



从2019年高考试题浅谈 物理学科高考与一线教学的关系

孟卫东 何 龙

(清华大学附属中学永丰学校 北京 100094)

(收稿日期:2019-06-17)

编者按:孟卫东、何龙老师在此文中对2019年高考物理试题的特征及用意进行了全面、深入的分析。以此为基础,提出了“完整的高中物理教育应该是一线教学与高考的结合体”这一富有教育哲理的见解,值得深思;希望对广大一线教师更好处理高考与日常教学关系方面有所启发。

摘 要:高考与高中教学都是以育人育才为最终目标,从《高考大纲》中“一体四层四翼”的基本框架出发,依托2019年物理学科全国高考真题,逐层剖析高考与高中物理教育间的依存关系,高考作为筛选机制,遵从“四翼”命题要求,负责人才的分层甄选;高中教学则要以高考考核的“四层”内容为方向,在学科教学的过程中渗透国家对未来人才的需求,完整的高中物理教育是一线教学与高考的结合体,其整个教育过程可以归纳为忠于“一体”,行于“四层”,成于“四翼”。

关键词:高考物理 一体四层四翼 高中物理教学

2019年的高考可以说背负着继往开来的使命。一方面,就高中教育本身来说,2019年是全国很多地区最后一年现有形式的高考;另一方面,值此民族复兴的重要时期,高考是为国家、社会、民族选拔后备人才的重要方式,高考是基础教育和高等教育衔接的关键一环,在“立德树人”的核心诉求下,其导向属性和选拔属性显得十分突出。其中,物理学科作为重要的基础科学学科,我们可以从其试题中找到清晰的命制脉络。

“少年强则国强”,教育强则少年强,在遵循“立德树人、服务选材、引导教学”为核心目标的前提下,高考全国卷理科综合3套试卷中物理学科试题从“基础性、综合性、应用性、创新性”4个层面切实完成对考生物理学科核心素养的考查,并在实验探究类题目中重视经典物理实验的重现,回归物理教材和物理本质。同时物理试题整体考查的难度适宜,两个选考模块题型稳定、难度相当,很好地体现了公平性。期盼后续的统计数据公布后各套物理试题会

有较好的区分度和恰当的难度值,为高校选拔人才做出优质保障。

1 从“四翼”命题原则看国家对人才需求的层次关系

“四翼”考查要求,是对各学科高考命题的原则性约束,要求考生完成考试后能够通过其成绩体现不同层次的知识、能力水平,同时也体现了国家对人才知识能力需求的定义^[1]。具体来讲“四翼”间的关系可以大致分为两类:基础性与综合性可以归结为对学科知识能力难易度的区分;应用性和创新性是从学以致用层面对考生进行评估。考生完成相应能力层次的试题,即会得到相应的分数,在大样本数据采集的基础之上不同的分数区间就代表考生相应的物理学科能力层次。这就是对不同层次人才甄别需求的国家意志在高考中的集中体现。

(1) 试题注重对物理必要基础知识和技能的考查

近几年的高考物理十分注重对基本物理概念、基本物理规律、基本实验技能的考查,也就是突出考试内容的基础性.在物理学科的高考命题中,基础性绝不是要给出所谓的“送分题”,“基础”并不等同于“简单”,而应把“基础性”理解为“必要性”.2019年物理试题考查的落脚点大都是在教材中经过千锤百炼的经典模型、经典方法和重要规律上.

【例 1】(2019 年高考全国 I 卷理科综合第 14 题)氢原子能级示意图如图 1 所示.光子能量在 $1.63\text{eV} \sim 3.10\text{eV}$ 的光为可见光.要使处于基态 ($n=1$) 的氢原子被激发后可辐射出可见光光子,最少应给氢原子提供的能量为()

- A. 12.09eV B. 10.20eV
C. 1.89eV D. 1.51eV

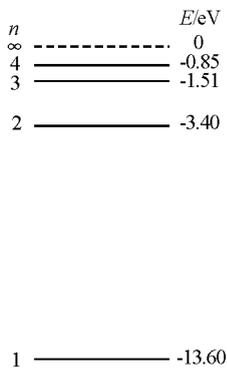


图 1 例 1 题图

答案:A.

