

指向深度学习的中学物理规律教学研究*

——以“法拉第电磁感应定律”为例

杨雅婷 毕皓天 蔡武德

(云南师范大学物理与电子信息学院 云南 昆明 650500)

(收稿日期:2023-04-17)

摘要:物理规律是构成物理学科体系的核心要素,其教学过程是培养学生物理学科核心素养的重要途径,对于学生掌握物理知识、运用物理知识解决实际问题具有关键作用.立足于深度学习理论,结合物理规律的教学过程构建指向深度学习的物理规律教学模式及教学框架,给出“法拉第电磁感应定律”的教学案例.通过分析案例,阐述如何促进学生在物理规律的学习中实现深度学习,加深对物理规律的理解与认识,提升物理学科核心素养.

关键词:深度学习;物理规律;核心素养;法拉第电磁感应定律

1 指向深度学习的物理规律教学模式

从物理教学的角度可将物理规律分为实验规律、理想规律和理论规律3种类型^[1-2].目前,国内学者关于物理规律的教学过程已有多重阐释^[3-5],对深度学习的发生机制提出了多种观点^[6-9].结合深度学习与中学物理规律教学的特点,构建“指向深度学习的物理规律教学模式”,如图1所示.首先,教师通过创设情境引导学生发现问题,提出猜想和假设,激发学生的学习兴趣;其次,根据物理规律的类型引导学生完成实验探究或直接通过逻辑推理发展学生的高阶思维;再次,学习物理规律的目的是运用规律解决问题,深度学习最终由学生的实践能力和问题解决能力的提升来体现;最后,教师可通过多种方式完善评价体系,延续深度学习.

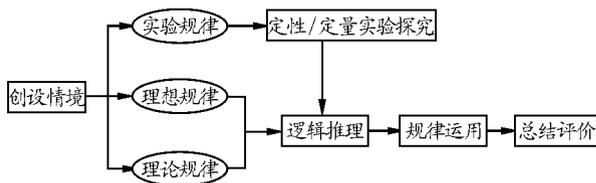


图1 指向深度学习的物理规律教学模式

2 “法拉第电磁感应定律”教学案例

“法拉第电磁感应定律”是描述电磁感应现象、

反映其本质的重要规律,在电磁学中起到承上启下的作用.《普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)》对该内容的要求是“通过实验,理解法拉第电磁感应定律”^[10].结合上文已构建的“指向深度学习的物理规律教学模式”,在教材所给实验装置的基础上加以改进,将信息技术与物理教学深度融合.引导学生使用实验器材设计并完成层层递进的定量探究实验,得到感应电动势的大小与各个因素之间的数量关系.通过体验物理规律的提炼过程,降低学生的思维跨度,促进学生对法拉第电磁感应定律的理解.“指向深度学习的物理规律教学框架”如图2所示.

2.1 创设情境 诱发深度思考

学生活动:两位学生上台使用线圈和磁铁做成的“手摇发电机”将小灯泡点亮,比较谁的灯泡更亮,发现摇速越快,灯泡越亮.

教师设疑:感应电流的大小会不会与某些因素有关?

学生猜想:可能与磁场强度、转速、线圈大小、线圈匝数、导线粗细等因素有关.

设计意图:导入是深度探究的开始,有效的情境创设有利于生成有探究价值的问题,调动学生设计实验验证猜想的积极性,激发学生的学习内驱力,诱

*教育部产学研合作协同育人项目,项目编号:202002281001.

作者简介:杨雅婷(1999-),女,在读硕士研究生,研究方向为学科教学(物理).

通讯作者:蔡武德(1966-),男,教授,硕士生导师,研究方向为课程与教学论.

发深度思考.

