



人教版高中物理新教材(必修部分) 习题设置特征分析

许月仙 袁海泉

(苏州大学物理科学与技术学院 江苏 苏州 215006)

(收稿日期:2019-12-12)

摘要:物理教材的习题设置是其功能发挥的重要保障,习题设置的特征分析有利于物理教师充分利用习题,发挥习题的核心素养教育功能.2019年版高中物理新教材的习题设置特色明显,具体表现在习题的数量、类型、层次、背景、配图等方面.

关键词:课程标准 高中物理新教材 习题特征

人民教育出版社根据新修订的2017年版《高中物理课程标准》编写了必修及选择性必修共6个模块的教科书,为提高教师和学生的教材使用效率,充分发挥物理教材在巩固学生知识、培养学生的问题解决能力等方面的作用,人教版新教材在习题设置方面具有较大特色.本文以新教材必修3册书课后习题为研究对象,分析了新教材必修部分习题设置的几个特色.

1 习题数量增加 习题类型稳定

2017年人教版新教材改变了原来的课程结构,其中必修课程是全体学生必须学习的课程,是高中物理学科核心素养的共同基础^[1],2004年版教材中与新教材必修部分对应的是物理1、物理2和选修3-1.笔者对2017年人教版物理必修1,2,3和2004年人教版高中物理必修1,2及物理3-1共6册教材中的习题数量进行了统计,2017年版教材必修1,2和3中,习题数量分别为140,132和173道,占比分别为31.46%,29.66%和38.88%;而2004年版教材物理1,2和选修3-1中习题的数量分别为87,74和109道,占比分别为32.22%,27.41%和40.37%,结果如图1和图2所示.

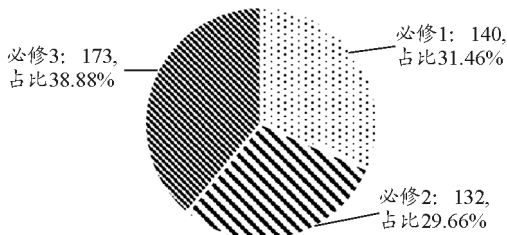


图1 2017年版

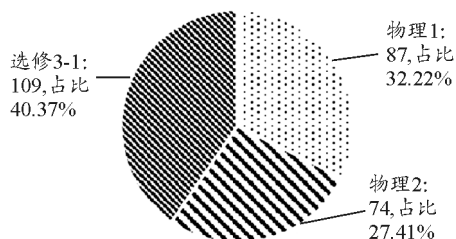


图2 2004年版

人教版新教材中的习题包括节末的“练习题”以及章末的“复习与提高”两个栏目.由统计结果可见,新教材的习题题量增加,3册书共计445道,与2004年版教材相比,习题总数增加了175道.2017年版3册书习题数量占比分别为31.46%,29.66%,38.88%,2004年版3册书习题数量占比分别为32.22%,27.41%,40.37%,可以看出虽然2017年版教材习题总量增加,但是相应的各册教材习题数量的占比保持稳定.

人教版新教材习题题型丰富,大致分为填空题、

作者简介:许月仙(1996-),女,硕士研究生,主要研究方向为物理学科教学.

指导教师:袁海泉(1962-),男,副教授,主要研究方向为物理教学论.

计算题、简答题、作图题、实验题、证明题、实践题、综合题,综合题指包含计算、简答或作图的题目.笔者还

对新教材中的习题类型进行了统计,结果如表1所示.

