

问题驱动突破“含源单杆”问题^{*}

叶晟波

(浙江省慈溪中学 浙江 宁波 315300)

方润根

(杭州学军中学 浙江 杭州 310012)

(收稿日期:2022-03-17)

摘要:新课标和高考都注重体现物理学科本质,培养学生物理学科核心素养.问题驱动下的习题教学能让学生学会怎么思考物理问题,解决问题,从而提升学生核心素养,实现有效的教育和习题教学,锻炼和培养学生较强的应对未知的能力.

关键词:物理核心素养 习题教学 问题驱动 “含源单杆”问题

1 高考及其备考的习题教学都基于物理学科核心素养的培养

考试对教学具有重要的引导作用,特别是高考,其引导作用具有很强的根基^[1].在新课改的大环境下考试改革要与课程改革同向同行,以课程标准和核心素养为纽带,实现教、学、考的有机统一,以适应新时代经济社会发展对多样化高素质人才的要求.作为高中一线教师应关注《2020 年高中物理课程修订版》的主要变化,关注物理学科核心素养,关注高考命题的变化取向,然后才能有针对性地改进备考的习题教学,立足“知识”“能力”“素养”考查目标,助推素质教育的发展,让学生能较坦然地面对祖国对人才的选拔,实现选人育人的统一.所以高考与备考习题教学的本质都是立德树人,培养全面发展又有个性的学生,它们都应基于物理学科核心素养的培养.

2 用问题驱动落实核心素养的培养

当今高中的习题教学模式层出不穷,实际上不同的教学模式强调和侧重的是习题教学过程的不同侧面,在五花八门的教学模式里,存不存在能够作为抓手容易上手的核心主导元素^[2]?笔者认为:问题

驱动就是整个习题教学过程在操作层面最核心和基础的元素,抓住了它就抓住了主要问题.问题驱动的习题教学包括提问题和解决问题两个阶段,提问题可以教师为主导,以习题的情境和知识为载体,把高中物理核心素养的要求落实到具体“要素”上.运用练习题,把提升学科核心素养的总目标和提高考试成绩的现实目标结合起来,完整、系统地体现核心素养的要求.

问题的解决阶段以学生为主导,分为思考、分析,再到解决的子过程,学生主动自发地参与问题解决的过程让学生学会如何思考,同时培养了他们的核心素养,在这过程中学生的角色需要从过去传统教学中的被动学习向现在和未来的主动进取转化.问题本身驱动了解决问题和科学思维的应用,同时也激发了学生自己查找信息以学习关于此问题的知识和解决问题的方法^[2],进而推动学生物理核心素养的落实,所以问题驱动式的习题教学能有效促进学生核心素养的达成.

3 问题驱动习题教学解决“含源单杆”问题

好的问题能够提供给学生一个广阔的多向度的探索空间,既能激发学生学习的内在动力,也能提纲挈领地指出持续思考、自我探究的方向.通过问题驱

^{*} 2022 年杭州市基教教研课题“高中物理科学态度与责任素养培养的实践研究”,课题编号:G2022035

作者简介:叶晟波(1979-),女,中教高级,从事高中物理教学和教育理论研究.

通讯作者:方润根(1980-),男,中教高级,从事高中物理教学和物理竞赛辅导工作.

动的习题教学模式,实现积极的师生、生生、师生互动,并最终生成针对该问题的解决方案^[2].下面以电磁感应中解决“含源单杆问题”为例,其解决可以分为3步进行,如图1所示,再用提问题做牵引和驱动,激发了学生探究知识的需求,学生可以按照自己适合的方式自主地把内容掌握和消化好.

