



课程标准与教材修订(四)

——如何发挥教材中习题的育人功能

廖伯琴, 霍 静

西南大学科学教育研究中心, 重庆 400715

摘要:文章介绍了修订版教材修订习题的依据,并呈现了修订版教材中关于“例题”“节练习”“章末练习”“单元自我检测”的修订思路及案例。在“例题”中侧重体现示范及迁移的功能;在“节练习”中侧重体现复习巩固、拓展思维的功能;在“章末练习”中侧重体现综合交融、多元发展的功能;在“单元自我检测”中侧重体现评估反思、促进发展的功能。这样的习题修订有利于促进学生物理学科核心素养的达成。

关键词:高中物理;课程标准;物理教材;习题

中图分类号:G633.7

文献标识码:A

文章编号:1003-6148(2020)4-0001-5

习题作为教材的一个重要组成部分,有着极其丰富的内涵和功能。修订高中物理教材中的习题,首先以《普通高中物理课程标准(2017年版)》(以下简称2017版课标)的要求为依据,另外还借鉴了国际比较和国内调研的结果,以使修改后的习题能更有效地促进学生物理学科核心素养的达成。下面从2017版课标要求、国际比较与国内调研、修订版教材习题修订思考与案例这三个方面来讨论相关问题。

1 2017版课标提出的学业质量水平

高中物理学业质量是依据物理学科核心素养中的“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学

态度与责任”四个方面及其水平,结合课程的内容要求,依据不同水平学业成就表现的关键特征而制定的,是学生在完成本学科课程学习后的学业成就表现。高中物理学业质量水平是根据问题情境的复杂程度、知识和技能的结构化程度、思维方式或价值观念的综合程度等划分的。其中,学业质量水平2是高中毕业生应达到的合格要求,是学业水平合格性考试的命题依据;学业质量水平4是用于高等院校招生录取的学业水平等级性考试的命题依据。为了便于比较,表1呈现了关于学业质量水平2和水平4在四个维度的描述^[1]。

表1 学业质量水平2与水平4的描述比较

相关素养	水平2描述	水平4描述
物理观念	了解所学的物理概念和规律,能解释简单的自然现象,解决简单的实际问题。	理解所学的物理概念和规律及其相互关系,能正确解释自然现象,综合应用所学的物理知识解决实际问题。
科学思维	能在熟悉的问题情境中应用所学的常见的物理模型;	能将实际问题中的对象和过程转换成所学的物理模型;
	能对比较简单的物理问题进行分析 and 推理,获得结论;	能对综合性物理问题进行分析 and 推理,获得结论并作出解释;
	能使用简单和直接的证据表达自己的观点;	能恰当使用证据证明物理结论;
	具有质疑和创新的意识。	能对已有结论提出有依据的质疑,采用不同方式分析、解决物理问题。

基金项目:本文为教育部人文社会科学重点研究基地重大项目“基于‘互联网+’的民族地区科学普及研究”(批准号:16JJD880034)的研究成果。

续表 1

科学探究	能观察物理现象,提出物理问题;	能分析相关事实或结论,提出并准确表述可探究的物理问题,作出有依据的假设;
	能根据已有的科学探究方案,使用所学的基本的器材获得数据;	能制订科学探究方案,选用合适的器材获得数据;
	能对数据进行整理,得到初步的结论;	能分析数据,发现其中规律,形成合理的结论,用已有的物理知识进行解释;
	能撰写简单的报告,陈述科学探究过程和结果。	能撰写完整的实验报告,对科学探究过程与结果进行交流和反思。
科学态度与责任	认识到物理学是基于人类有意识的探究而形成的对自然现象的描述与解释,并需要接受实践的检验;	认识到物理研究是一种对自然现象进行抽象的创造性工作;
	有学习物理的兴趣,具有实事求是的态度,能与他人合作;	有学习和研究物理的内在动机,坚持实事求是,在合作中既能坚持观点又能修正错误;
	认识到物理研究与应用会涉及道德与规范问题,了解科学·技术·社会。	能依据普遍接受的道德与规范认识和评价物理研究与应用,具有保护环境、节约资源、促进可持续发展的责任感。