表1 新教材中习题类型及数量统计

模块	填空 / 道	计算 / 道	简答 / 道	作图 / 道	实验 / 道	证明 / 道	实践 / 道	综合 / 道	合计 / 道
必修1	4	65	41	12	7	2	5	4	140
必修2	1	82	27	7	4	3	0	8	132
必修3	1	79	62	5	15	1	0	10	173

由表1可见,3册教材中均以计算题和简答题为主,占各册书总题量的75.7%,82.6%,82.1%,这类题型要求学生具备一定的计算能力以及语言表达能力.从计算题来看,第二册中的数量最多,表明第二册的知识教学要求较高,需要学会应用.从作图题来看,必修1中的数量超过必修2和必修3,作图题主要来自于教材中涉及到力的章节(弹力、摩擦力、重力、力的合成与分解).选择题作为练习题容易助长学生重结果轻过程的思维习惯,为了更好地发挥物理习题在提高学生核心素养方面的作用,新教材的习题中未出现选择题.

2 习题设置层次分明 学业质量水平指向明确

新教材的习题设置层次分明,体现弹性.具体可分为3个层次,节后练习题、章末练习A组、章末练习B组,A组相对容易一些,属于共同要求,B组相对难一些,属于选学内容.可见,习题设置既考虑到

每一节知识的练习与巩固,又考虑到一章内容的综合练习和复习巩固,在满足教学基本要求的前提下,兼顾了不同层次的学生,有利于培养一般学生的成就感,同时考虑到对优秀学生的挑战性.

习题的设置层次性还体现在同一层次题目的编排上.依据习题设置的目的,同一层次的习题编排大致为辨析概念、巩固新知、训练方法、综合提高,由浅入深,由易到难.节后练习题和章末A组题中第1题基本为辨析概念,或运用所学知识进行简单的定性分析,或运用公式进行简单的计算,或举出生活实例来进行说明等,属于简单题,考查的是学生对于基本知识的理解和掌握.

新教材设置了梯度型的分层分类习题,有易有难,力求与学业水平考试和高考接轨.本文从问题情境、推理水平、数学工具/运算水平对习题的学业水平层次进行分类,分类结果可参照表2.

表2 习题学业水平层次分类参照

学业水平	知识点个数 / 个	问题情境	推理水平	数学工具 / 运算水平
1	1	简单	无、简单	简单
2	1	较复杂	无、简单	较复杂
		复杂		简单
	1	简单、较复杂	较复杂	简单
	2及以上	简单、较复杂	无、简单	简单
3	1	简单、较复杂	简单	复杂
		简单、较复杂	较复杂	较复杂
		复杂、实际	简单	较复杂
		复杂、实际	较复杂	简单
	2及以上	简单、较复杂	简单	较复杂
		简单、较复杂	较复杂	简单
4	2及以上	较复杂、复杂	较复杂	较复杂、复杂
5	3及以上	复杂、实际、新颖	复杂	复杂

根据上述的分类要求,以人教版新教材必修1为例,定性说明必修1各栏目习题所达到的学业水平层次,统计结果如表3所示。

表3 人教版新教材必修1中各学业水平习题数量统计

学业水平层次	节末习题 / 道	章末 A 组 / 道	章末 B 组 / 道	合计 / 道	占比 / %
一级	12	5	0	17	12.14
二级	63	15	6	84	60.00
三级	9	6	11	26	18.57
四级	3	2	8	13	9.29
五级	0	0	0	0	0.00

必修1节末习题多数是学业水平二级,占节末习题总数的72.41%;章末A组题大部分是水平二,少量习题达到水平三和水平四;章末B组题大部分是水平三和水平四,占章末B组习题总数的76.00%。总体上设置的学业水平二级习题数量最多,占比60.00%,目的是满足高中毕业生应达到的合格要求,未出现达到水平五的习题。

