



学科核心素养视域下高中 物理新旧教材习题的比较研究*

——以人教版“万有引力与宇宙航行”单元为例

何家传

(芜湖市第一中学 安徽 芜湖 241000)

汪志荣

(安徽师范大学物理与电子信息工程学院 安徽 芜湖 241000)

(收稿日期:2020-01-14)

摘要:中学物理教学应重视教材习题的诊断和评价功能,切实发挥教材习题在发展学生核心素养中的作用.针对“万有引力与宇宙航行”单元习题内容,通过对人教版普通高中物理教科书的比较研究,指出新教材习题在促进学生物理学科核心素养形成方面的积极变化,但诊断和评价功能不足,提出改革建议.

关键词:学科核心素养 高中物理教科书 习题研究

在高中物理课程实施过程中,为了更好地落实物理课程的育人功能,提升学生的物理学科核心素养,高中物理教材作为直接的课程资源应发挥重要作用^[1].物理教材的编写应该站在培养学生物理学科核心素养的高度,发挥教材的育人功能,落实物理课程在“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”等方面的要求,有效促进学生物理学科核心素养的形成^[2].

教材习题作为教科书内容重要组成部分,对于实现课程培养目标具有无可替代的作用.然而,现行教材习题内容在实际教学中并没有受到应有的重视.很多师生认为教材习题太简单,为了应对高考,将大量的课外教辅材料当做必备的学习诊断和评价资料.采取这种“题海战术”,不仅不利于培养学生的物理学科核心素养,甚至导致部分学生产生厌学情绪.因此,为提高习题教学质量,有必要深入研究物理教材的习题内容.

目前,中学物理教材习题研究并不多见.在CNKI中国基础教育教与学资源总库中,以篇名为

检索条件,设定“教材习题”为检索内容,通过快速检索全部期刊发现,近20年物理学科有关文献共有18篇,物理教材习题比较研究仅有2篇.以下聚焦人教版物理教材中的习题部分,以“万有引力与宇宙航行”单元为例,采用比较研究法,分析新旧教材的变化,着重关注新教材在落实育人功能、提升物理学科核心素养方面的改变,并提出教材习题改革的建议,以为教师的课堂教学及教材编写提供些许参考建议.

1 “万有引力与宇宙航行”单元教材内容分析

1.1 《普通高中物理课程标准(2017年版)》(以下简称“新课标”)关于“万有引力与宇宙航行”单元的内容要求

(1) 通过史实,了解万有引力定律的发现过程.知道万有引力定律.认识发现万有引力定律的重要意义.认识科学定律对人类探索未知世界的作用.

(2) 会计算人造地球卫星的环绕速度.知道第二宇宙速度和第三宇宙速度.

* 安徽省教育厅2019年立项课题“核心素养导向的高中物理深度教学实践研究”的阶段性成果,项目编号:JK19054

作者简介:何家传(1978-),男,硕士,中教高级,主要从事高中物理教学和竞赛研究.

(3) 知道牛顿力学的局限性,体会人类对自然界的探索是不断深入的.

(4) 初步了解相对论时空观.

(5) 关注宇宙起源和演化的研究进展.

1.2 “万有引力与宇宙航行”单元教材内容分析

旧教材是人民教育出版社2010年4月第3版普通高中课程标准实验教科书《物理·必修2》(以下简称“旧教材”),分析内容为第六章“万有引力与航天”.新教材是2019年7月第1版普通高中教科书《物理·必修》第二册(以下简称“新教材”),分析内容为第七章“万有引力与宇宙航行”.从章编排上看,新教材将旧教材的第五章“曲线运动”分为第五章“抛体运动”和第六章“圆周运动”,这种编排更好地体现了新教材深度难度的渐进性,符合学生的认知规律.从章标题上看,新教材更切合教材内容和教学实际,体现内容的准确性和表述的规范性.从内容设置上看,新旧教材的节组成也略有不同(见表1).

表1 新旧教材目录

旧教材(第六章 万有引力与航天)	新教材(第七章 万有引力与宇宙航行)
1. 行星的运动	1. 行星的运动
2. 太阳与行星间的引力	2. 万有引力定律
3. 万有引力定律	3. 万有引力理论的成就
4. 万有引力理论的成就	4. 宇宙航行
5. 宇宙航行	5. 相对论时空观与牛顿力学的局限性
6. 经典力学的局限性	

新教材将旧教材中的第2节“太阳与行星间的

引力”和第3节“万有引力定律”合并成一节,即第2节“万有引力定律”.新教材第5节“相对论时空观与牛顿力学的局限性”涵盖了旧教材第6节“经典力学的局限性”和旧教材选修3-4第十五章第2节“时间和空间的相对性”两节的内容,并进行重新编排,有机整合.这些变化,使知识逻辑连贯性更强,有利于学生系统探究、建构知识,利于教学,也更符合新课标要求.