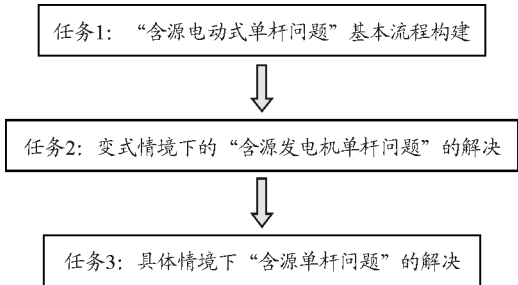


图1 “含源单杆问题”解决流程设置

任务1:问题驱动“含源电动式单杆问题”基本流程构建

问题情境：如图2所示,在方向水平的、磁感应

强度为 0.5 T 的匀强磁场中,有两根竖直放置的足够长的导体轨道 ac 和 bd ,其宽度为 1 m ,其下端与电动势为 12 V 、内电阻 $r=0.5\text{ }\Omega$ 的电源相接,质量为 0.1 kg 、电阻 $R=0.5\text{ }\Omega$ 的金属棒 MN 的两端套在导轨上可沿导轨无摩擦地滑动,除电源内阻外,其他一切电阻不计, $g=10\text{ m/s}^2$,从 S 闭合直到金属棒做匀速直线运动的过程.该情境设置的问题及素养分析如表1所示.

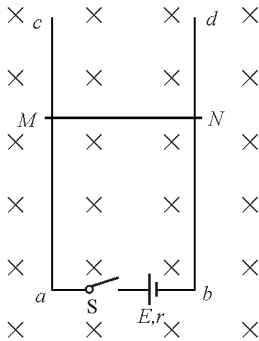


图2 任务1问题情境图

表1 “含源电动式单杆问题”问题设置及素养分析

问题	问题指向的素养目标	素养类型
1. 金属棒切割磁感线产生感应电动势,这个感应电动势对电源电动势起到削弱还是加强作用?	能识别电路中的电源部分,金属棒切割产生反电动势削弱了电源的电流.在多电源问题中会分析电源的连接情况并计算回路总电动势	科学思维 (模型建构)
2. 分析金属棒的运动过程,画出其 $v-t$ 图形. 3. 金属棒在运动过程中的最大加速度 a_m 、最大速度 v_m	根据受力特点和运动情境画出运动 $v-t$ 图形,建立运动模型.通过安培力与速度相关的特点,深化“力决定运动,运动反映力”的运动与相互作用观.明确运动的初态、末态特点,运动过程中加速度、速度变化情况	科学思维(模型建构、科学推理) 物理观念 (运动与相互作用观念)
4. 金属棒稳定后两端的电压 U_{MN} 为多少? 电源两端的电压 U_{ab} 为多少?	根据牛顿第二定律结合运动分析,确定最终的稳定状态.能通过绘制等效电路图正确分析电路结构,明确金属棒两端电压 U_{MN} 和电源两端的电压 U_{ab} 关系,并能从电势升降角度计算电压	科学思维 (科学推理)
5. 稳定以后能量是怎么转化的? 单位时间产生的能量是多少? 消耗在什么地方?	知道能量转化的路径,能从能量守恒角度分析稳定后金属棒运动过程中能量的转化	物理观念 (能量观念)
6. 稳定以后安培力做正功还是负功? 做功过程中消耗电能还是产生电能?	知道安培力做正功,将电能转化为其他形式的能;安培力做负功,将其他形式的能转化为电能	物理观念 (能量观念)
7. 金属棒 MN 运动可以看成电动机模型还是发电机模型? 金属棒两端的电压是否满足 $U_{MN} = IR$?	知道此情境中安培力做正功,将电能转化为机械能,属于电动机模型,棒两端 $U_{MN} \neq IR$. 会从能量转化和守恒的角度理解电磁感应中非纯电阻电路电功和电热的数量关系	科学思维 (模型建构) 物理观念 (能量观念)
8. 总结一下“含源单杆”问题的一般解题思路	能按照科学思维的方法和规范进行思考,解决“含源电动式单杆问题”	科学思维 (科学推理)

教学活动建议:问题 1 ~ 3 可以让学生独立分析,通过手机同屏展示学生的求解结果,教师要引导学生不仅要关注结果的正确性,更要注意求解的规范性,教师可以做适当示范. 对问题 4 ~ 8 可以在学生独立思考的基础上,前后 4 位学生进行讨论交流后再总结,教师要引导学生首先明确问题解决的思维路径,建立电路模型和力与运动模型,再由能量路径切入分析^[3].

