

2018年普通高考全国卷理综物理试题评析*

何龙 程帅 孟卫东

(清华大学附属中学永丰学校 北京 100094)

(收稿日期:2018-06-14)

摘要:2018年高考理综物理试题依然拥有十分显著的命题特征:严格按照《高考大纲》指导思想命制试题,以立德树人为核心立场,以人才选拔分层为功能诉求,力求考出学生物理学科核心素养和5种学科能力.本文以2018年度全国各个地区的高考理综物理试题为切入点,尝试对其命题思路和特征进行评析,并对一线物理教师教学提供一些可参考的建议.

关键词:全国高考 物理试题评析 核心素养 教学建议

本年度的高考顺利结束,整体上来说各区域物理学科高考命题严格遵循《普通高校招生全国统一考试大纲》要求,聚焦教材主干知识内容,注重对基本物理概念、基本物理规律、基本实验技能的考查,引导考生关注日常教材和基础知识的学习.从物理学科能力角度试卷突出考查了理解能力、推理能力、分析综合能力、实验能力和应用数学处理物理问题的能力.另外在命题设置的物理情境中,加入了相当数量的真实物理事件,大到国家级的科研重器小到生产生活实际都有涉及,并在其后问题设计的时候适当加入了开放式和探究式提问,一定程度上考查了考生的创新意识.

以下将依托全国各地高考真题,对本次高考物理命题进行特征分析.

1 高考是选拔性考试

1.1 高考评价体系 其核心立场在于“立德树人 服务选拔 导向教学”

高考作为大规模的全国性考试,其目的性非常明确——立德树人,这也是高中教育的核心目标^[1,2].同样是“立德树人”,“高中教育”与“高考”又有着功能的不同:高中教育是育人成才的过程,我们

的目标是让更多的学生成为德才兼备的优秀人才;而高考则是通过考核的形式完成对已有人才进行分层或者说是能力甄别.对于一届全国考生来说,由于人数已经达到了一定级别,在时间和空间相对稳定的前提下,不同层次不同类型的人才比例分布相对稳定,高考的作用就是要把他们尽量准确地区分出来.

具体到物理学科,要让其层次区分功能达到较好水平,就要求试题严格遵循考纲对学科知识和能力的要求,聚焦主干核心内容和核心能力.纵观本年度全国各区域物理试题,均以经典力学和电磁学等学生终身发展和继续学习必须掌握的知识为主干,配合典型物理模型、真实的实验情景和物理科技前沿背景设计排布.试题涵盖的知识模块十分全面,以主干知识为重点,以重点知识出难点,最大程度上避免了超纲、过难过繁的内容出现.以全国I卷第24和25题为例,第24题中考查了匀变速直线运动中的竖直上抛模型和动量守恒定律的经典应用“爆炸”情景;第25题考查带电粒子在复合场中的运动,涉及两种曲线运动的拼接和功能关系等物理规律的综合应用.两道题目难度阶梯明显,后者还设计了进阶式的3个小问题,进一步细化考生分层.

* 系国家自然科学基金项目“基于大规模考试分数数据的知识能力交互关系研究”课题的研究成果,项目编号61671005

作者简介:何龙(1985-),男,博士,中教高级,主要从事中学物理教学及研究.

通讯作者:孟卫东(1957-),男,正高级教师,特级教师,主要从事中学物理教育、教育教学改革研究.

1.2 高考命题体现物理核心素养水平考查

在新颁布的2017版《高中物理课程标准》中,“立德树人”的根本目标没有变化,其中正式提出了物理核心素养概念,还专门研制了学业质量标准,方便教师对学生能力评估.本年度物理学科高考试题也很大程度上体现了对新课标物理核心素养的水平考查.