2 新旧教材“万有引力与宇宙航行”单元习题编排整体分析

2.1 习题栏目和习题类型设置

旧教材在节末设置“问题与练习”,新教材在节末设置“练习与应用”.依据新课标,新教材在章末设置了体现综合强化功能的章练习,分A、B两组,A组对应新课标中必修内容的要求,B组比新课标中必修内容略有超出,供学有余力的学生选做(见表2).这种设置能够满足不同学生的学习需求,为学生有个性的发展搭建平台.

表2 新旧教材习题栏目设置

	旧教材	新教材
节末	问题与练习	练习与应用
章末	无	复习与提高:A组、B组

节末习题栏目设置的细微变化,体现新教材更注重知识的应用,强调学以致用.

新旧教材习题类型统计如表3所示.

表3 新旧教材习题类型统计

	总题量 / 题	位置	题量 / 题	选择题 / 题	填空题 / 题	简答题 / 题	证明题 / 题	实验题 / 题	计算题 / 题
旧教材	19	节末	19	0	0	5	3	0	11
新教材	32	节末	19	0	0	5	3	0	11
		章末	13	0	0	1	2	2	8

通过表3对比可以看出,新旧教材节末习题题量和题型分布完全相同.这与新课标对教材编写深度与广度的要求一致,“注意不能随意增减物理内容,也不能随意拔高或降低要求”^[1].两套教材都没有设置选择题和填空题,编者抓住了习题“建构”和

“培养”的功能,让学生在解答问题的过程中,提升素养,而不是通过习题来甄别学生水平的高低,将习题和试题很好的区分开来,从发展物理学科核心素养的角度,教材习题的功能定位非常准确.新旧教材不同的是,新教材由于增设了章末习题,从而使本章

总题量增加了13题,而且在章末习题中设置了实验探究题,利于培养学生的科学思维和探究能力.

2.2 习题内容设置

通过对新旧教材相同题、不同题、情境题等内容的对比,对照新课标要求,分析两版教材的优劣.

2.2.1 相同题

由于旧教材未设置章末习题,故只统计两版教材的节末习题.分析发现,新旧教材中有12道相同题,在节末习题中占比约63%.其中完全相同的题目有8道,基本相同的题目有4道.

相比旧教材,新教材更加注重运用物理知识解决实际问题,例如在“万有引力理论的成就”节末习题中,两版教材的第1题,已知条件和前两个小问完全相同,“已知月球的质量是 7.3×10^{22} kg,半径是 1.7×10^3 km,月球表面的自由落体加速度多大?这对宇航员在月球表面的行动会产生什么影响?”.但新教材在第2问的基础上增加了第3问,“若宇航员在地面上最多能举起质量为 m 的物体,他在月球表面最多能举起质量是多少的物体?”.使学生体验了“由定性分析到定量计算”的过程,符合认知规律,巩固学习效果,培养学生的能力.再如,新教材第3节习题第4题与旧教材第1节第4题,都以哈雷彗星运动为背景材料,旧教材的问题是已知哈雷彗星轨道的半长轴与地球公转半径的关系,估算哈雷彗星下次飞近地球大约是哪年?新教材提出了两个问题,一个问题是通过预测哈雷彗星下次飞近地球的时间点,估算其轨道的半长轴与地球公转半径的关系,另一个问题是比较哈雷彗星在近日点和远日点速度大小并求加速度大小之比.同样的背景材料,两版教材编排在不同节末,提出不同问题.不难看出,新教材提出问题的方式更符合客观历史事实,遵从科学性原则;本题安排在教材第3节后更合理,体现知识的循序渐进.

2.2.2 不同题

新旧教材节末习题有7题不同,其中最大的不同是,旧教材第6节“经典力学的局限性”课后设置了2道习题,而新教材第5节“相对论时空观与牛顿力学的局限性”课后设置了3道习题,题目内容也完

全不同,新教材3道题考查的知识都是相对论时空观.另外,“万有引力定律”节后习题第3题,旧教材设置的是计算两个微观粒子夸克之间的万有引力,而新教材设置的是计算宏观天体太阳和月球之间的引力.这些变化,更切合本章的研究内容和新课标的要求.