从表 1 可见,关于水平 2 和水平 4 的描述,存在明显区别。例如,在与“物理观念”相关的描述中,水平 2 强调“了解”“简单”等,水平 4 则强调“理解”“综合应用”等;在与“科学思维”相关的描述中,水平 2 强调“熟悉”“简单”“直接”“意识”等,水平 4 则强调“实际”“转换”“综合”“恰当”“有依据”等;在与“科学探究”相关的描述中,水平 2 强调“观察”“已有的”“初步的”“简单”等,水平 4 则强调“准确”“合适的”“合理的”“完整的”等;在与“科学态度与责任”相关的描述中,水平 2 强调“兴趣”“了解”等,水平 4 则强调“创造性”“责任感”等。

因此,在修订教材习题时,应根据育人目标,关注学生对物理内容的掌握情况以及学生的物理学科核心素养的不同表现,参考学业质量水平的不同特征及要求,恰当设计有利于培养学生物理学科核心素养的习题。

2 教材习题的国际比较及我国相关现状调研

曾有研究者选定美、英、法、德、俄、中、日、韩、新、澳十个代表性国家的主流高中物理教材,比较研究了教材难度^[2]及习题难度^[3],其中与习题难度比较相关的结果如图 1。

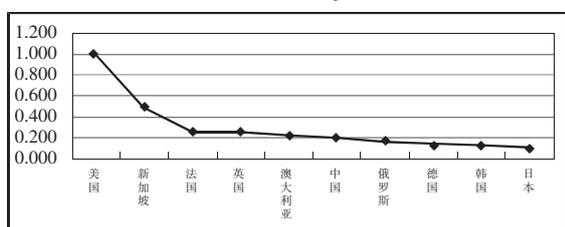


图 1 高中物理教材习题难度的国际比较

由图 1 可知,习题难度从高到低的排序为:美、新、法、英、澳、中、俄、德、韩、日,我国教材的习题难度排序第六,属于中等偏易的水平。关于习题广度(习题量)的比较结果如图 2 所示,其排序依次为:美、新、法、澳、俄、英、中、韩、德、日,我国教材的习题广度排序第七。这说明我国高中物理教材的习题偏易,且习题量偏小。

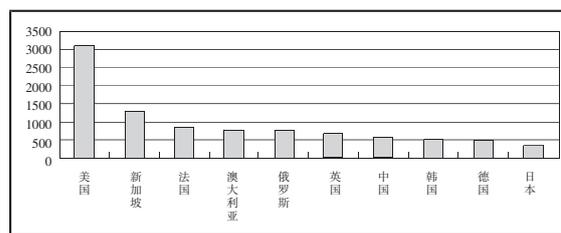


图 2 高中物理教材习题广度的国际比较

当依据《普通高中物理课程标准(实验稿)》编写的国家普通高中物理教材(实验版)在我国使用过程中,有研究小组承担教育部原基础教育二司委托项目“普通高中新课程物理教科书使用情况调研”,对北京、安徽、甘肃、杭州、河南、吉林、江西、重庆、湖北、云南十个省市进行了调研。其中,关于教师从课外辅导资料中补充习题的调研结果如图 3 所示,有 72.81%的教师总是或者经常从课外辅导资料中补充习题,22.17%的教师有时补充习题,4.85%的教师偶尔补充习题,0.16%的教师从不补充习题。这一结果说明,教材中的习题不能满足教学的需求,多数教师都需要从课外辅导资料中补充习题。进一步调研得知,

教师们希望增加的习题量及习题类型,他们希望合理加强教材的习题量及深度,希望增加能促进学生全面发展的习题,如增加有生活或自然情境的习题、能培养学生实验能力的习题、有不同层次不同功能的习题等。这些皆为教材的习题修订提供了参考。

