

# 高考评价体系“应用性与创新性”要求下的物理试题命制方向\*

吕俊君

(九江市同文中学 江西九江 332000)

(收稿日期:2021-03-02)

**摘要:** 高考评价体系中“四翼”为高考的考查要求,“四翼”指“基础性、综合性、应用性、创新性”,其中应用性指创设生活化情境,通过引入原始问题,实现从解题向解决问题的转变;创新性指通过创设创新情境、改变试题结构与评价方式等手段培养学生的创新意识与能力.两者为基础性与综合性的延伸,共同服务于“立德树人、服务选才、引导教学”这一根本目标.

**关键词:** 高考评价体系 应用性与创新性 试题命制

2019年12月,教育部考试中心发布《中国高考评价体系》.高考评价体系由3个要素构成,即“一核”“四层”“四翼”,如图1所示.“一核”指“立德树人、服务选才、引导教学”,是高考的核心功能,回答“为什么考”的问题;“四层”指“核心价值、学科素养、关键能力、必备知识”,是高考的考查内容,回答“考什么”的问题;“四翼”指“基础性、综合性、应用性、创新性”,是高考的考查要求,回答“怎么考”的问题.同时,高考评价体系还规定了高考的考查载体——情境,以此承载考查内容、实现考查要求<sup>[1]</sup>.

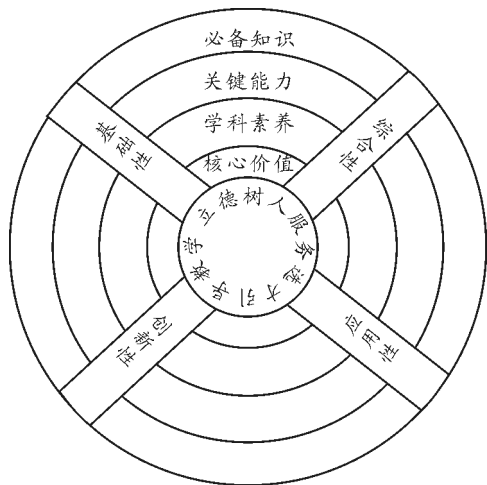


图1 “一核”“四层”“四翼”

“四翼”要求命题突出基础性;加强综合性;体现应用性;重视创新性,明确了试题命制的具体方向.基础性是基石,无视基础的测试相当于空中楼阁;综合性是对基础性的组合与延伸;应用性体现了

知识与生活的关联;创新性突破了传统试题的束缚,是命题改革的方向.四者相辅相成,共同服务于“立德树人、服务选才、引导教学”这一核心目标的实现.本文从应用性与创新性的角度出发探讨高中物理试题的命制方向.

## 1 情境

高考评价体系中所谓的“情境”即“问题情境”,指的是真实的问题背景,是以问题或任务中心构成的活动场域<sup>[2]</sup>.物理试题中的情境由文字、图片、表格、符号等元素构成,个体需要在大量的信息中进行想象、辨别、筛选、判断、应用、创造,从而形成解决问题的思路.由于不同个体脑海中的信息存储类别和加工方式存在差异,因此即便面临同样的情境个体也会产生不同的解决办法.

在高考评价体系“应用性与创新性”的要求下,情境应当贴近生活,注重创新,以此为基础考查“核心价值、学科素养、关键能力、必备知识”.

## 2 试题体现应用性

### 2.1 以生活化情境为载体

试题应与生活息息相关.物理规律是对物理现象的总结与提炼,物理现象源于生活的观察与实践,而物理学的发展最终为生活带来便利,推动社会与经济的发展.以生活化情境为载体命制试题有利于搭建理论与实践的桥梁,增强学以致用意识,提高

\* 江西省中小学教育教学课题“基于生活情景的试题命制研究”阶段性研究成果,课题编号:JJWL2019-242

解决实际问题的能力.

生活化情境的试题命制常见角度包括:

(1) 以自然现象为背景,如针对太阳光通过棱镜产生的色散现象,可以考查不同颜色光的频率和波长,进而扩展至光的干涉、衍射和光电效应等知识点.