2.2.3 情境题

情境题是指以现实存在的事物(如自然现象、日常生活等)为背景引出物理知识和问题.物理概念的建立,需要在经验情境的基础上,经历“概念共同属性、抽象本质特征”的思想加工过程;物理规律的探究则需要创设问题情境;而运用物理知识解决实际问题能力的高低,往往取决于学生将情境与知识相联系的水平,即能否把问题中的实际情境转化为解决问题的物理知识^[2].因此,无论是教材编写、习题设置还是教学设计实施过程中,都要重视情境的创设.

两版教材均设置了较多的情境题(见表4).在节末练习中,旧教材情境题占比36.8%,新教材情境题占比52.6%,新教材节末习题更加重视创设情境.在章末习题中,情境题占比减少,题目更加注重对物理知识的综合运用,发挥其“学业整合”的功能.

表4 新旧教材情境题统计

	旧教材 节末习题	新教材 节末习题	新教材 章末习题
创设情境题量 / 题	7	10	3
总题量 / 题	19	19	13
占比 / %	36.8	52.6	23.1

3 学科核心素养目标视域下新旧教材习题编制特点分析

3.1 创设情境促进学生形成物理观念和培养科学态度与责任

在教学中,要创设真实的情境,让学生经历科学探究和思维加工,保证物理概念和规律的内化,形成学科思想^[2].对比分析知,新教材设置了较多的情境题,通过创设情境引发学生积极思考、促成学生对概

念规律的深度理解,最终形成物理观念.例如哈雷彗星周期性运动、潮汐现象、“行星冲日”等问题,很好地体现了运动观念、相互作用观念和能量守恒观念及其应用.研究这些问题的过程中,使学生逐步理解这些物理现象的科学本质,激发学生热爱科学、立志成才,培养学生的科学态度和社会责任.

3.2 合理设问培养学生科学思维

“科学思维”是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的认识方式,主要包括模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新等要素^[1].

相比于旧教材,新教材习题的设问更注重模型建构、推理论证和质疑创新,多次出现“请你根据实际情况……”“请你帮助她完成……”“应该怎么理解……”等设问方式.

具体分析如表5所示.

表5 新教材问题设置

	习题	分析
第2节第4题	木星的卫星中有4颗是伽利略发现的,称为伽利略卫星……她收集到了如下数据……请帮她完成木卫二运动周期的计算	学会从大量的数据信息中提取有用信息,构建“木卫二绕木星运动”模型,解决运动周期计算的实际问题
第4节第1题	有人根据公式……,但由公式……应当怎样正确理解这个问题	学生必须深刻理解这两组公式的内涵、使用条件,经历科学推理、科学论证、质疑创新的思维过程
章末复习与提高A组第1题	一位同学根据向心力公式……另一位同学根据卫星的向心力是地球对它的引力公式……哪位同学的看法正确?错在那里?请说明理由	
章末复习与提高B组第5题	海边会发生潮汐现象……中午……半夜……拂晓和黄昏……就引起了潮汐现象.已知……请你估算一下……	学会从一大段文字、情境素材中提取有用信息,构建“潮汐现象”模型,解决太阳、月球对海水的引力等实际问题

3.3 章末增设实验题提升学生科学探究能力

新教材在章末复习与提高题中,特别设置了两个实验题.A组第6题,“在月球上的宇航员,需要选用哪些实验器材,怎样才能测出月球的质量?”.B组第1题,“如果你站在月球上,能否用一把刻度尺和一块秒表估测月球的质量?如果能,请设计实验……”.虽然这些实验的前提是在月球上,看上去无法直接完成实验,但仍可以运用已有的知识,经历提出科学问题、形成猜想和假设、设计实验与制订方案,基于证据得出结论并作出解释,以及对科学探究过程和结果进行交流、评估、反思的过程,增强了科学探究意识,提升了科学探究能力.

4 结论与建议

通过比较可以看出,人教版物理新教材习题编写以新课标为依据,从发挥育人功能和提升生物

理学科核心素养的角度看,价值很高,教师应该充分发掘这些优点并好好利用.但从另一个角度来看,教材习题的诊断和评价功能略显不足.要使教师普遍重视物理教材习题,真正用好教材习题,还应从以下两方面作些调整.