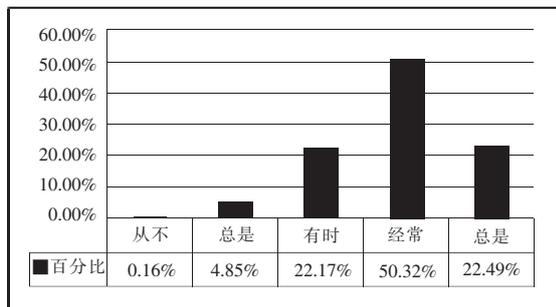


图 3 教师从课外辅导资料中补充习题的情况调查

3 修订版教材的习题设计及案例剖析

根据 2017 版课标的要求、国际比较和国内调研结果,修订版教材的习题设计注重融入对“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”四个方面的检测,关注学生的认知规律,反映物理学科本质,密切联系生产、生活实际,体现习题在促进学生发展、甄别学生学业质量水平的功能。下面分别从“例题”“节练习”“章末练习”“单元自我检测”几个方面来展示修订版教材(侧重鲁科版,即司南版教材)对习题设计的思考。

3.1 “例题”:体现示范、促进迁移

教材中的“例题”具有启发学生应用知识、归纳方法、培养能力和发展思维的育人功能,具有问题解决的示范及迁移作用。修订版教材精选“例题”,且通过不同环节及栏目设计等,充分发挥“例题”的育人功能。

下面以必修第一册第 5 章第 5 节的“例题”为例(图 4)^[4],展示修订版教材中关于“例题”设计的思考。在“例题”中,含有“分析”“解”“讨论”“迁移”环节和“策略提炼”栏目。在“分析”环节,主要示范性地引导学生学习如何分析题干,如何从题干中提取解题的关键信息;在“解”环节,引导学生学习如何规范地解题,给学生规范解题的示范,提示学生通过解题,不仅获得答案,而且要理清解题思维的发展脉络,关注解题步骤的逻辑联系;在“讨论”环节,提醒学生仅仅获得答案是不够的,还需学习如何反思、评估,如何提出有依据的质疑等;在“迁移”环节,给学生提供举一反三的思维发展空间,培养学生的迁移能力。

例题

一个质量为 70 kg 的人乘电梯下楼。若电梯以 3 m/s^2 的加速度匀减速下降[图 5-27(a)],求这时他对电梯地板的压力。(取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$)

分析

人向下做匀减速直线运动,说明加速度方向与速度方向相反,即加速度方向向上。可根据牛顿第二定律求出支持力,然后由牛顿第三定律求得人对地板的压力。

解

以人为研究对象,受力分析如图 5-27(b)所示。

取竖直向上为正方向,设电梯地板对人的支持力大小为 N 。根据牛顿第二定律可得

$$N - mg = ma$$

所以

$$N = m(a + g)$$

$$= 70 \times (3 + 10) \text{ N}$$

$$= 910 \text{ N}$$

根据牛顿第三定律,人对地板的压力大小也等于 910 N,方向竖直向下。

讨论

人对电梯地板的压力大于自身重力,出现超重现象。无论物体是向上运动还是向下运动,只要加速度方向向上,就必然产生超重现象。该情境中若加速度较大,人会有怎样的感受?

图 5-27 匀减速下降的电梯及乘电梯的人的受力分析示意图

策略提炼

解决超重与失重的问题,其实是牛顿运动定律的运用。在解决此类问题时,要注意分析运动情况及受力情况,尤其要注意加速度的方向。

如果物体的加速度方向向上,则该物体处于超重状态;若加速度方向向下,则该物体处于失重状态。

迁移

若加速度方向向下,情况会怎么样呢?

在例题中,若电梯离开某楼层匀加速下降,其他条件不变,则人对电梯地板的压力又为多大?请计算得出结果。

图 4 教材“例题”案例

另外,特别为“例题”设计的“策略提炼”栏目,则是对此“例题”解题方法的进一步提炼与升华,以便学生触类旁通,站在更高的平台理解该“例题”的意义。例如,在超重和失重“例题”的“策略提炼”中,提醒学生“解决超重与失重的问题,其实是牛顿运动定律的运用。在解决此类问题时,要注意分析运动情况及受力情况,尤其要注意加速度的方向。如果物体的加速度方向向上,则该物体处于超重状态;若加速度方向向下,则该物体处于失重状态。”这从解题的角度提炼的解题策略不仅适用于此题,而且适用于关于超重、失重的一类问题。这样的“策略提炼”具有指导解题的实用性,能很好地指导学生解题。当然,我们知道,学习物理的目的不仅仅是为了解题,而是为了更高远的目的,即提升学生的物理学科核心素养。为此,教材在紧挨该“例题”的前面特别通过“素养提升”栏目强调了与超重、失重现象相关的物理核心内容,即“能理解牛顿运动定律的内涵,能分析超重和失重现象,知道单位制的意义及国际单位制中的力学单位;能用牛顿运动定律解释生产、生活中的相关现象,解决一些相关的实际问题。具有与牛顿运动定律相关的运动与相互作用观念。”这里强调牛顿运动定律才是物理的核心内容,而超重、失重本身仅仅是运用牛顿运动定律分析的现象。以此提示学习者怎样