任务 2:变式情境下的“含源发电机单杆问题”的解决

问题情境:如图 3 所示的变式情境,问题情境同

任务 1,磁场方向相反. 该情境下设置的问题及素养分析如表 2 所示.

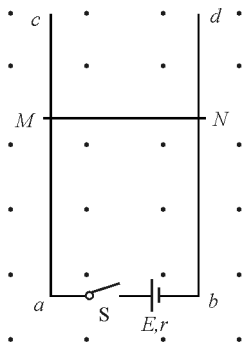


图 3 任务 2 问题情境图

表 2 “含源发电机单杆问题”问题设置及素养分析

问题	问题指向的素养目标	素养类型
1. 磁场方向相反,金属棒切割磁感线产生感应电动势对电源电动势起到削弱还是加强作用? 等效电路图如何绘制?	能识别电路中的电源部分,金属棒切割产生电动势加强了电源的电流. 能比较不同情境下含源单杆问题的异同点,按照科学思维的方法和规范进行思考,解决“含源发电机单杆问题”	科学思维 (模型建构、科学推理) 物理观念 (运动与相互作用观念)
2. 分析金属棒的运动过程,画出其 $v-t$ 图形. 金属棒在运动过程中的最大加速度 a_m 、最大速度 v_m 分别是多少?		
3. 金属棒稳定后通过金属棒的电流方向如何? 棒两端的电压 U_{MN} 为多少? 电源两端的电压 U_{ab} 为多少? 与任务 1 中有什么不同?		
4. 稳定以后能量是怎么转化的? 单位时间产生的能量为多少? 消耗在什么地方? 安培力做正功还是负功? 做功过程中消耗电能还是产生电能?	能从能量角度分析最终稳定时安培力做负功,将重力势能转化为电能,属于发电机模型. 电流流过电阻做功,产生焦耳热,并对电源充电	科学思维 (科学推理) 物理观念 (能量观念)
5. 稳定以后金属棒 MN 运动可以看成电动机模型还是发电机模型? 金属棒两端的电压是否满足 $U_{MN} = IR$?		
6. 在含源单杆问题的解决过程中应该注意什么? 你能总结相应的策略吗?	能比较不同情境“含源单杆问题”的异同点,区分总结解题的注意点和策略	科学思维 (归纳总结)

教学活动建议:“含源电动式单杆问题”和“含源发电机单杆问题”中安培力的方向不同,使运动过程和最终状态、能量分析等方面都有不同,解题过程中需要规范等效电路图、受力分析图、运动图像的绘制. 稳定时,通过金属棒的电流方向不同,其电势升降的分析是难点和易错点. 电磁感应中能量的转化都涉及到安培力做功,分析安培力做正功和负功以及对应的能量转化是此类问题的重点和难点.

任务 3:具体情境下“含源单杆问题”的解决

问题情境:电磁炮曾是美国“星球大战”军备计划的重点项目,被视为对抗核弹的秘密武器,如图 4 是导轨式电磁炮实验装置示意图. 轨道炮由两根平行长直金属导轨组成,导轨间放置金属滑块(即金属弹丸). 金属滑块可沿导轨无摩擦滑行,且始终与导轨保持良好接触. 直流恒流源提供的强大电流从一根导轨流入,经过滑块,再从另一导轨流回电源. 金属滑块被导轨中的电流形成的磁场推动而发射. 在发射过程中,一根轨道的电流在滑块所在位置的磁

场可以近似简化为匀强磁场,方向垂直于纸面,其强度与电流的关系为 $B=kI$,比例常量 $k=2.5\times 10^{-6}$ T/A.已知两导轨内侧间距 $l=1.5\text{ cm}$,滑块的质量 $m=30\text{ g}$,金属滑块沿导轨滑行 5 m 后获得的发射速度 $v=3.0\text{ km/s}$.该情境下设置的问题及素养分析如表3所示.