学业质量水平四是高等院校招生考试的命题依据,难度较大,对学生的能力要求也更高,更多考查学生的综合素养。必修1中处于水平四的习题数量占比15%。例如第四章“运动与力的关系”章末B组第7题,考查了学生受力分析、摩擦力、牛顿运动定律、匀变速直线运动,涉及的知识点个数为4个;该题共设置3小问,第3小问为“减小拉力 F ,经过一段时间,木块沿铁箱左侧壁落到底部且不反弹,当铁箱的速度为6 m/s撤去拉力,又经1 s时间木块从左侧到达右侧,求铁箱的长度”,木块的运动过程相对较复杂,综合考虑该题的背景和设问方式,问题情境划分为较复杂;该题需推理出木块恰好静止在铁箱后壁上时所受静摩擦力达最大值、撤去外力以后木块相对箱滑动等信息,推理次数相对较多,推理水平划分为较复杂;该题需运用牛顿第二定律、匀变速直线运动等公式进行多步计算,因此数学工具划分为较复杂,综合几个方面,我们将该题界定为学业水平四。

3 习题背景多样化 关注科技进步与社会发展

3.1 习题配图多样化

人教版新教材中习题插图可分为模型及示意

图、生产生活相关图、实验图、网格图及数据表格,统计结果如表4所示。

人教版必修部分配有插图的习题共计257题,占3册书习题总数的57.75%,表明新教材重视习题插图的作用。习题生动的配图可以给学生提供一个清晰的问题情境,促进学生对文本的理解,培养学生的观察、分析、实验及数据处理能力。3册中模型及示意图的占比均最多,分别为56%,63.77%,81.42%。必修3的内容为静电场、电路及其应用,电磁场和电磁波初步,能源及可持续发展,相对于必修1和2,必修3的内容更偏重于技术应用,因此更注重考查学生模型建构能力。

表4 新教材习题配图数量统计

教材	模型及示意图 / 个	生产生活相关图 / 个	实验图 / 个	网格图及数据表格 / 个	合计 / 个
第一册	42	8	11	14	75
第二册	44	17	4	4	69
第三册	92	11	5	5	113
合计	178	36	20	23	257
占比 / %	69.26	14.01	7.78	8.95	100.00

例如第十章第3节“电势差与电场强度的关系”课后练习第3题,图3是某初中地理教科书中的等高线图(图中数字的单位是m),也是一个模型示意图。题目从小山坡的两边地势陡峭程度、把一个球分别从山坡左右两边滚下的加速度的大小判断(把山坡的两边看成两个斜面,不考虑摩擦等阻碍)展开,学生根据已有的知识经验可以正确回答出来,紧接着提出现在把该图看成一个描述电势高低的等势线图,图中的单位是V, a 和 b 哪一边电势降落得快,哪一边的电场强度大,运用学生熟悉的等高线类比复杂抽象的等势线,一步步的引导,帮助学生完成物理知识的建构。

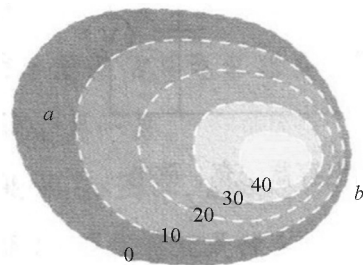


图3 等高线

新教材习题增加了数据表格的阅读,习题中的表格呈现形式有3种,第一种是题目给出完整的实验数据表格,如图4所示,要求学生根据实验数据在网格纸上描点作图或分析实验数据得出结论;第二种是要求学生根据题意进一步的完善表格,如图5所示;第三种是拓展信息的表格,例如各种路面与轮胎间的动摩擦因数表、手机说明书、洗衣机的规格表等,如图6所示,拓展了学生的知识面,学生需要科学地阅读表格,筛选有用的数据进行解答。

钩码质量 m/g	0	30	60	90	120	150
弹簧总长度 l/cm	6.0	7.2	8.3	9.5	10.6	11.8

图4 第3章第1节课后习题配图

F/N	m/kg	$a/(m \cdot s^{-2})$
0.29	0.86	0.34
0.14	0.36	0.39
0.29	0.61	0.48
0.19	0.36	0.53
0.24	0.36	
0.29	0.41	0.71
0.29	0.36	0.81
0.29	0.31	
0.34	0.36	0.94