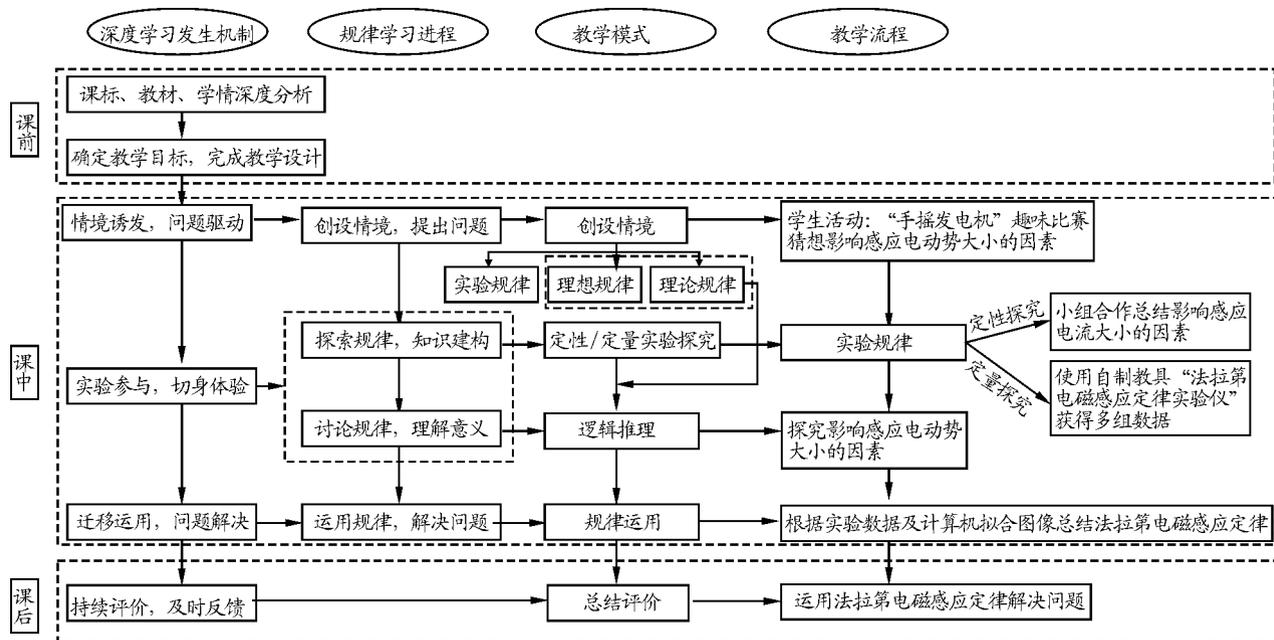


图2 指向深度学习的物理规律教学框架

2.2 师生互动 深化实验探究

教师活动:提供各种规格的线圈、导线、条形磁铁、灵敏电流计等器材,引导学生设计实验让灵敏电流计指针偏转尽可能大。

学生活动:小组合作进行实验探究,并上台展示、分析实验方案,总结出感应电流的大小与磁铁运动速度 v 、磁感应强度 B 、线圈的横截面积 S 、线圈匝数 n 等因素有关。

教师带领学生分析各个因素:磁铁运动的速度 v 实际上反映了磁铁通过线圈的时间 Δt 长短,磁感应强度 B 和线圈的横截面积 S 共同决定了磁通量。

教师设疑:感应电流的大小是否由磁通量的大小决定呢?

教师引导学生观察以下灵敏电流计指针的偏转情况:(1)在线圈中插入两根磁铁,将两根磁铁同时拔出;(2)插入两根磁铁,只拔出一根磁铁。

学生活动:发现两次实验中磁通量是相同的,但第二次实验中灵敏电流计指针偏转变小了,总结出感应电流的大小与磁通量的变化量 $\Delta\Phi$ 有关。

教师活动:引导学生归纳出感应电流大小与线圈匝数 n 、磁通量的变化量 $\Delta\Phi$ 、磁铁通过线圈的时间 Δt 有关,并将感应电流与电路中产生恒定电流的条件进行类比分析,进一步总结得出感应电动势的概念^[11]。

设计意图:通过设计分组实验,让学生亲自参与探究活动,定性探究影响感应电动势大小的因素。同时,教师通过有效提问引导学生主动思考,保持了主体思维参与的积极性。

教师活动:展示自制的法拉第电磁感应定律定量实验仪,如图3所示,重点介绍在本实验装置中,使用ESP32单片机作为电压传感器代替传统的指针式电压表测量电压,感应电动势的值可以通过phyphox传感器软件读出。

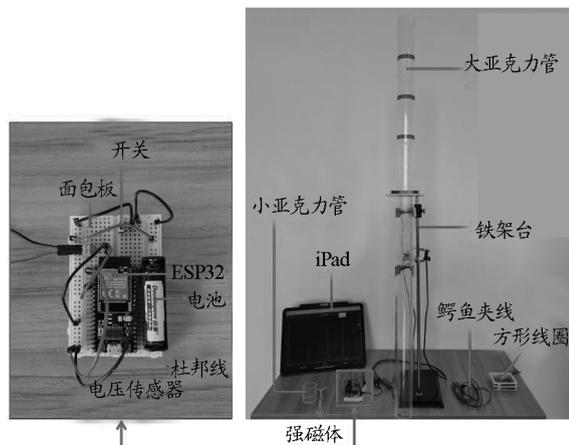


图3 法拉第电磁感应定律定量实验仪实物图

教师提问:(1)实验要采用什么科学方法?(2)如何设计实验方案?

