



高考评价体系在物理学科命题中的体现及对教学的启示

蒋炜波

(清华大学附属中学 北京 100084)

赵 坚

(昆明市五华区基础教育科学研究中心 云南 昆明 650031)

(收稿日期:2020-01-02)

摘要:高考是一项具有鲜明中国特色的基本教育考试制度,作为高考命题的直接承担者,教育部考试中心基于学生德智体美劳全面发展要求,构建了具有指导意义的高考评价体系,其“一核、四层、四翼”的内涵直接回答了“为什么考”“考什么”“怎么考”3个关键性问题.本文结合近两年高考试题,分析了高考评价体系精神是如何在物理学科高考命题中体现的,进而阐述了高考评价体系对物理学科教学的启示.

关键词:高考评价体系 高考命题 教学启示

1 引言

2020年1月,教育部考试中心发布了《中国高考评价体系》,旨在全面贯彻党的教育方针,落实《国务院关于深化考试招生制度改革的实施意见》的要求,进一步深化高考内容改革.高考评价体系立足基本国情、遵循教育规律、坚持改革创新,是基于学生德智体美劳全面发展要求的评价体系,将作为高考内容改革和命题工作的理论基础和实践指南^[1].

高考评价体系的基本内涵是“一核、四层、四翼”,如图1所示.其中,“一核”为核心功能,是考查的目的,即“立德树人、服务选才、引导教学”,是对素质教育中高考核心功能的概括,回答“为什么考”的问题.“四层”为考查的内容,即“核心价值、学科素养、关键能力、必备知识”,是素质教育目标在高考内容中的提炼,回答“考什么”的问题.“四翼”为考查的要求,即“基础性、综合性、应用性、创新性”,是素质教育的评价维度在高考中的体现,回答“怎么考”的问题^[2].

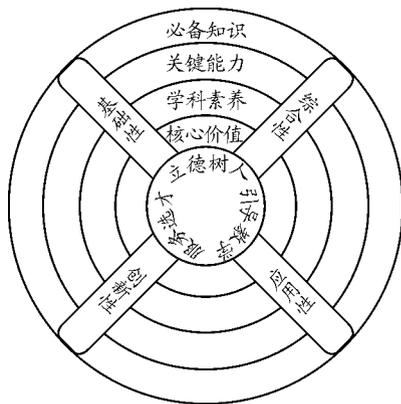


图1 “一核四层四翼”的高考评价体系^[3]

因此,高考评价体系对于今后高考命题具有最直接的指导意义,也是未来指导我们做好日常教学工作和提高备考复习针对性和实效性的纲领性文件.

为切实使教学一线教师能够深入理解高考评价体系在命题中是如何落地的,本文按照“四层”“四翼”的要求,结合近两年来的高考试题,探讨分析了高考评价体系精神是如何在物理学科高考命题中体现的,进而阐述了高考评价体系对物理学科教学的重要启示.

作者简介:蒋炜波(1987-),男,中教一级,北师大版物理教材修订组成员,主要从事中学物理教育教学研究.

通讯作者:赵坚(1969-),男,正高级、特级教师,享受国务院政府特殊津贴,中国物理学会物理教学委员会委员,中学分委会副主任,《物理通报》杂志副主编,主要从事基础教育教育学科管理、中学物理教育教学改革研究.

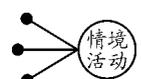
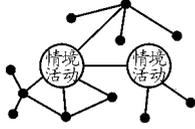
2 “四层”“四翼”及其相互关系

高考评价体系中提出,“四层”是确定学科考查内容的依据,“四翼”是确定学科考查要求的依据。

“四层”的考查中,核心价值位于最上层,它引领其他层次考查内容.学科素养承接核心价值的方向引导,统摄关键能力与必备知识,它是在复杂情境中对必备知识和关键能力的综合运用,命题过程中学科素养的问题情境必须选择能够体现出核心价值引领作用的问题情境.关键能力表现为对必备知识的运用,是形成学科素养的必要前提,命题过程中必须以学科素养为导向确定关键能力.必备知识的积累是形成关键能力和学科素养的基础,在对关键能力和学科素养进行考查时,必然涉及对必备知识的考查,命题过程中必须以学科素养为导向确定必备知识.