图5 第4章第2节课后习题配图

型号	× ×
额定电压、频率	~220 V、50 Hz
额定脱水功率	225 W
质量	31 kg
脱水转速	600 r/min
脱水筒尺寸	直径 300 mm, 高 370 mm
外形尺寸	长 555 mm, 宽 510 mm, 高 870 mm

图6 第6章章末A组课后习题配图

3.2 习题注重时代性 关注科技进步和社会发展的需要

高中物理习题要用于提高学生的模型建构能力,就必须注重习题的实际情境设置,若经常出现物块、小球、质点等抽象模型的问题,将不利于学生的模型建构能力及解决实际问题能力的提升。

由于必修1和必修2研究力和运动,因此教材设置的习题情境与实际问题的关系较为密切,有嫦娥三号登月探测器、航母舰载机的起飞、神州五号载人飞船、风力发电等与科技发展相关的背景,反映出我国科技的进步与发展,同时可以培养学生的爱国情怀;也有百米赛跑、跳伞、滑雪、蹦极、足球等体育运动相关的背景;还有空调外机的支架、地铁、洗衣

机、广场喷泉等与生产生活相关的背景,习题充分联系实际,背景呈现多样化。

必修3的内容相对于必修1和2,与生活实际联系的习题减少了,但是相对于原本的选修3-1,也增加了不少生产生活的素材,如心脏除颤器、质子疗法、手机电池、脂肪测量仪等,学生在习题解答的过程中能够感受到物理与科技、生产、生活之间的广泛联系,激发学习物理的兴趣。

此外,新教材习题设置还突出了STSE的思想,强调科学技术的社会意义,有利于学生用科学、技术、社会相联系的观点看待问题^[2],如第五章章末B组第2题,环保人员在检查中发现有一根排污管正在向外满口排出大量污水,环保人员只有一把卷尺,想估测该管道的排污量;第十一章第三节课后练习第2题,居民生活水平提高,纯净水已经进入千家万户,某市对市场上出售的纯净水质量进行了抽测,结果发现不少样品的电导率不合格,在解题的过程中,让学生认识到环境恶化已经成为关系人类社会可持续发展的大问题,从而提高学生保护环境意识。

4 习题具有典型性 关注物理问题解决能力的训练

4.1 设置典型习题 重视培养学生的迁移运用能力

新教材选择了具有较大迁移力的典型习题,使学生通过训练既能巩固知识,又能触类旁通,举一反三,逐步发展物理能力^[3]。例如把重力 G 按照力的作用效果沿平行于斜面和垂直于斜面方向分解为两个分力,在很多综合题中均涉及到,学生掌握了分解的方法,在具体的复杂的实际问题中也能游刃有余。

除了设置具有较大迁移力的习题,新教材还重视考查学生的迁移运用能力,促进物理概念的理解,例如第九章第3节“静电场及其应用”仿照电场强度的定义,你认为应该怎样定义重力场强度的大小及方向.由于电场力与重力类似,电荷量与物体的质量类似,根据重力与质量的关系,电场力与电荷量的关系,学生将电场和重力场类比,将电场的相关知识迁移运用到重力场中,就能分析得出重力场的强度大小及方向。

4.2 关注学生的科学思维 提升学生的核心素养

新教材对模型的建构要求更具体、明确,例如新教材习题中增加了“质点”的相关习题,要求学生知道将物体抽象为质点的条件,能将特定实际情境中

的物体抽象成质点,体会建构物理模型的思维方式.在引导学生构建相应物理模型的过程中提高分析与解决实际问题的能力.

新教材中简答题数量最多,简答题是学生科学推理和科学论证思维的体现.除了传统的简答题,还包括辨析题、知识归纳类的简答题,例如质点、位移和路程、加速度、时间和时刻等概念的辨析,第六章章末A组第1题要求学生根据加速度的特点,对7种运动进行分类,并画出分类的树状结构图.通过该类习题的练习有利于学生构建完整的知识体系,形成知识网络.