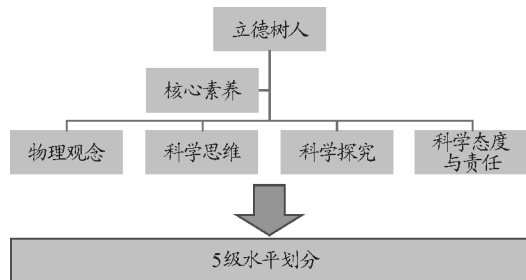


图1 物理学科核心素养关系图

新课标中对物理核心素养的水平划分做了详细论述,并且将每一项素养水平划分为5个等级,下文以“物理观念”为例分析其在本次高考中的考查形式.表1展示了新课标中“物理观念”的划分层级.

表1 核心素养中“物理观念”的水平划分

物理观念	
水平1	能从物理学的视角解释一些简单的自然现象,具有将物理学与实际相联系的意识
水平2	形成初步的物理观念,能从物理学的视角解释一些自然现象,能应用所学的物理知识解决简单的实际问题
水平3	具有物理观念,能从物理学的视角描述和解释自然现象,能应用所学的物理知识解决实际问题
水平4	具有清晰的物理观念,能从物理学的视角正确描述和解释自然现象,能综合应用所学的物理知识解决实际问题,能指导工作和生活实践
水平5	具有清晰、系统的物理观念,能从物理学的视角正确描述和解释自然现象,能灵活应用所学的物理知识解决实际问题,能有效指导工作和生活实践

【例1】(2018年高考天津卷第7题)明朝谢肇淛《五杂俎》中记载:“明姑苏虎丘寺庙倾侧,议欲正之,非万缗不可.一游僧见之,曰:无烦也,我能正之.”游僧每天将木楔从塔身倾斜一侧的砖缝间敲进去,经月余扶正了塔身.假设所用的木楔为等腰三角形,木楔的顶角为 θ ,现在木楔背上加一力 F ,方向

如图2所示,木楔两侧产生推力 F_N ,则

- A. 若 F 一定, θ 大时 F_N 大
- B. 若 F 一定, θ 小时 F_N 大
- C. 若 θ 一定, F 大时 F_N 大
- D. 若 θ 一定, F 小时 F_N 大

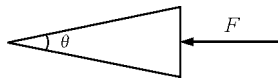


图2 例1题图

本题中,从一则古文记事引申出力的合成与分解规律,不仅弘扬了中国传统文化,也是对考生相互作用物理观念的考查和教育.初中时,对于这种木楔结构,因为 $p = \frac{F}{S}$,我们更关注其尖端对压强的增大效果;到高中学习了平行四边形法则后,我们可以根据木楔结构的几何关系判断出 F 向两侧外推的作用效果更强,即 F_N 远大于推力 F .木楔的这种相互作用特征可以推而广之到菜刀、斧子等等日常工具,如果考生有心,可以将这一现象再提升一个高度:生活中物体与物体的相互作用过程并不一定是单一形式的,往往是多种规律、多个力共同作用的结果.例如在斧子砍入树木的最开始阶段,锋利斧刃造成的增大压强效果起主导破坏作用,当斧子进入树木内部,由锐角结构造成对两边推力增大的作用效果显著增强.如何在一个真实的生活情境中,找到起主导的核心规律,并灵活运用物理知识解决问题,就是考生物理观念核心素养的集中体现了.

此外,全国II卷第14题要求考生能够树立正确的能量观念来解决问题,全国I卷第15题要求考生对物体的运动、物体之间的相互作用的概念有深入的理解等等.当然,科学思维、科学探究、科学态度与责任3项核心素养均在本年度高考试题中有所体现,这里就不再一一赘述.可见,本年度物理命题十分注重对物理核心素养的考查,这是对新出台《课程标准》的尊重,也是对未来一线教学的有力引导.

1.3 综合考查5种能力 突出实验能力培养

1.3.1 重视情境创设,考查综合能力

在本年度的物理学科考试大纲中依然明确规定了5种能力考查目标:理解能力、推理能力、分析综合能力、实验能力和应用数学处理物理问题的能力.5种能力对应各自的应用领域,但在实际解决问题的过程中,往往需要多种能力的综合运用.

