将干簧管放在霍尔元件之前,分别从定性和定量两个维度,将磁场的强弱通过传感器敏感元件进行信号处理。此处教师主要是通过演示实验对两者的工作原理进行对比,学生基于推理得出磁场对两者的影响,并通过实验论证了这些结论,也为后续学习埋下伏笔。最后,教师对这节涉及的传感器进行总结反思,课堂安排符合学生的认知规律。

科学思维要素 该环节一系列的思维活动中,蕴含着科学思维中科学论证能力要素的培育与发展。科学论证是一种学习方式,可以帮助学生提升推理能力、批判思维能力和交流能力。在这个环节中,教师首先做了一个演示实验,但对于学生而言,只用眼睛看并不足以让他们理解其中的物理原理,学生会继续思考、讨论、甚至猜想,产生强烈的探究欲望。然后再让学生动手做实验,近距离观察,一步一步论证自己的猜想,这样的教学设计更具有论证的价值。在这个环节中,通过分析比较、抽象概括,经历了思维的加工过程,发展了学生的探究能力。

5. 拓展传感器,延伸应用

师 人工智能技术发展迅速,智能手机非常普

遍,智能手机中就利用了很多传感器技术。

【趣味实验演示1】以华为 Mate8 手机为例进行演示。通过设置后,当手机套盖合上时,屏幕自动熄灭,当手机套盖打开时,屏幕自动亮起。请大家思考这其中蕴含的原理。

师 一次偶然的的机会,我发现从口袋里拿出手机时,手机套吸住了一枚硬币,通过实验发现,手机套上有一块小磁铁,因此我判断手机内部可能存在一个“磁”传感器。请大家猜想这个传感器是干簧管还是霍尔元件?有什么办法可以验证?

生 可以根据干簧管与霍尔元件对磁极作用效果的差异来检验。

【趣味实验演示2】用一根条形磁铁的N极靠近手机磁“敏感”位置,再换用S极靠近手机磁“敏感”位置,发现当N极靠近时,屏幕有自动熄灭的效果;当S极靠近时,屏幕没有熄灭效果。

生 手机套自动熄屏传感器是霍尔元件。

师 展示网上查询到的相关材料:手机内部有一个霍尔感应器,就在手机套磁铁那个地方的正下方。

【趣味实验演示3】在手机内安装“手机传感器”应用程序,向学生介绍手机内常用的传感器,并简单介绍类型与功能,如表3所示。

表3 手机内常用传感器及功能应用

传感器名称	功能应用
加速度传感器	超重失重演示或加减速演示
光线传感器	屏幕亮度自动调节
磁力传感器	指南针或磁场检测及金属探测
距离传感器	接电话靠近脸部自动熄屏
声音传感器	麦克风及音频分析等
气压传感器	测量周围环境大气压强

设计意图 这个环节的演示实验趣味性十足,是对整节课的拓展与提升。教师所选择的延伸应用对象是日常生活中学生常常接触、几乎天天要用到的智能手机,实现了知识巩固深化的同时,让学生体会到物理知识的实用价值,实现了科学态度与责任的教学目标。这一环节也是对传感器霍尔元件应用的迁移,完善了教学设计的结构。

科学思维要素 整个环节中,学生的思维过程反映了他们质疑创新能力的培育发展状况。教师通过趣味演示实验让学生产生质疑和批判,而非直

利用仿真物理实验室演示动态过程*

——以两则探究变化规律的教学片断为例

王汉权 常琳

(江苏省锡山高级中学 江苏无锡 214174)

文章编号:1002-218X(2020)12-0018-04

中图分类号:G632.4

文献标识码:B

摘 要:介绍利用仿真物理实验室^[1]直观演示研究对象的动态过程,并以两则引导学生深度探究变化规律的教学片断为例,旨在说明利用技术课程融合的手段突破教学重难点、引领学生参与活动,以期“努力探索技术与教学的深度融合,全面提高学生核心素养”的教学目标提供科学合理的路径。

关键词:仿真物理实验室;技术课程融合;动态过程;深度探究;核心素养

在物理教学过程中,当遇到一些理想模型、情境或复杂多变的物理过程等,无法用常规实验室器材进行直观演示呈现时,教师自然会想到利用仿真物理实验室软件来构建比较稳定清晰的实验场景,反复演示多姿多彩的动态过程,从而让学生亲身体验和参与观察、想象、推理、验证、反思等思维活动过程。这样的做法能够克服学生被动接受的教学现状,充分发挥技术课程整合的优势,对加深规律

的深刻理解、有效提升科学思维、探究等核心素养大有益处。笔者以两则教学案例来说明自己的具体做法,以期有更多的师生参与到利用仿真的技术手段设置实验场景、直观演示过程、深度探究规律的研究之中。

案例1 探究竖直平面内小球、人组成的系统对台秤作用力的变化规律。

例1 如图1所示,质量为 M 的人站在台秤上,

接将网上资源给出,引导学生不能盲从和轻易接受已有的观点。在这个过程中,学生基于前面所学知识(伏笔1、2)及逻辑,对观点和结论进行实验论证,这个过程逐步培育了学生的批判性和创造性思维。在最后的“手机传感器”手机软件中,学生敢于从不同角度思考问题,大胆设想,追求创新。这样的设置也遵从了思维的发展需要,从具体到抽象再到具体,将思维引向实际问题的解决。

三、结语

为了突出重点,笔者在教学中的每一环节只针对科学思维的某一个要素进行了反思与总结。实际上,科学思维的四个要素应该贯穿整个教学过程,各要素之间具有内在的一致性,并不是相互独立的存在;它们相互穿插、存在着交点,而不应该是分散孤立的平行线。在实际教学中,教师应当努力将物理学科核心素养的培育渗透到每一个教学环

节,使核心素养四个方面相辅相成、相互融合,发挥其整体功能。

参考文献

- [1] 胡卫平. 物理学科核心素养的构建[J]. 中学物理教学参考, 2017(07): 1-3.
- [2] 王高. 物理核心素养培养浅探[J]. 物理教师, 2016(12): 15-19.
- [3] 孟拥军. 高中物理概念深度教学的“五个维度”——以“光的全反射”听评课为例[J]. 物理教师, 2017(12): 31-35.
- [4] 江裕芬. 例谈初中物理实验中培养学生科学思维品质[J]. 中学物理, 2018(2): 34-36.
- [5] 马云秀. 创设“问题链”驱动课堂 培养学生的科学思维品质——以“机械能守恒定律”教学为例[J]. 物理教师, 2017(9): 5-12.
- [6] 朱宁宁. 核心素养理念下培养学生科学思维的教学研究——以《反冲运动 火箭》教学为例[J]. 中学物理, 2017(23): 37-39.

中考备考用 万唯[®]

年超2 300万人次的选择

更多名校，总复习从《试题研究》开始



超150万师生家长关注



万唯中考

27省、市、自治区专版

北京	天津	重庆	广东
江苏	浙江	山东	安徽
河南	河北	山西	陕西
江西	福建	云南	四川
湖南	辽宁	广西	贵州
甘肃	内蒙古	黑龙江	吉林
海南	青海	新疆	—

用专业协助您做好中考备考 您的认可，给万唯人更多的动力

咨询电话：134 8451 1496 唐老师

注：以上数据已经第三方机构审计

出版：陕西师范大学物理学与
信息技术学院
陕西师范大学出版总社

国际标准连续出版物号：ISSN 1002-218X
国内统一连续出版物号：CN 61-1033/G4
编辑：中学物理教学参考编辑部

国内邮发代号：52-31
海外发行代号：M4266
定 价：15.00元