“四翼”是连接“四层”与高考命题实践的纽带.

表1 “四层”“四翼”与试题情境的关系^[5]

| 考查要求 | 考查内容 | 考查载体 | 基于情境活动的命题要求 |
|------|---------------------|-----------------------|---|
| 基础性 | 构成学科素养基础的必备知识和关键能力 | 基本层面的问题情境 |  要求学生调动单一的知识或技能解决问题 |
| 综合性 | 必备知识、关键能力、学科素养、核心价值 | 综合层面的问题情境 |  要求学生在正确思想观念引导下,综合运用多种知识或技能解决问题 |
| 应用性 | 必备知识、关键能力、学科素养、核心价值 | 生活实践问题情境或学习探索问题情境 |  要求学生在正确思想观念引领下,综合运用多种知识或技能来解决生活实践中的应用性问题 |
| 创新性 | 必备知识、关键能力、学科素养、核心价值 | 开放性的生活实践问题情境或学习探索问题情境 |  要求学生在正确思想观念引领下,在开放性的综合情境中创造性地解决问题,形成创造性的结果或结论 |

3 高考评价体系在物理学科高考命题中的体现

基于“四层”考查内容与“四翼”考查要求的关系,高考命题需要设计出体现“基础性、综合性、应用型、创新性”为主的4种类型试题,并实现命题理念从“知识立意”“能力立意”向“价值引领、素养导向、能力为重、知识为基”转变的理论基础与方法论基

础.那么,高考物理命题是如何来体现高考评价体系中提出的这些命题要求的呢?我们不妨从近两年来教育部考试中心命制的高考全国卷物理试题中来探寻其具体的一些做法.

高考评价体系通过“四翼”实现对“四层”的有效考查.同时,为体现“四层”考查内容和“四翼”考查要求,高考评价体系创造性地提出了考查载体——试题情境,即通过设计生活实践情境和学习探索情境,实现对不同内容、不同水平学科素养的考查^[4].

学生在解决试题情境问题的过程中,需要调动的知识技能的数量和范围都不尽相同.根据SOLO理论的分类评价法,学生的思维结构具有复杂程度不一的层次类型,学生的思维发展是一个从点、线到面,再到立体、系统的过程.因而试题情境需要的思维结构越复杂,对学生思维能力的层次要求也就越高.

综合试题情境、“四翼”考查要求、“四层”考查内容以及学生思维能力层次评价,高考评价体系给出高考命题整体上呈现出的四大基本类型,如表1所示.

(1) 基础性为主的命题

这一类命题立足于必备知识,考查关键能力.命题以典型的教学中的问题情境为载体,围绕物理学

科主干知识,加强对学科的基本概念、原理、思想方法进行考查.这一类试题引导学生重视物理学科的基础内容,确保物理学科基础扎实.

【例1】(2019年高考全国I卷)氢原子能级示意图如图2所示.光子能级在 $1.63\text{ eV} \sim 3.10\text{ eV}$ 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. 12.09 eV B. 10.20 eV
C. 1.89 eV D. 1.51 eV

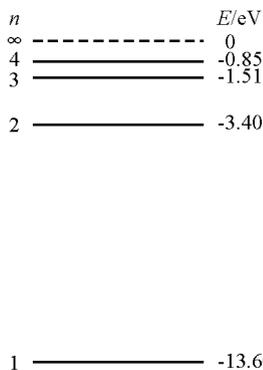


图2 例1题图

【例2】(2019年高考全国II卷)静电场中,一带电粒子仅在电场力的作用下自 M 点由静止开始运动, N 为粒子运动轨迹上的另外一点,则()

- A. 运动过程中,粒子的速度大小可能先增大后减小
B. 在 M 和 N 两点间,粒子的轨迹一定与某条电场线重合
C. 粒子在 M 点的电势能不低于其在 N 点的电势能
D. 粒子在 N 点所受电场力的方向一定与粒子轨迹在该点的切线平行