证明题的设置也较好地考查了学生的科学论证能力,例如证明物体对弹簧测力计的压力大小等于物体所受的重力;证明质点与圆心连线扫过的角度与质点速度方向改变的角度相等;证明 ρT^2 是一个常量,即对任何行星都相同.科学论证的过程离不开科学推理,通过证明题强化学生的证据意识,提高学生的科学推理能力.

4.3 增加图像练习题和半定量化的估算题 训练学生物理问题解决的能力

在必修1第一章中 $x-t$ 和 $v-t$ 函数图像出现次数频繁,在物理图像本身的斜率、物理图像与坐标轴交点、两条图像的交点、物理图像与坐标轴所围面积含义上考查学生的理解,例如第一章第4节课后练习第5题,根据 $v-t$ 图像中的数据计算加速度的大小,并说明加速度的方向,章末B组第2题要求学生说明 $x-t$ 图像中每段运动过程的速度大小和方向,并作出 $v-t$ 图像,描述相应的过程.图像作为一种常用的手段和方法,能够很好地帮助学生理解物理概念、分析物理规律、简化物理情境,2017版课程标准明确提出“能用公式、图像等方法描述匀变速直线运动”,因此通过该类习题的设置引导教师在教学过程中要注重提高学生运用数学解决物理问题的能力.

新教材设置了半定量化的估算题,估算题贴近生活,联系实际,例如第四章章末B组第5题,某人在地铁上利用细绳、圆珠笔等测量地铁启动过程中的加速度,地铁启动后的某段加速过程中,细绳偏离了竖直方向,让学生根据拍摄的当时情景的照片估算此时地铁的加速度,并写明测量步骤、数据、计算过程和结果.学生需要联系所学知识借助粗糙的物理模型进行大致的、简单的推理,对物理量的数量级

进行大致的估算,培养学生对物理量的估算能力,提高学生的模型建构和科学推理能力.

5 增加实验习题数量 重视实验技能训练导向

人教版新教材重视实验的考查,2017年版课程标准中设置了21个学生必做实验,必修3册书中共计12个,3册书习题部分涉及到9个,共计24道实验习题,实验习题数量较多,引导教师和学生注重实验技能的考查,必修部分学生必做实验考查的次数统计如表5所示.

表5 学生必做实验习题的考查次数统计

模式	实验题涉及的 学生必做实验	相关习题 考查次数/次
必修1	测量物体做直线运动的瞬时速度	2
	探究弹簧弹力与形变量之间的关系	1
	探究加速度与物体受力、 物体质量的关系	3
必修2	验证机械能守恒定律	2
	探究平抛运动的特点	3
必修3	长度的测量与测量工具的使用	1
	测量金属丝的电阻率	1
	用多用电表测量电学中的物理量	7
	测定电源的电动势和内阻	4

学生必做实验的考查内容主要为实验仪器的选择、实验操作的步骤、实验数据图像的绘制、根据图像计算相应的物理量值、分析实验数据得出实验结论.新教材重视物理实验的作用,加强学生实验技能的考查,引导物理教师重视实验,从而提供给学生更多的实验机会.“用多用电表测量电学中的物理量”实验习题次数最多,为7次,但考查难度相对较低,多用电表只要求使用,不要求掌握原理,因此考查内容为多用电表的各挡位读数、多用电表的正确操作步骤.

依据实验数据绘图是数据处理的基本方法,作图过程需要考虑图像坐标轴数量、单位、线的方向、比例尺的选择(使得图像至少占据了网格的一半)、描出细而连续的光滑图线等要求.新教材设置了5道相关的实验习题,有根据提供的实验数据绘图,有在已经标好刻度的网格纸中作图,也有在空白方格纸上作图,对学生的要求不断提高.