(2) 以体育运动为背景,如跳水运动中蕴含竖直上抛、匀变速运动,能量转化等物理模型与规律.

(3) 以交通出行行为背景,如通过计算 ETC 系统与人工收费系统的时间,体会 ETC 系统为生活带来的便利.

(4) 以生活娱乐为背景,如围绕游乐场中的摩天轮游戏设置圆周运动,受力分析,能量转化等考点.

(5) 以社会热点为背景,如高空坠物现象已经成为社会公共安全隐患,然而高空坠物的杀伤力究竟达到什么程度,大部分学生对此缺乏定量的认识,针对这一现状可设计例 1.

**【例 1】**如图 2 所示是一则安全警示广告,描述了高空坠物对人伤害的严重性,现假设一个 50 g 的鸡蛋从 25 楼掉落,与地面撞击时间约为 20 ms,则鸡蛋对地面的冲击力大约为多少? ( )

- A. 1 N                      B. 10 N  
C. 100 N                    D. 1 000 N

**一个鸡蛋的威力**  
它只是一颗小小的鸡蛋,但也可能是杀人“凶手”



一个30克的鸡蛋从4楼掉下来就会让人起肿包;  
从8楼掉下来就可以让人头皮破溃;  
从18楼高掉下来就可以砸破行人的头骨;  
从25楼掉下来可使人当场死亡。

图 2 例 1 题图

题干从安全警示广告“一个鸡蛋的威力”出发强调高空坠物的危害,随后创设鸡蛋与地面冲击的问题,通过计算发现冲击力高达 1 000 N,让学生对高空坠物的杀伤力有了更清晰的认识.这种命题方式不仅考查了应用动量定理解决问题的“必备知识与关键能力”,而且有助于引导学生关注社会问题,培养学生的社会责任感,促进“立德树人”核心目标的实现.

## 2.2 渗透科学技术的发展

试题应渗透科学技术的发展.近年来我国综合

国力不断提升,在科研、工程、医疗、航天等各领域均获得了重大突破,位居世界各国前列.2017 年我国自主研发的航空母舰在大连举行下水仪式,2018 年世界上最大的跨海大桥港珠澳大桥正式通车,2019 年 70 周年阅兵式上东风-41 洲际战略核导弹惊艳亮相<sup>[3]</sup>,2020 年嫦娥五号探测器完成我国首次地外天体采样任务,2021 年天问一号探测器首次进入环火轨道.在试题中渗透这些元素有利于树立民族自信心与自豪感.虽然这些科技成果离中学生很遥远,但只要埋下了一颗种子,未来将成长为参天大树.

**【例 2】**2021 年 2 月 10 日,我国首次火星探测任务“天问一号”探测器成功实施近火捕获制动,顺利进入环火轨道,成为我国第一颗人造火星卫星,实现了本次任务“绕、着、巡”中第一步“绕”的目标.“天问一号”被火星捕获之后,需要在近火星点  $P$  变速,进入环绕火星的椭圆轨道,该过程简化为如图 3 所示,则下列说法中正确的是( )

- A. 由轨道 I 进入轨道 II 需要在  $P$  点加速  
B. 在轨道 I 上经过  $P$  点时的加速度大于在轨道 II 上经过  $P$  点时的加速度  
C. 在轨道 I 上运行周期大于在轨道 II 上运行周期  
D. 在轨道 I 上运行时的机械能大于在轨道 II 上运行时的机械能

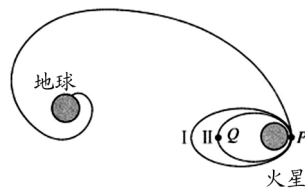


图 3 例 2 题图

卫星变轨过程中速度、加速度、能量等物理参数的比较一直是各类考试的热点,“天问一号”承担我国首次自主火星探测任务,其成功是我国航天领域的里程碑.该试题情境对增强民族自信心,民族认同感,社会责任感起到积极作用.