例 1 描述的物理情景运用的是氢原子光谱的能级量子化模型,该模型的重要性在物理学史已有评述,对考生建构原子物理知识框架十分重要.解题过程中考生需要真正理解氢原子线状光谱的产生原因,了解能级跃迁的物理规则,并根据题设对可见光的限定做出最终选择:只有基态电子吸收选项 A 中的能量后跃迁至第 3 能级,然后再向第 2 能级跃迁,才能产生可见光范围内的光子辐射.

如果考生对该模型理解到位,应该很快意识到选项 C 和 D 的能量根本无法被基态电子吸收,而选项 B 只能让电子跃迁到第 2 能级,向外辐射光子能量也只有 10.20eV 一种,排除法就可以很快选择选项 A.可见,题目考查的重点在于基础模型的认知,而不是解题过程的难易.类似的试题还有全国 I 卷的第 17 题、第 22 题,全国 II 卷的第 14 题、第 15 题、第 22 题,全国 III 卷的第 15 题、第 16 题、第 24 题等.

这些题目都体现了考查内容的基础性,其命题角度和考查方式也可圈可点.

(2) 试题突出综合性特征,从经典到融通的升华

2019 年物理试题对综合性的考查,主要体现在要求考生能够综合运用物理学科的概念、规律分析问题和解决问题,考查其知识结构和从整体上分析各种现象的本质、规律的能力.一般来说综合性试题较基础性试题的难度要高,试题往往是脱胎于某一真实的物理情境,经由命题者依照物理规律的内在联系对其进行抽象提炼而成.但这类题目的组成元素依旧取材于经典物理模型.其目的在于考查考生的物理学科知识脉络是否清晰、框架是否完整,能否综合运用物理知识和规律解决较为真实和复杂的问题.

【例 2】(2019 年高考全国 III 卷理科综合第 17 题)从地面竖直向上抛出一物体,物体在运动过程中除受到重力外,还受到一大小不变、方向始终与运动方向相反的外力作用.距地面高度 h 在 3m 以内时,物体上升、下落过程中动能 E_k 随 h 的变化如图 2 所示.重力加速度取 10m/s^2 .该物体的质量为()

- A. 2kg B. 1.5kg
C. 1kg D. 0.5kg

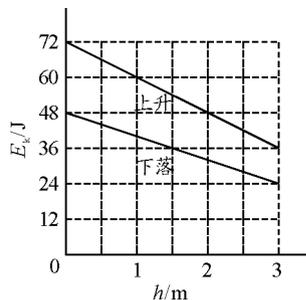


图 2 例 2 题图

答案:C.

在这道题目中,考生首先要清楚经典的竖直上抛和自由落体过程,然后通过分解运动过程确定两个过程中阻力的方向和整体受力情况,进而根据动能定理和实际的运动过程完成对题目的求解.具体分析如下.

上升过程末动能小于初动能 ($E'_{k1} < E_{k1}$),重力做负功,阻力 f 做负功,有

$$E'_{k1} - E_{k1} = -mgh - fh$$

下落过程末动能大于初动能($E'_{k2} > E_{k2}$),重力做正功,阻力 f 做负功,有

$$E'_{k2} - E_{k2} = mgh - fh$$

其中 $h = 3 \text{ m}$; $E_{k1} = 72 \text{ J}$, $E'_{k1} = 36 \text{ J}$; $E_{k2} = 24 \text{ J}$, $E'_{k2} = 48 \text{ J}$. 代入数据后解得 $m = 1 \text{ kg}$, $f = 2 \text{ N}$.

由以上分析不难看出,除了考查对物理模型以及相关物理规律的综合运用外,本题的一大易错点就是从题干函数图像中找到对应物理量数值时容易出错. 这不仅考查了考生对物理过程细节的把握,也体现其运用物理规律的严谨性,正是其物理学科素养的体现. 类似的试题还有全国 I 卷的第 15 题、第 24 题,全国 II 卷的第 17 题、第 25 题,全国 III 卷的第 15 题、第 17 题、第 19 题等.