【例3】(2019年高考全国III卷)金星、地球和火星绕太阳的公转均可视为匀速圆周运动,它们的向心加速度大小分别为 $a_{\text{金}}, a_{\text{地}}, a_{\text{火}}$,它们沿轨道运行的速率分别为 $v_{\text{金}}, v_{\text{地}}, v_{\text{火}}$.已知它们的轨道半径 $R_{\text{金}} < R_{\text{地}} < R_{\text{火}}$,由此可以判定()

- A. $a_{\text{金}} > a_{\text{地}} > a_{\text{火}}$
B. $a_{\text{火}} > a_{\text{地}} > a_{\text{金}}$
C. $v_{\text{地}} > v_{\text{火}} > v_{\text{金}}$

D. $v_{\text{火}} > v_{\text{地}} > v_{\text{金}}$

例题1考查氢原子能级以及能级跃迁中的基本问题,例题2考查电场力、加速度、速度、电场力做功、电势能等静电场基本概念,例题3通过行星围绕太阳运动这一经典情境,考查学生对于万有引力充当向心力的这一类圆周运动规律的基本处理技巧.

这3道例题均属于典型的基础性为主的命题,这一类试题的命题情境普遍针对物理学科的基本知识方法,情境源于教学且本身并不复杂,解决问题所需要的知识与技能也较为基本和单一,命题者旨在考查学生的学科基础扎实程度,引导学生对基础必备知识和关键能力的重视.

(2) 综合性为主的命题

这一类命题立足于关键能力与必备知识,渗透学科素养.命题注重选择生产生活中的真实案例,参照学生的认知水平进行合理的简化来设置问题情境,借此实现物理学科内各个模块之间甚至跨学科之间对学生综合运用知识的能力和水平的考查.

【例4】(2019年高考全国I卷)如图3所示,一粗糙斜面固定在地面上,斜面顶端装有一光滑定滑轮.一细绳跨过滑轮,其一端悬挂物块 N .另一端与斜面上的物块 M 相连,系统处于静止状态.现用水平向左的拉力缓慢拉动 N ,直至悬挂 N 的细绳与竖直方向成 45° .已知 M 始终保持静止,则在此过程中()

- A. 水平拉力的大小可能保持不变
B. M 所受细绳的拉力大小一定一直增加
C. M 所受斜面的摩擦力大小一定一直增加
D. M 所受斜面的摩擦力大小可能先减小后增加

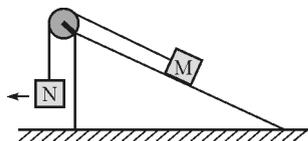


图3 例4题图

【例5】(2019年高考全国II卷)如图4所示,边长为 l 的正方形 $abcd$ 内存在匀强磁场,磁感应强度大小为 B ,方向垂直于纸面($abcd$ 所在平面)向外. ab 边中点有一电子发射源 O ,可向磁场内沿垂直于

ab 边的方向发射电子. 已知电子的比荷为 k . 则从 a , d 两点射出的电子速度大小分别为()

- A. $\frac{1}{4}kBl, \frac{\sqrt{5}}{4}kBl$ B. $\frac{1}{4}kBl, \frac{5}{4}kBl$
 C. $\frac{1}{2}kBl, \frac{\sqrt{5}}{4}kBl$ D. $\frac{1}{2}kBl, \frac{5}{4}kBl$

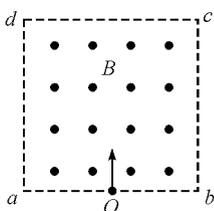


图4 例5题图

【例6】(2019年高考全国Ⅲ卷)如图5(a)所示,物块和木板叠放在实验台上,物块用一不可伸长的细绳与固定在实验台上的力传感器相连,细绳水平. $t=0$ 时,木板开始受到水平外力 F 的作用,在 $t=4$ s时撤去外力. 细绳对物块的拉力 f 随时间 t 变化的关系如图5(b)所示,木板的速度 v 与时间 t 的关系如图5(c)所示. 木板与实验台之间的摩擦可以忽略. 重力加速度取 $g=10 \text{ m/s}^2$. 由题给数据可以得出()