## 2.3 适度引入物理原始问题

物理原始问题是指自然界及社会生活生产中未被抽象加工的典型现象,它是对现象的描述,没有对现象做任何程度的抽象<sup>[4]</sup>.原始问题以某一开放生动的实际问题为情境,条件具有隐蔽性,通常不提供相应的物理量与数值,需要学生查阅资料进行自主探究,透过现象看本质,通过模型建构、合理赋值、分

析、推理等一系列活动解决问题,对高阶思维能力有较高要求。

与原始问题对应的是抽象习题,抽象习题是由命题者将原始问题人为加工生成,其特征是条件明显、问题指向性明确、数据充分,当前考试环境下大部分试题属于此类。从原始问题到抽象习题的关键在于模型建构,如果学生长期接触抽象习题,必然缺失模型建构能力的培养,一旦面临实际问题常常束手无策。因此,在试题评价过程中适度引入原始问题是值得推行的一项措施。

**【例3】(抽象习题)**如图4所示,将一小球从地面位置以初速度 $v$ 抛出,速度方向与水平面成 $\theta$ 角,重力加速度为 $g$ 且不计空气阻力,求小球落回地面的水平位移。

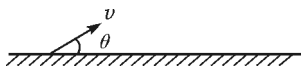


图4 抽象习题

**(原始问题)**如图5所示,铅球比赛中的成绩会受到纬度的影响。已知迄今铅球世界纪录为23.12 m(铅球运动中最高点约8 m)。请分析并说明在运动员体能和技巧都确定的情况下,比赛在高纬度地区和低纬度地区进行相比,哪里更容易创造世界纪录?

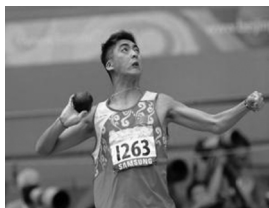


图5 原始问题

运动的分解是高中物理的核心知识,抽象习题中设定了小球的初速度,给出相应的条件,考查了学生对运动的分解的应用熟练度与计算能力。然而该问题是经过抽象后的模型题,缺乏与实际生活的联系,学生通过机械式训练就可以解决。

改编后的原始问题创设了铅球比赛的情境,铅球的运动与哪个物理模型相对应?铅球比赛成绩与哪些物理量有关?运动员体能和技巧影响了哪些物理量?不同纬度地区什么物理量有差别,又是如何影响比赛成绩的?这些都是应该思考的问题。在思考过程中首先突出铅球运动的主要因素加强学生模

型建构的能力,其次需要综合运用运动的分解与天体运动等知识解决问题,能够更全面地对学生判断、分析、推理能力进行评价,促进“学科素养”的形成。

通过对比不难发现,原始问题凸显知识的应用性,强调从“解题”向“解决问题”的转变,培养学以致用用的能力。近年高考中原始问题频频出现,如2017年高考理综全国卷I第18题以扫描隧道显微镜(STM)为背景考查电磁阻尼现象;2017年高考理综全国卷II第21题以自制简易电动机为背景考查安培力,这一现象引导教师关注原始问题的编制,体现了高考“引导教学”这一核心目标。

### 3 试题重视创新性

#### 3.1 以创新情境为载体

创新情境类试题是高层次的智力活动,对学生而言要充分理解文字与图片的含义,挖掘题中关键信息,准确把握考查方向。对命题者而言,创新不是无限制提高难度,依旧要在创新中突出对基本概念规律的考查。如2015年高考理综全国卷II第16题要求计算同步卫星从转移轨道调整到同步轨道的附加加速度,表面上考查天体运动,实际上考查速度的合成与分解,这种“声东击西”的情境设计正是该题的新意所在。再如通过中学课本“科学足迹”“科学漫步”“STS”等栏目探寻创新情境的源泉。

**【例4】**量子理论是20世纪物理学发展的重大成就之一,玻尔提出的原子结构理论推动了量子理论的发展。玻尔理论的一个重要假设是原子能量的量子化,1914年,弗兰克和赫兹利用粒子碰撞的方式证明了原子能量的量子化现象。弗兰克-赫兹实验原理如图6(a)所示,灯丝K发射出初速度不计的电子,K与栅极G间加有电压为 $U$ 的电场使电子加速,GA间加0.5 V的反向电压使电子减速。当电子通过K-G空间加速后进入G-A空间时,如果能量较大,就可以克服G-A间的反向电场到达接收极A,形成电流通过电流表。在原来真空的容器中充入汞蒸气,当电子的动能小于汞原子从基态跃迁到第一激发态所需的能量时,由于汞原子的能量不能连续变化,电子与汞原子发生弹性碰撞;当电子的动能大