6 设置实践性和开放性习题 培养学生的质疑创新能力

新教材设置了一些有趣的实践性习题,让学生体验物理情境,获得感性的认识,学会科学的研究方法,培养质疑创新的能力.在必修1中设置了5道实践类习题,分别为复制纸带绘制 $v-t$ 图像、制作一把人的反应时间测量尺、悬挂法找出均匀三角形纸板的重心、手压桌面往前移感受摩擦阻力、手机加速度传感器测量电梯上升过程的加速度变化.

实践性习题的设置将学生的物理知识与生活应用联系起来,提高了学生的动手能力.例如第二章第1节课后练习第1题,让学生用一张薄纸压在图中,复制打点计时器打出的纸带,再把纸带每隔0.1 s剪断,得到若干短纸条,再把纸条并排贴在一张纸上,使这些纸条下端对齐,作为时间坐标轴,标出时间.最后将纸条上端中心连起来,于是得到 $v-t$ 图像.通过让学生自己动手复制纸带,绘制 $v-t$ 图像,让学生体会科学思维中的抽象方法和物理问题研究

(上接第123页)

正确的,我们应该寻找其他方程来解决多余能量的问题.暗能量空间分布可能具有显著性.研究人员发现,大型的巡天望远镜(Large Synoptic Survey Telescope)是一种强大的暗能量探测仪,结合宇宙微波背景的测量,可以得到暗能量密度的测量值^[10].

虽然目前仍无法确定暗物质和暗能量是什么,但天文学家已经着手使用各种方法对暗物质和暗能量进行探测,相信总有一天我们能够解开暗物质和暗能量目前这一宇宙之谜.

参考文献

- 1 Cormac O'Raiheartaigh, Michael O'Keefe, Werner Nahmb, et al. Einstein's 1917 Static Model of the Universe: A Centennial Review[J]. The European Physical Journal H, 2017(42):461
- 2 王有刚,陈学雷,邹振隆.亚历山大·弗里德曼和现代宇宙学的起源[J].物理,2012,41(10):676
- 3 Alpher R. A., Herman R. C., Remarks on the Evolution

中的极限方法,为后面匀变速直线运动位移公式的推导奠定基础.

新教材关注学生的实验设计能力,例如第三章第1节课后练习第5题,设计实验,观察力作用下的微小形变,第7题利用重心知识设计一个自动冲水的装置;第三章章末习题A组第3题,设计一个测量纸跟桌面之间动摩擦因数的方法;第四章章末习题A组第9题,仿照以上装置,设计一个“水平加速度测量仪”,并要求学生画出示意图进一步说明自己的方法,学生利用掌握的物理知识,结合自己的生活实际,设计满足要求的实验方案,在问题解决的过程中培养了质疑创新能力.

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
- 2 彭前程.聚焦核心素养,体现时代要求——高中物理教科书修订说明[J].中学物理,2018,36(19):2~8
- 3 段玉文.浅析高中物理新教材(上科版)习题编选及其特点[J].物理教师,2003(10):6~8
- 4 林木欣,许国材.宇宙微波背景辐射的发现[J].物理,1990,19(4):246~248
- 5 胡中为.2006年诺贝尔物理学奖获得者的成果——宇宙微波背景辐射与宇宙学[J].科学中国,2007(9):22
- 6 Garmow, G.. Expanding Universe and the Origin of Elements[J]. Phys. Rev., 1946, 70:572
- 7 Ross Pomeroy. We'll Never Know For Sure How Everything Began [EB/OL]. Science & Astronomy, 2018-05-25. <https://www.space.com/40392-will-we-know-how-everything-began.html>
- 8 郭焜.现代宇宙学揭示的宇观、宏观与微观演化的相通性中体现出的哲学与科学的内在统一性[J].系统科学学报,2015,23(02):2~5
- 9 Gianfranco Bertone, Tim M. P. Tait. A new era in the search for dark matter[J]. Nature, 2018(562):51~53
- 10 Tyson, J. A., Wrttnnu, D. M., Hennawi, J. F., et al. LSST: a Complementary Probe of Dark Energy[J]. Nuclear Physics B, 2003(124):24~25