抓住学习的重点。

3.2 “节练习”:巩固习得、发展思维

修订版教材每节后面的“节练习”从易到难,从单一至综合,通常有6题左右。根据2017版课标中规定的学业质量要求,在“节练习”中给出了不同水平的习题,必修教材中设计了1-2水平(黑色标号)、3-4水平(红色标号)和标有“*”的习题。其中,标有“*”的习题有一定难度,可根据具体情况选做。例如,在必修第一册第1章第3节“速度”的“节练习”中(图5),有6题,其中第1题和第2题为选择题;第3题是与子弹穿过扑克牌有关的简单计算题及问答题;第4题是根据位移-时间图像求飞机的巡航速度;第5题求摩托车总的平均速度,是有一定难度的计算题;第6题是以“龟兔赛跑”为背景的涉及平均速度和瞬时速度的思辨题。前四题(标记黑色)属于1-2水平的习题,后两题(标记红色)则为3-4水平的习题。在选择性必修教材的“节练习”中,习题对应不同的学业质量水平,其中标有“*”的习题有一定难度,可根据具体情况选做。“节练习”的习题皆注重基础性,侧重帮助学生复习、巩固并拓展该节的学习内容,习题素材源于生活、源于自然,引导学生通过情境建模解决问题。在“节练习”的后面还设计了“请提问”栏目,希望通过此栏目引导学生反思,培养学生发现问题、提出问题的能力。

节练习

- 人们通常所说的“速度”,有时指瞬时速度,有时指平均速度。下列表述中,指瞬时速度的是
 - 子弹射出枪口时的速度是800 m/s
 - 汽车从甲站行驶到乙站的速度是20 m/s
 - 火车通过广告牌的的速度是72 km/h
 - 人散步的速度约为1 m/s
- 在利用光电计时器测瞬时速度时,已知固定在滑块上的遮光板的宽度为2.00 cm,遮光板经过光电门的遮光时间为16 ms,下列说法正确的是
 - 滑块经过光电门位置时的瞬时速度为0.125 m/s
 - 滑块经过光电门位置时的瞬时速度为1.25 m/s
 - 为使平均速度大小更接近滑块的瞬时速度,应尽量宽的遮光板
 - 为使平均速度大小更接近滑块的瞬时速度,应尽量减少遮光时间
- 高速摄影机拍摄的子弹头穿过扑克牌的照片如图所示。设子弹头的平均速度大小是900 m/s,扑克牌的宽度为5.7 cm,子弹头的长度为1.9 cm。
 - 请估算子弹头穿过扑克牌的时间。
 - 上述问题中子弹头可视为质点吗?为什么?
- 一架客机在正常巡航飞行时,相对于某一位置的位移-时间图像如图所示。根据图像,飞机的巡航速度为多大?
- 一辆摩托车沿平直公路做直线运动,前半段位移的平均速度大小为20 m/s,后半段位移的平均速度大小为30 m/s,求摩托车全程的平均速度大小。
- 如图所示,在寓言“龟兔赛跑”中,乌龟先到终点。你认为乌龟和兔子谁跑得更快?请作出解释。若兔子跑过某位置时的瞬时速度为6 m/s,能否说兔子每1 s都跑了6 m,或者说每跑6 m都用了1 s的时间?其含义是什么?