(3) 试题强调学以致用,考查在真实情境中建立物理模型的能力

实践是检验真理的唯一标准,2019 年的试题十分注重物理情境的创设,注重理论联系实际,这是在纸笔测试模式下对物理学科实践精神的一种体现. 这类物理试题的核心是考生要通过分析真实问题情境,抽象建构出物理模型,进而达到考查考生独立思考、合理运用物理知识和方法分析解决问题的能力.

【例 3】(2019 年高考全国 I 卷理科综合第 16 题) 最近,我国为“长征九号”研制的大推力新型火箭发动机联试成功,这标志着我国重型运载火箭的研发取得突破性进展. 若某次实验中该发动机向后喷射的气体速度约为 3 km/s ,产生的推力约为 $4.8 \times 10^6 \text{ N}$,则它在 1 s 时间内喷射的气体质量约为 ()

- A. $1.6 \times 10^2 \text{ kg}$ B. $1.6 \times 10^3 \text{ kg}$
C. $1.6 \times 10^5 \text{ kg}$ D. $1.6 \times 10^6 \text{ kg}$

答案:B.

这道题目引入当下重大的科技事件,但在处理过程中却把现实中明显极度复杂的技术问题完全切除,仅留下了适合高中生水平的基础物理规律——动量定理. 同时考生在解题过程中也能够体会基础物理规律对实际方案可行性的决定作用.

此外,本次命题把物理学与社稷民生、科技进步联系在一起,也会激发考生学习物理的自豪感和学习兴趣. 类似的试题还有全国 I 卷第 25 题,全国 II 卷第 16 题、第 19 题、第 25 题,全国 III 卷的第 16 题、

第 24 题等.

(4) 试题体现创新意识和实践精神,侧重考查物理知识方法的迁移运用

无论对于考生这样的个体还是一个国家这样庞大的社会群体,创新都代表了其发展的生命力和动力,所以在高考中对于考生创新能力的考查必不可少. 2019 年高考试题物理学科的创新性,主要体现在良好学科知识能力积淀之上对物理方法规律的迁移应用.

【例 4】(2019 年高考全国 II 卷理科综合第 24 题) 如图 3 所示,两金属板 P 和 Q 水平放置,间距为 d . 两金属板正中间有一水平放置的金属网 G , P, Q, G 的尺寸相同. G 接地, P 和 Q 的电势均为 φ ($\varphi > 0$). 质量为 m , 电荷量为 q ($q > 0$) 的粒子自 G 的左端上方距离 G 为 h 的位置,以速度 v_0 平行于纸面水平射入电场,重力忽略不计.

(1) 求粒子第一次穿过 G 时的动能,以及它从射入电场至此时在水平方向上的位移大小;

(2) 若粒子恰好从 G 的下方距离 G 也为 h 的位置离开电场,则金属板的长度最短应为多少?

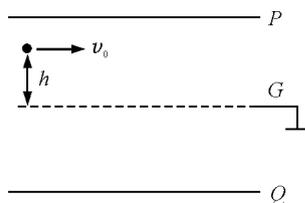


图 3 例 4 题图

这道题目通过搭建一个新颖的物理情境,让考生完成了两次知识方法的迁移:

(1) 在已有平抛运动模型的基础之上,迁移到由电场力代替重力作用的类平抛模型;

(2) 通过对称的电场设计,完成在 G 上下运动过程的空间反演对称求解,这是类比自由落体与竖直上抛运动的反演关系.

可以说新模型的构建,是对原有物理模型和规律深刻理解后的升华,从而体现考生的创新意识. 类似的试题还有全国 I 卷的第 18 题、全国 III 卷的第 14 题等.