【例2】(2018年高考全国卷第19题) 地下矿井中的矿石装在矿车中,用电动机通过竖井运送到地面.某竖井中矿车提升的速度大小 v 随时间 t 的变化关系如图3所示,其中图线①②分别描述两次不同的提升过程,它们变速阶段加速度的大小都相同;两次提升的高度相同,提升的质量相等.不考虑摩擦阻力和空气阻力.对于第①次和第②次提升过程,

- 矿车上升所用的时间之比为4:5
- 电机的最大牵引力之比为2:1
- 电机输出的最大功率之比为2:1
- 电机所做的功之比为4:5

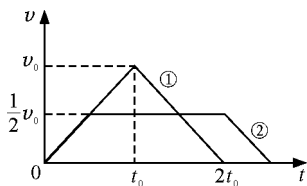


图3 例2题图

在解决这一道题的过程中,考生需要理解“速度与时间函数图像”中斜率、面积等参数的物理意义,通过分析函数图像的特征推理出两次不同过程对应的物理情景,最终结合功率、功的物理定义综合分析出正确结论.

1.3.2 突出实验能力考查 兼顾经典实验与创新实验

实验教学是高中物理教育的重要内容,进行设计、操作、分析实验也是学生物理学科素养的集中体现,历年来实验考查都是物理高考的重点内容之一.今年的北京卷物理试题尤其是如此,实验内容考查所占分值为历年之最,共涉及1个光学实验、1个力学实验和两个电学实验.

【例3】(2018年高考北京卷第23题)(18分) 如图4所示,用电动势为 E ,内阻为 r 的电源,向滑动变阻器 R 供电.改变变阻器 R 的阻值,路端电压 U 与电流 I 均随之变化.

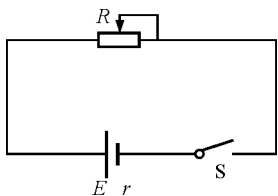


图4 例3电路图

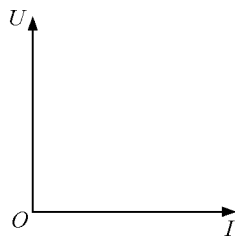


图5 画 $U-I$ 曲线

(1) 以 U 为纵坐标, I 为横坐标,在图5中画出变阻器阻值 R 变化过程中 $U-I$ 图像的示意图,并说明 $U-I$ 图像与两坐标轴交点的物理意义.

(2)a. 请在图5画好的 $U-I$ 关系图线上任取一点,画出带网格的图形,以其面积表示此时电源的输出功率;

b. 请推导该电源对外电路能够输出的最大电功率及条件.

(3) 请写出电源电动势定义式,并结合能量守恒定律证明:电源电动势在数值上等于内、外电路电势降落之和.

在这道题目中,第(1)问考查了“伏安法测电源电动势和内阻”这个经典实验的基本原理,属于课本实验的重现.第(2)问难度开始提升,从实验原理考查过渡到对实验数据的进一步挖掘,考生需要明确输出功率与路端电压、电流的关系,能够将这一关系投射到函数图像中去,并运用数学工具对物理量间的函数关系进行求解.第(3)问更进一步,将电动势概念中所牵涉的功能关系尽数抛出,只有能够深入理解电动势非静电力做功和能量守恒的物理意义,才有可能梳理出正确的解题思路.这不失为一种对经典物理实验的创新性挖掘,类似的试题还有今年北京卷第21(5)题.可见我们的高考要考出能力,并非是一句漂亮的口号,而是扎实的在向这一目标迈进.

2 教学建议

2.1 认真研读政策文件 找准指导教学抓手

本年度的高考物理试题,十分严格的遵循了物理学科《考试大纲》的指导思想,与此相关的政策性文件还有《考试说明》和《课程标准》.这3本材料是

(下转第112页)

的 $I-t$ 图像,然后利用图像处理中的“积分”功能,就能直接得出电容器的电荷量.改变电压,重复实验,这样就能比较直观地得出电容器的电荷量与电压的关系.做这个实验,学校必须配备数字化实验器材.