于汞原子从基态跃迁到第一激发态所需的能量时,电子与汞原子发生非弹性碰撞,汞原子吸收电子的一部分动能,使自己从基态跃迁到第一激发态.已知电子质量为  $m$ , 电荷量为  $e$ , 汞原子质量远大于电子质量.

(1) 证明一个运动的电子与一个静止的汞原子发生弹性正碰时, 电子几乎不会因碰撞损失能量; (证明过程中需要用到的物理量请自行设定)

(2) 实验得到如图 6(b) 所示的  $I-U$  图像, 从图中看出, 每当 KG 间电压增加 4.9 V 时, 电流就会大幅下降, 请解释这一实验结果.

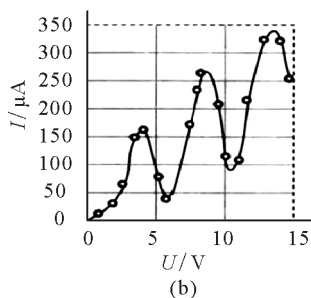
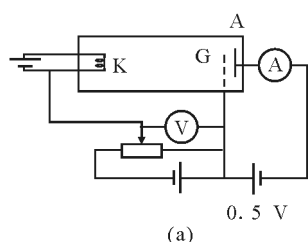


图 6 例 4 题图

本题情境的创新在于:

(1) 背景素材的创新. 弗兰克-赫兹实验在人教版选修 3-5 第 18 章第 4 节“科学足迹”栏目中有介绍, 但大多数教师容易忽视这块内容, 对学生而言是全新的情境. 虽然情境陌生, 但是题干对实验做了详细解释, 学生完全可以通过题干条件与知识储备理解原理进而解决问题, 对学生处理新问题的能力起到很好的检测效果, 可谓“源于课本, 高于课本”.

(2) 设问方式的创新. 题目第一问要求学生证明电子与汞原子发生弹性正碰时几乎不损失能量, 第二问需要根据所学知识解释图像产生的原因, 这两问均摆脱了传统计算题的形式, 改为以证明题和简答题形式呈现.

(3) 知识综合的创新. 该题巧妙地将碰撞与能

级跃迁结合, 考查不同知识的综合应用能力的同时更凸显出能量量子化的本质.

### 3.2 增强探究性与开放性

物理新课程积极倡导学生掌握物理学科的一些科学探究方法, 发展自主学习能力, 养成良好的思维习惯, 能够运用物理知识和科学探究方法解决一些问题<sup>[5]</sup>. 科学探究能力的培养扎根于课堂教学, 实践于实验操作, 渗透于试题评价. 命制试题时突破传统的“已知求解”这类单进程命题模式, 改为引导学生发现问题并解决问题, 设计答案不唯一的开放式问题, 全面检测学生的发散思维能力与创造力.

【例 5】电动势和内阻是电池的重要参数, 如图 7 所示小明同学将铜片和锌片插入苹果中制作电池, 将苹果电池正负两极连接至额定电压为 1.5 V 的小灯泡两端发现小灯泡不发光, 于是小明对该问题进行探究.

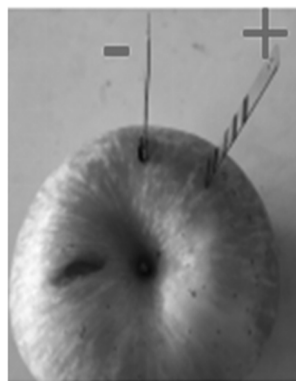


图 7 苹果电池

(1) 用电压表直接连接苹果电池测电压, 发现读数为 0.97 V, 可以猜想小灯泡不发光的原因是什么?