图5 “节练习”案例

另外,修订版教材还有与学生必做实验有关的“节练习”设计。在本刊今年第3期文章中介绍

了修订版教材的学生必做实验设计^[5],每个学生必做实验都通过节名凸显出来,那么在该节的“节练习”则围绕此实验展开。例如,必修第一册第2章第4节“科学测量:做直线运动物体的瞬时速度”对应的“节练习”有6题,其中第1题是完成该实验有关的实验报告;第2、第3、第4题分别是通过打点纸带或频闪照片判断物体的运动情况或求瞬时速度和加速度;第5题则是属于3-4水平的题目(图6),因其是在必做实验基础上的拓展,有一定的迁移发展功能。

5. 电磁打点计时器是使用交流电工作的计时仪器,其工作电压通常为_____ V。当电源的频率为50 Hz时,该打点计时器每隔_____ s打一次点。某同学用打点计时器、重物和纸带做研究重物下落运动的实验,如图(a)所示。选出的纸带如图(b)所示, O、A、B、C、D是五个计数点,从O开始每隔一个点选一个计数点。用毫米刻度尺测得OA = 6.63 cm, AB = 8.16 cm, BC = 9.7 cm, CD = 11.23 cm。这四个数据中不符合读数要求的是_____。根据以上数据可知,重物做_____运动。当打点计时器打下点B时,重物下落的速度大小是_____ m/s,重物下落的加速度是_____ m/s²(结果保留3位有效数字)。若用其他更准确的方法测出重物下落的加速度为9.80 m/s²,则本实验加速度测量值的相对误差为_____。

6. 将打点计时器打出的纸带,以间隔相同数量的点的方式依次剪成短纸条,然后按先后顺序粘贴在一起,再将各短纸条顶端的中点连起来,如图所示。请根据图形特点判断它们分别表示什么样的运动,并说明判断的理由。

图6 与学生必做实验相关的“节练习”案例

3.3 “章末练习”:强化综合、多元发展

修订版教材每章末有“章末练习”,含“科学认知”“科学辨析”“科学探究”“科技交流”“温故知新”“我的学习总结”等几大类型的习题,通常有10~12题左右。其中,“科学认知”类题目有选择题、问答题和计算题等,旨在帮助学生综合复习、巩固该章的概念及规律等;“科学辨析”类题目主要是简答题、说明题等,旨在提升学生在科学建模、科学推理、科学论证或质疑创新等方面的能力;“科学探究”类题目主要是实验题,通常出现在该章有学生必做实验的“章末练习”中,旨在提升学生的科学探究能力;“科技交流”类题目主要是论述题,培养学生的陈述能力以及关心相关社会问题的责任感等;“温故知新”类题目主要检测不同章的内容,要求学生画出概念图,皆出现在每单元最后一章的“章末练习”中,旨在提升学生综合解决问题的能力;“我的学习总结”主要引导学生反思、总结、梳理,以使其更好地进步。“章末练习”与“节练习”类似,也是从易到难按照不同水平设计题目,划分了1-2水平(黑色标号)、3-4水平(红色标号)和标有“*”的习题。例如,必修第一册第2章的“章末练习”有12个题目(图7),其中“科学认知”类题目有8个,前5题为1-2水平,第6题的航母舰载机问题、第7

题的自行车与汽车的问题、第 8 题的升降机问题皆为 3-4 水平,有一定难度;第 9 题用自制“滴水计时器”探究小车运动的问题是“科学探究”类题目,因为该章含学生必做实验,所以该章的“章末练习”有与此相关的探究类习题;第 10 题为“科技交流”类题目,培养学生论证自己观点的交流表达能力;“温故知新”类题目的第 11 题旨在培养学生综合解决问题的能力,第 12 题要求学生根据第 1 章(运动的描述)和第 2 章(匀变速直线运动)的内容画出概念图,这是第一单元最后一章对应的题目(先让学生思考并画出概念图,老师可参考“教师用书”给出的概念图参考答案作出判断)^[6]。