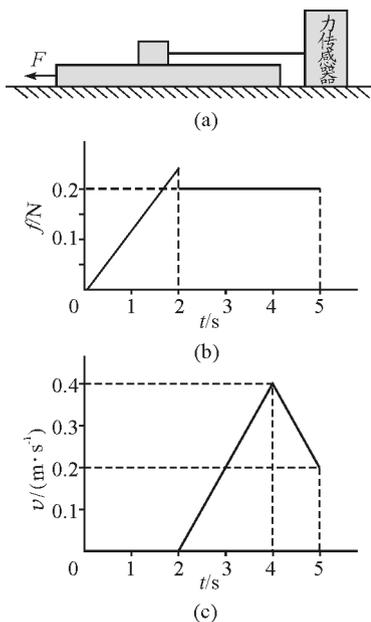


图5 例6题图

- A. 木板的质量为 1 kg
 B. $2 \text{ s} \sim 4 \text{ s}$ 内,力 F 的大小为 0.4 N
 C. $0 \sim 2 \text{ s}$ 内,力 F 的大小保持不变

D. 物块与木板之间的动摩擦因数为 0.2

例题4选取了斜面问题进行简化分析,要求学生利用受力分析结合“静止”和“缓慢”的运动状态解决问题,具有一定的开放性. 例题5将带电粒子在有界磁场中的偏转运动问题进行简化分析,将力与运动相结合进行考查. 例题6选取了生活中熟悉且常见的拖动物体的情境进行简化处理,在物理学科范围内运用受力分析、功能关系进行综合解决.

可见这一类命题选用的情境一方面源于生活之中,另一方面也与物理学科中的经典情境模型相关联,对学生的模型建构和推理论证的科学思维考查较为深入,需要学生综合运用相关知识与能力解决问题,做到了在必备知识和关键能力的基础上渗透考查学生的学科素养.

(3) 应用性为主的命题

这一类命题立足于学科素养,体现核心价值. 命题选取实际存在的现实问题,提供多种形式的材料,命制结论开放、解题方法多样、答案不唯一的试题,增强试题的开放性和探究性,引导学生进行独立思考 and 判断,强调学以致用.

【例7】(2019年高考全国Ⅰ卷)如图6所示,篮球架下的运动员原地垂直起跳扣篮,离地后重心上升的最大高度为 H . 上升第一个 $\frac{H}{4}$ 所用的时间为 t_1 , 第四个 $\frac{H}{4}$ 所用的时间为 t_2 . 不计空气阻力,则 $\frac{t_2}{t_1}$ 满足()

- A. $1 < \frac{t_2}{t_1} < 2$ B. $2 < \frac{t_2}{t_1} < 3$
 C. $3 < \frac{t_2}{t_1} < 4$ D. $4 < \frac{t_2}{t_1} < 5$

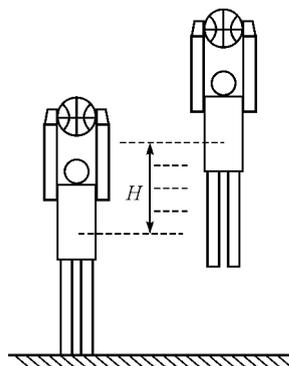


图6 例7题图

【例8】(2019年高考全国Ⅱ卷)如图7(a)所示,在跳台滑雪比赛中,运动员在空中滑翔时身体的姿态会影响其下落的速度和滑翔的距离.某运动员先后两次从同一跳台起跳,每次都从离开跳台开始计时,用 v 表示他在竖直方向的速度,其 $v-t$ 图像如图7(b)所示, t_1 和 t_2 是他落在倾斜雪道上的时刻.则()

- A. 第二次滑翔过程中在竖直方向上的位移比第一次的小
 B. 第二次滑翔过程中在水平方向上的位移比第一次的大
 C. 第二次滑翔过程中在竖直方向上的平均加速度比第一次的大
 D. 竖直方向速度大小为 v_1 时,第二次滑翔在竖直方向上所受阻阻力比第一次的大