(5) 回归教材,关注重点学生实验

此次试题的一大特征是实验题目重新回到教材重点学习的学生实验,其中力学实验部分 3 套试卷都选择了考查打点计时器相关实验;电学实验部分

全国 I 卷和全国 III 卷全都选择考查电表改装,全国 II 卷略有创新地引入了硅二极管,但其内容依旧考查的典型电学实验方法和分析策略。

2 从高考评价体系看一线物理教学的实施策略

理综 3 套试卷中的物理试题很好地体现了考纲的命题要求,考查内容可以概括为“必备知识、关键能力、学科素养、核心价值”^[2,3] 4 个层次,命题视野广阔。命题的立足点是人才选拔,而不是站在考生的对立面难为考生。总的来说此次试题已经跳出过度重视应用解题的窠臼,能够从多角度多层次完成对考生核心素养的考查,为未来新课程的展开和新高考的施行做好铺垫。有了这样的认识后,出于一种最本能的反应,我们一线物理教师就应该思考如何在日常教学中渗透新的高考方向,落实核心素养教学。

所谓“四层”即考纲中要求高考出于最本能的应试策略:高考考什么,我们就学(教)什么。可见其对于高中物理教学的指导意义巨大。以下就将从这 4 个层面逐一剖析高中物理教学的实施策略。

(1) 注重学科基础,回归物理本质

物理学科在高中阶段有其完整的知识框架和脉络,主要以经典牛顿力学为基础,研究宏观低速下的物体相互作用与运动规律,原子物理等近现代物理多以了解性知识出现。即使面临全面更新教材,所有这些必备知识、经典物理规律、经典实验,依然会是物理教学的核心和根基。相信信守“实践是检验真理的唯一标准”的高中物理教材,其核心内容不会发生变化。

任何一种能力或素养的形成,都不可能成为空中楼阁,只能是在相应知识学习的过程中逐步去培养、塑形。鉴于物理学科的科学属性,其根基来源于人们对自然的认知和探索,有着很强的实践特征和认知逻辑特征,于是设计实验、操作实验、分析实验的探究过程就是在物理教学中体现核心素养教学的有效手段,也是回归物理本质的体现。

(2) 确立学生学习主体,落实学科核心素养

选择恰当的物理教学方式方法,是能否培养学生“关键能力”与“学科素养”的重要问题。关键能力强调独立思考、合作交流等共性能力,学科素养突出物理学科特有的核心素养。这就要求在常规教学中,要确立学生的学习主体地位,在教学中我们要尽量

避免灌输式、讲授式教学,想办法让学生自主产生学习的愿望,通过独立思考和同学间的合作交流,完成知识能力的学习。

具体的教育教学方法有很多,如“基于问题(项目)的学习(PBL)”、深度学习、翻转课堂等等。在教育理念和教学手段极大丰富的今天,教师们也要抱着终身学习的态度去研究自己的课堂,找到最适合自己学生的教学方法。我们的教育要从终身学习的角度出发,为学生终身学习奠定基础,即培养学生良好的学习习惯,掌握科学合理的学习方法。

另外,建议广大物理教师一定要认真研读最新版的《高中物理课程标准》,其中不仅对物理学科核心素养有详细的论述,还对每一种核心素养进行了 5 个层次的水平划分,其目的就在于让教师清楚地把握学生目前的学习状态水平^[5]。有了这样具体细致的评价标准,教师就可以以此为依据,合理设置课程目标、安排教学活动。

高考与教学的核心诉求一致,两者互为支撑与补充,共同构成完整的高中教育体系。前者以考核的形式确立人才分层标准,服务于国家、服务于高校选拔各类人才,从需求侧为供给侧的高中教学定好方向。后者积极响应高考的方向指引,在长时间的教育过程中,培养学生掌握必备知识、获得关键能力和核心素养、树立正确的核心价值。好的高中教育应当忠于“一体”,行于“四层”,成于“四翼”,物理学科亦是如此。教师要用更高的站位重新审视、设计物理课堂,整合物理知识模块,传递科学信仰,合理运用现代化的教育技术,实现优质课堂。作为一线教师,与改革同行,助力教育改革发展,才能为实现中华民族伟大复兴的中国梦添砖加瓦!

参 考 文 献

- 1 姜钢. 探索构建高考评价体系 全方位推进高考内容改革. 中国教育报, 2016-10-11(3)
- 2 教育部考试中心. 2017 年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, 2016. 1
- 3 姜钢. 论高考“立德树人、服务选才、引导教学”的核心功能. 中国高等教育, 2018(11): 31 ~ 35
- 4 孟卫东, 何龙. 高考物理改革, 我们怎么学? 中国考试, 2017(1): 43 ~ 47
- 5 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017 年版). 北京: 人民教育出版社, 2018