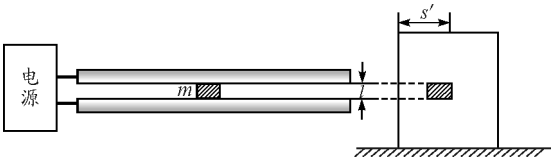


图4 电磁炮实验装置示意图

表3 具体情境下“含源单杆问题”问题设置及素养分析

问题	问题指向的素养目标	素养类型
1.两根导轨在导轨间产生的磁场方向有什么关系? 2.如何计算推动金属滑块的磁场强度?	具有直流电流产生磁场的知识. 根据实际情境建构磁场模型:一个电流可以产生两个相互叠加的磁场来推动金属滑块,磁场强度加倍	物理观念(规律) 科学思维 (模型建构、 科学推理)
3.金属滑块产生的反电动势可以忽略吗?	金属滑块产生的反电动势 $E=Blv$,由于 l 较小,题中可以忽略反电动势,而且题中是直流恒流源供电,所以可以认为通过金属滑块的电流不变	科学探究(基于 证据猜想) 科学思维(科学 推理、质疑)
4.若金属滑块的加速过程可以简化为匀加速运动,求发射过程中电源提供的电流是多少?	运用运动和力的关系处理实际的动力学问题	物理观念(规律) 科学思维 (模型建构)
5.若电源输出的能量有4%转换为滑块的动能,则发射过程中电源的输出功率和输出电压各是多大?(可以简化为匀加速运动)	具有功率、动能及其能量转化的相关知识	物理观念 (概念规律、 能量观念)
6.若此滑块射出后随即以速度 v 沿水平方向击中放在水平面上的砂箱,它嵌入砂箱的深度为 s' .设砂箱质量为 M ,滑块质量为 m ,不计砂箱与水平面之间的摩擦.求滑块对砂箱平均冲击力的表达式	理解动量、动能、牛顿第三定律、相对运动. 用动能定理、动量守恒定律解决实际问题	物理观念 (概念与规律) 科学思维 (科学推理)

教学活动建议:能用物理学视角观察事物,用物理知识解决实际问题,这是“物理观念”的关键要素,要达到这个目标,需要把物理知识和实践情境进行关联,再以问题驱动为核心,让学生经历多种思维形式的科学推理,从而使习题有效落实核心素养,提升学生素养和能力.轨道电磁炮是“含源单杆问题”的一种实际应用,其电流可以由电源提供,也可以由储能设备器如电容充电后提供,当代学生可以了解武器的原理和发展.

4 结束语

“含源单杆”问题是电磁感应中导轨杆子单元教学中的重要内容,在该部分教学中,以问题驱动为核心,基于学生所学的基本物理概念和规律,根据素养类型设计合适的物理问题和物理情境,明确问题

指向的素养目标和素养类型,把核心素养的要求落实到具体的“要素”上,通过恰当设问,促进深度学习和思考^[3],让学生逐步掌握基本步骤与规范流程,而后开展变式教学,从电路结构、受力情况、运动情况、能量路径和动量路径等多种形式,丰富学生的模型认知^[3],最后创设科技前沿情境,培养学生将真实的物理问题转化为物理模型的能力,最终实现运用习题把核心素养的要求落地.

参考文献

1 廖伯琴.普通高中课程标准(2017年版2020年修订)教师指导 物理[M].上海:上海教育出版社,2021.188

2 王青.源自苏格拉底的问题驱动式教育:在互动中共同学习和成长[J].物理与工程,2020,30(5):3~25

3 梁旭.浙江省普通高中学科教学指导意见 物理[M].杭州:浙江教育出版社,2021.182,124