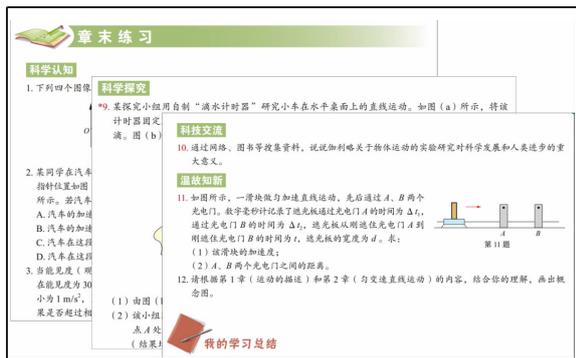


图 7 “章末练习”案例

3.4 “单元自我检测”:强化评估、利于反思

修订版教材在每个单元末通常设计有“单元自我检测”(若某单元属于科普常识介绍,或某单元可与其相邻单元的自我检测整合,则不再专门设计)。每个“单元自我检测”通常一节课可以完成,3 个单选题、2 个多选题、1 个实验题、2 个计算题,教师可根据具体情况让学生完成“单元自我评价”。完成“单元自我评价”有两种形式:一种是完成开放式的单元自我评价报告,另一种则是完成单元自我评价的表格。无论哪种方式,皆旨在引导学生进行自我评价,反思自己学会了什么、存在什么问题及今后努力的方向等。

例如,必修第一册第 1 章和第 2 章组成的与运动学有关的第一单元^[7],其“单元自我检测”如图 8 所示。其中,第一类题目为选择题,引导语为“选择题(本题共 5 小题。在每小题给出的四个选项中,第 1~3 题只有一项符合题目要求,第 4、5 题有多项符合题目要求)”;第二类题目为非选择题,第 6 题是实验题,因为此单元含学生必做实验,第 7、第 8 题是计算题,有一定难度。最后是“单元自我评价”栏目,要求学生完成开放式

的“单元自我评价”报告。

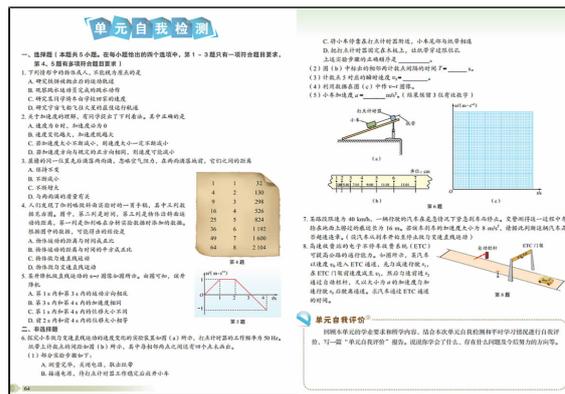


图 8 “单元自我检测”案例

必修教材与选择性必修教材(6 册)共有 16 个“单元自我检测”。其中,必修第一册对应“运动学”“静力学”“力与运动”3 个单元;必修第二册对应“功与能”“抛体运动”“万有引力定律”3 个单元;必修第三册对应“静电场”“电路”“电磁场”3 个单元;选择性必修第一册对应“动量及其守恒”“机械振动与机械波”“光”3 个单元;选择性必修第二册对应“安培力与洛伦兹力”“电磁感应与交变电流”2 个单元;选择性必修第三册对应“分子与热学”“原子与原子核”2 个单元。这些“单元自我检测”强化了习题的评价与反思功能。

总体看,修订版教材的习题设计,定位于促进学生物理学科核心素养的培养。力图发挥习题的巩固与延伸功能,帮助学生形成物理自然观;发挥习题培养与发展能力的功能,培养学生的科学思维、科学探究能力等;发挥习题反馈与交流的功能,了解学生的学习水平,发现其遇到的困难,以便进一步改进教学方法,提高教学质量,让学生不断进步。

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)[S].北京:人民教育出版社,2018.
 [2]廖伯琴.中小学理科教材难度国际比较研究(高中物理卷)[M].北京:教育科学出版社,2016.
 [3]廖伯琴,罗军兵,马兰,等.高中物理教材习题难度国际比较[J].物理教学探讨,2017,35(11):1-4.
 [4]廖伯琴.普通高中教科书物理必修第一册[M].济南:山东科学技术出版社,2019:7.
 [5]廖伯琴.课程标准与教材修订(三)——如何在教材中凸显物理实验的育人功能[J].物理教学探讨,2020,38(3):1-5.
 [6]廖伯琴.普通高中教科书物理必修第一册(教师用书)[M].济南:山东科学技术出版社,2019:141.
 [7]廖伯琴.课程标准与教材修订(一)——基于 2017 版课标对高中物理教材进行修订的总体思考[J].物理教学探讨,2020,38(1):1-4.

(栏目编辑 廖伯琴)