4.1 适当增加题量和难度

新教材虽然增加了章末习题,但节后习题偏少,5节内容共设置了19道习题,平均每节不足4题,而且难度偏低,基本是学业水平测试要求.虽然这些习题力求从不同角度提升学生的学科核心素养,但其数量和难度难以达到高考的要求,致使很多教师干脆放弃教材习题,自编习题或挑选其他资料.笔者认为,节后习题设置5~6题为宜,难度设置兼顾学业水平测试和高考.

4.2 题目设计应该多样化

在题型上,章末习题可以适当设置一些选择、填

空题,与考试接轨,更好地发挥其诊断和评价功能.

在内容上,进一步增加情境题比例,关注前沿科技,引入与物理相关的生活现象和自然现象.例如,以北斗导航系统、墨子号量子科学实验卫星、“天眼”等前沿科技为素材设置题目,使学生在解决问题的过程中形成崇尚科学、追求真理的价值观.以太阳东升西落、四季更替等自然现象为题,从学生的角度出发,从熟悉和常见的现象中来实现学生情感、态度的引导.

在结构上,注意层次化和多样化,可以满足不同层次的学生,体现因材施教.按照习题类型、难易

(上接第118页)

成所学的物理模型;

水平 5:能将较复杂的实际问题中的对象和过程转换成物理模型;

细化的模型素养学业水平质量如下.

水平 1:能说出质点、点电荷、检验电荷、匀速圆周运动等简单物理模型;

水平 2:能在熟悉的问题情境中应用匀变速直线运动、自由落体运动、平抛运动、匀速圆周运动、行星的运动、电场线、等势面等常见的物理模型;

水平 3:能在熟悉的问题情境中,根据情境的类型特点,选用匀变速直线运动、自由落体运动、平抛运动、匀速圆周运动、电场线、等势面等模型解决问题;

水平 4:能在实际问题情境中,根据情境的类型特点,将对象和过程转化成表1中所学的一个或者多个物理模型解决问题;

水平 5:能在较复杂的实际问题情境中,根据情境的类型特征,将对象和过程转化建构成表1中的一个或者是多个物理模型解决问题.

通过对比分析,细化后的学业质量水平更精准,能够有效地引导教师的教学设计、教学实施及评价,发挥目标引领作用.

参考文献

1 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017

程度给出不同的层次.既要有简单的物理概念定律的回顾,也要有更深一步的学习,培养学生深度学习习惯,为高校输送合格人才做准备.如提出概念题、探究性思考题、批判性思考题等.其实国内很多辅导教材中习题的结构值得借鉴,如“想一想”“练一练”“做一做”等.

参考文献

- 1 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017年版)[M].北京:人民教育出版社,2018.67,69,4~5
- 2 廖伯琴.普通高中物理课程标准(2017年版)解读[M].北京:高等教育出版社,2018.154,139~140,54
- 3 廖伯琴.普通高中物理课程标准(2017年版)解读[M].北京:人民教育出版社,2018.4
- 4 辞海编辑委员会.辞海(1989年版)[M].上海:上海辞书出版社,1990.1890
- 5 林明华.高中物理教学中科学思维教育的落实[J].物理教学探讨,2018(10):1~4
- 6 李正福,谷雅慧.论物理核心素养视野下的科学思维教育内容[J].课程·教材·教法,2018(2):100
- 7 夏征农,陈至立.辞海(第六版)[M].上海:上海辞书出版社,2009.21
- 8 廖伯琴.普通高中物理课程标准(2017年版)解读[M].北京:高等教育出版社,2018.30
- 9 邢红军,张抗抗.论物理思想的教育价值及其启示[J].教育科学研究,2016(8):61~67
- 10 张喜荣.适合我国国情的物理科学方法教育体系建构[J].物理教师,2012(12):1~4
- 11 艾静,熊建文.物理核心素养的解析与重构[J].物理教师,2018(7):2~12
- 12 廖伯琴,李洪俊,李晓岩,等.高中物理学科核心素养解读及教学建议[J].全球教育展望,2019(9):77~88
- 13 王晶莹,张跃,张洋.中学物理教师对科学模型教育认识的实证研究[J].全球教育展望,2016(2):93~105
- 14 俞国富.科学推理及其在高中物理教学中的策略[J].中学物理,2019(5):21
- 15 Lawson, A E. The development and validation of a classroom test of formal reasoning [J]. Journal of Research in science Teaching, 1978, 15 (1):11~24