学生任务1:探究感应电动势 E 与线圈匝数 n 的定量关系。

实验原理:控制磁通量的变化量 $\Delta\Phi$ 和磁铁通过线圈的时间 Δt 不变,线圈匝数 n 的改变通过换用不同匝数的线圈来实现.

实验过程:线圈高度距管口 0.3 m 时,将 2 个强

磁铁从亚克力管口由静止释放,每次更换不同匝数的线圈,实验数据如表 1 所示,计算机拟合图像如图 4 所示.

表 1 感应电动势 E 实验数据

匝数	10 次实验的数据 E/V										平均值 E/V
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
100	0.40	0.40	0.39	0.41	0.41	0.42	0.41	0.40	0.42	0.43	0.41
200	0.80	0.81	0.84	0.79	0.80	0.79	0.81	0.80	0.78	0.77	0.80
300	1.20	1.18	1.18	1.21	1.23	1.20	1.23	1.20	1.18	1.22	1.20

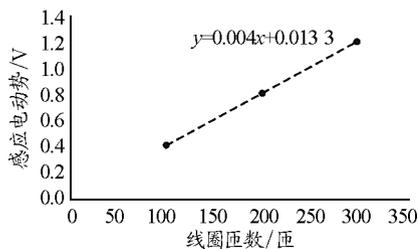


图 4 感应电动势 E 与线圈匝数 n 的拟合图像

学生任务 2:探究感应电动势 E 与磁通量变化量 $\Delta\Phi$ 的定量关系.

实验原理:控制线圈匝数 n 和磁铁通过线圈的时间 Δt 不变,通过成倍增加强磁铁的个数使磁感应强度近似成倍叠加,从而控制穿过线圈的磁通量的变化量近似成倍增加^[12].

实验过程:分别将 2、4、6 个强磁铁从亚克力管口由静止释放,不改变线圈匝数和位置,实验数据如表 2 所示,计算机拟合图像如图 5 所示.

表 2 感应电动势 E 实验数据

磁感应强度的 倍增量	10 次实验的数据 E/V										平均值 E/V
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2B	0.40	0.40	0.39	0.41	0.41	0.42	0.41	0.40	0.42	0.43	0.41
4B	0.84	0.88	0.86	0.82	0.83	0.85	0.81	0.80	0.83	0.87	0.84
6B	1.22	1.28	1.25	1.24	1.24	1.27	1.25	1.26	1.20	1.23	1.24

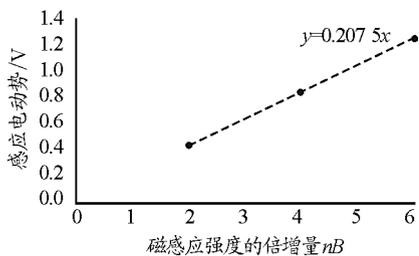


图 5 感应电动势 E 与磁感应强度的倍增量 nB 的拟合图像

学生任务 3:探究感应电动势 E 与磁铁通过线

圈的时间 Δt 的定量关系.

实验原理:控制线圈匝数 n 和磁通量变化量 $\Delta\Phi$ 不变,将线圈移至不同高度即可使磁铁到达线圈时获得不同速度,从而改变磁铁通过线圈的时间.

实验过程:将 2 个强磁铁从亚克力管口由静止释放,先后穿过距管口上端分别为 0.1 m、0.2 m、0.3 m 处放置的相同匝数的线圈,实验数据如表 3 所示,计算机拟合图像如图 6 所示.