3.2 采用超级电容器 用二分法测定电荷量

如果学校没有数字化实验器材,可以利用二分法测定电荷量.用两个型号相同的电容器,其中一个电容器充电量为 Q ,另一个电容器不带电,让两个电容器充分接触后再分开,则电容器的带电荷量平均分配,每个带电荷量均为 $\frac{Q}{2}$,这就是二分法.重复上述步骤,可以得到 $\frac{Q}{4}, \frac{Q}{8}, \frac{Q}{16}$ 等电荷量.

那么怎样测定电容器的电压呢?教材在探究平行板电容器的电容时用到了静电计测定电压.静电计是个半定量测量仪器,而且只能测定几百伏的大电压,显然静电计不适合测定普通电容器的电压.那么能否用电压表直接测定电容器的电压呢?如果用电压表直接测量电容器的电压,其实就组成了一个 RC 放电电路.在放电过程中 RC 电路的电荷量满足方程: $q = Qe^{-\frac{t}{\tau}} = CEe^{-\frac{t}{\tau}}$, 式中 $\tau = RC$, 称为 RC 电路

(上接第106页)

高中物理一线教师组织教学活动最有力的抓手,认真研读领会其内涵精神,可以让我们的宏观课程架构和常规课堂设计更加优质高效.

2.2 落实“四层”教育 重视“四翼”考核

《高考大纲》中“四层”包含的必备知识、关键能力、学科素养、核心价值对我们一线教师日常的教学内容极有指导性.按照这4个层次对我们的教学内容进行梳理整合,可以让我们的课堂目的性更明确,有助于提高学生学习的全面性和有效性.而“四翼”所强调的是教学成果考核中命题要体现基础性、综合性、应用型、创新性.如果我们日常的作业、练习可以向这样的命题规范靠拢,无疑可以更好地帮助教师和学生进行评价定位,让教育和学习能够做到有的放矢.

的时间常数,以前普通电容器的最大电容也只有上千微法,电压表电阻约为几千欧姆,所以时间常数大约为几秒,用电压表直接测量电容器的电压,电容器的电荷一下子放完了,很难测准电压值,而且电容器的电荷放完了就不能再用电量二分法继续实验.现在如果采用超级电容器,由于超级电容器的电容有几法拉,电压表电阻约为几千欧姆,所以时间常数大约为几千秒,这样有足够的时间测量电压值,而且短时测量电压引起的电荷量变化也极其微小,可以忽略不计.现在超级电容器应用十分广泛,行车记录仪就用超级电容器.超级电容器在网上购买很方便,价格也很便宜,二三元钱一个.所以采用超级电容器,用二分法测定电荷量,来探究电容器的电荷量与电压的关系,简洁方便,经济实惠,实验效果也最为直观.

参考文献

- 1 祁红菊.有效进行概念教学的4个关键——以“电容器的电容”为例.物理通报,2016(7):52~54
- 2 赵凯华,陈熙谋.电磁学.北京:北京高等教育出版社,1985.511~522

2.3 立足学科核心素养 提升物理综合能力

教育是一个时间跨度较大的过程,其效果显现的滞后特征十分明显,物理学科核心素养的教育不可能一蹴而就,这就要求我们物理教师要在日常教学中注重物理情境的创设,确保经典实验、重要实验的深入挖掘,培养学生在物理情景中、在实验探究中发现问题、提出问题、解决问题的能力,当学生可以科学而有条理地进行探究实验时,高中物理教育的目的就基本实现了.

参考文献

- 1 姜钢.中国教育报.2016
- 2 教育部考试中心.普通高等学校招生全国统一考试大纲.北京:高等教育出版社,2017
- 3 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017年版).2017