(2) 为了验证猜想, 请你帮助小明选择实验器材测量苹果电池的电动势和内阻, 并画出电路图, 简述实验原理与步骤.

(3) 小明改变金属片的间距与插入深度, 测量了多种水果电池的电动势内阻如表 1 所示, 从表中可以发现金属片间距与深度对电动势和内阻有什么影响?

第一问提出问题, 为什么小灯泡不发光? 根据电压表读数, 学生很容易猜想苹果电池内阻可能很大. 接下来引导学生选择实验器材, 设计实验方案测量电动势和内阻, 验证猜想. 实验方案可以采用电流表和电

压表配合,也可以用电流表与电阻箱配合或电压表与电阻箱配合,只要设计方案合理均为正确答案,具有一定的开放性.最后将研究问题扩大到不同水果电池的电动势和内阻,要求学生根据表格数据分析影响电动

势和内阻的因素,考查了学生获取证据的意识与交流解释的能力.试题设计围绕着提出问题→猜想假设→获取证据→解释交流的流程展开,体现出科学探究核心素养的渗透.

表1 多种水果电池的电动势和内阻

两金属片间距/cm	2				4			
	1		2		1		2	
两金属片插入深度/cm	$E/V$	$r/\Omega$	$E/V$	$r/\Omega$	$E/V$	$r/\Omega$	$E/V$	$r/\Omega$
物理量	$E/V$	$r/\Omega$	$E/V$	$r/\Omega$	$E/V$	$r/\Omega$	$E/V$	$r/\Omega$
苹果	1.01	21 420	1.00	10 758	1.02	22 440	1.15	18 389
梨子	0.99	19 366	0.95	11 396	1.03	19 840	1.02	15 586
橘子	1.13	14 137	1.16	11 435	0.87	24 520	0.86	22 120
香蕉	0.89	16 874	0.86	9 166	0.95	19 273	0.91	12 330
柠檬	0.82	11 579	0.86	9 931	0.84	13 529	0.86	10 027
柚子	0.87	27 900	1.00	19 380	1.31	39 600	1.01	21 700

#### 4 结束语

习近平总书记指出,社会主义现代化强国教育必须“全面贯彻党的教育方针,落实立德树人根本任务……培养德智体美全面发展的社会主义建设者和接班人”<sup>[6]</sup>.高考作为最公平的考试承担着“立德树人、服务选才,引导教学”核心任务.在高考评价体系的指导下,加强应用性与创新性培养对人才选拔起到重要的推动作用,是广大教育工作者命制试题的主要方向.

#### 参考文献

1 教育部考试中心.中国高考评价体系[M].北京:人民教育出版社,2019

2 教育部考试中心.中国高考评价体系说明[M].北京:人民教育出版社,2019

3 吕俊君.STSE理念在高考物理试题中的渗透[J].湖南中学物理,2020(12):70~72

4 唐晓挺.基于物理原始问题的项目式学习在物理教学中的应用[J].物理教学,2017(12):33~35

5 杨国庆,耿宜宏.基于探究教学激发创新潜能的实践思考[J].物理教师,2019(12):27~30

6 习近平.决胜全面建设小康社会夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利[M].北京:人民出版社,2017.45

## The Direction of Physics Proposition of Test Questions under the Requirement of *Application and Innovation* of College Entrance Examination Evaluation System

Lv Junjun

(Jiujiang Tongwen Middle School, Jiujiang, Jiangxi 332000)

**Abstract:** In the evaluation system of college entrance examination, "Four Wings" are the requirements of college entrance examination. Four Wings refer to elementary, comprehensiveness, applicability and innovation. Applicability refers to the creation of life situation, through the introduction of original problems to achieve the transformation from problem-solving to problem-solving. Innovation refers to the cultivation of students' innovative consciousness and ability of creating innovative situations, changing the structure of test questions and evaluation methods. Both of them are the extension of foundation and comprehensiveness, serving the fundamental goal of "establishing morality and cultivating talents, serving talent selection and guiding teaching".

**Key words:** college entrance examination evaluation system; applicability and innovation; examination question system