表 3 感应电动势 E 实验数据

磁铁下落的 高度 /m	10 次实验的数据 E/V										平均值 E/V
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0.1	0.20	0.19	0.21	0.21	0.20	0.20	0.20	0.21	0.21	0.20	0.20
0.2	0.31	0.32	0.30	0.30	0.32	0.31	0.30	0.31	0.32	0.31	0.31
0.3	0.40	0.40	0.39	0.41	0.41	0.42	0.41	0.40	0.42	0.43	0.41

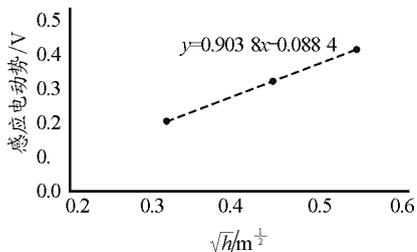


图6 感应电动势 E 与线圈到管口距离平方根的定量关系

设计意图:探究是通过实验和逻辑推理,验证猜想、得出结论的过程.定量探究实验使物理规律的得出有数据支撑,符合学生的认知规律,增强了实验的说服力^[13].

2.3 逻辑推理 促进深度理解

师生根据实验数据及计算机拟合图像进行合理推理,结合物理学史总结出法拉第电磁感应定律的内容及数学表达式 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$.

教师活动:结合物理学史总结法拉第电磁感应定律的内容及数学表达式.

设计意图:物理实验规律是在观察和实验的基础上,通过分析归纳总结出来的.教师通过可视化的方式结合讲授,引导学生采用信息化的分析手段处理实验数据最终得出结论的过程,培养了学生的科学思维,提高了学生探究与创新能力.

2.4 解决问题 彰显深度应用

学生活动:求解在各种情境中导线切割磁感线产生的感应电动势大小.

教师活动:指出 $E = Blv$ 与 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 本质上是统一的,并对 $E = Blv$ 的适用条件进行说明.

设计意图:深度学习意味着迁移与应用.通过设计难度渐增的情境,让学生灵活应用物理规律解决实际问题,有效实现了学生对知识的深度理解,进一步发展了学生的高阶思维^[12].

2.5 总结评价 落实深度学习

学生活动:(1)对本节课的实验设计和结论进行分析和反思,包括误差分析和改进方案等;(2)用思维导图的形式回顾并梳理本节课所学的知识;(3)课后完成练习,查阅相关资料了解电磁感应现象及其规律在科学技术、生产生活中的应用;(4)完成反思评价单.

教师活动:通过学生练习情况分析该教学模式

促进学生深度学习的有效性,并结合学生的学习成果及时评价.

设计意图:该过程既可以锻炼学生的分析归纳能力,又能展现出学生对于该部分知识理解的深度,有助于教师了解学生的思维水平,从而落实学生的深度学习.

3 结束语

物理规律是中学物理教学的重点.经过课堂实践,“指向深度学习的物理规律教学模式”可以很好地运用于实验规律的教学,能够有效降低物理规律的学习难度,从而达到促进学生深度学习、培养学生物理学科核心素养的目的.

参考文献

- [1] 颜学勤,阮亭彬.基于核心素养的初中物理规律教学课堂观察实践初探[J].物理教学,2019,41(3):47-49.
- [2] 冯杰.物理概念教学与物理规律教学之差异性探讨[J].物理教师,2020,41(1):2-8.
- [3] 许国梁,陶虹.中学物理教学法[M].北京:高等教育出版社,2020:119-126.
- [4] 李新乡,张军朋.物理教学论[M].北京:科学出版社,2009:241-253.
- [5] 闫金铎,郭玉英.中学物理教学概论[M].4版.北京:高等教育出版社,2019:147-149.
- [6] 钱旭升.论深度学习的发生机制[J].课程·教材·教法,2018,38(9):68-74.
- [7] 李松林,杨爽.国外深度学习研究评析[J].比较教育研究,2020,42(9):83-89.
- [8] 安富海.人工智能时代的教学论研究:聚焦深度学习[J].西北师大学报(社会科学版),2020,57(5):119-126.
- [9] 韩嵩,纪世元.人工智能背景下深度学习的发生机制与优化路径[J].现代中小学教育,2021,37(1):18-22.
- [10] 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)[S].北京:人民教育出版社,2020:28.
- [11] 丁美予,陈红君,陈留定.基于高阶思维培养的物理教学设计——以“法拉第电磁感应定律”为例[J].物理教学探讨,2021,39(11):28-31.
- [12] 张国栋,王月.“法拉第电磁感应定律”的半定量实验介绍[J].物理通报,2019(8):98-100.
- [13] 梅砚君,陈建香.《法拉第电磁感应定律》实验的改进[J].湖南中学物理,2021,36(6):52-54,57.