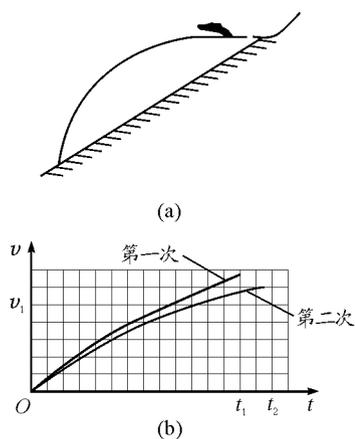


图7 例8题图

【例9】(2019年高考全国Ⅲ卷)甲乙两位同学设计了利用数码相机的连拍功能测重力加速度的实验.实验中,甲同学负责释放金属小球,乙同学负责在小球自由下落的时候拍照.已知相机每间隔0.1 s拍1幅照片.

1) 若要从拍得的照片中获取必要的信息,在此实验中还必须使用的器材是() (填正确答案标号)

- A. 米尺 B. 秒表
 C. 光电门 D. 天平

2) 简述你选择的器材在本实验中的使用方法.

3) 实验中两同学由连续3幅照片上小球的位置 a , b 和 c 得到 $ab=24.5$ cm, $ac=58.7$ cm,则该地

点的重力加速度大小 $g=$ _____ m/s^2 . (保留2位有效数字)

例题7和例题8均选取真实的运动情景进行命题,通过运动情景图、速度-时间图等多种形式,将运动学、力学、数据信息处理有效结合,强调学以致用.例题9则以数码相机的连拍功能进行重力加速度的测量,在结合真实情景的同时设置了开放性的问题,具备一定的探究考查能力.这些都是典型的应用性为主的命题.

这一类的命题已经不仅仅是在必备知识和关键能力基础上进行的学科素养考查了,解题过程的探索性、开放性和不确定性,去伪存真的辨析过程,以及学以致用生产生活情景,都是典型的物理学科核心价值的体现与考查.

(4) 创新性为主的命题

这一类命题以核心价值为引领,以学科素养统领关键能力和必备知识.命题结合技术发展的前沿问题、工程项目等,使得试题具有浓厚的时代特色,要求学生多角度、开放式地思考问题,考查学生创新性地运用知识发现新规律、新理论、新技术的能力,强调对学生创新性思维和意识的考查.

教育部考试中心承担着全国卷高考试题命题工作,需要兼顾全国整体的教育均衡情况,因此高考的全国卷试题中并没有过多地全面摊开创新性为主的命题,但是结合前沿技术和工程项目的命题一直都存在.

【例10】(2019年高考全国Ⅰ卷)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 4.8×10^8 N,则它在1 s时间内喷射的气体质量约为()

- A. 1.6×10^2 kg B. 1.6×10^3 kg
 C. 1.6×10^5 kg D. 1.6×10^6 kg

【例11】(2019年高考全国Ⅱ卷)2019年1月,我国嫦娥四号探测器成功在月球背面软着陆,在探测器“奔向”月球的过程中,如图8所示,用 h 表示探测器与地球表面的距离, F 表示它所受的地球引力,能够描述 F 随 h 变化关系的图像是()

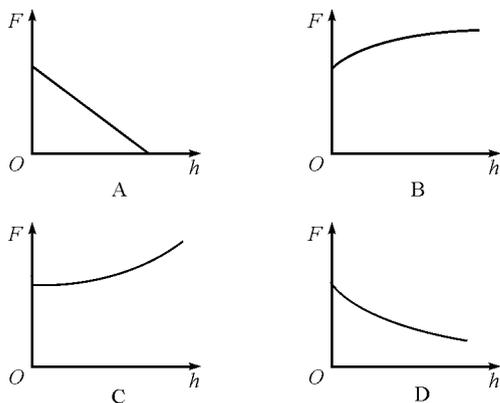


图8 例11题图

例题10和例题11均结合我国的航天项目进行创新命题,只是出于整体兼顾考虑的原因,并没有深入挖掘考查学生的创新思维和意识.但随着高考改革的持续推进,教育部考试中心对于创新性为主的命题类型一定会逐渐推进.创新性为主的命题在一些自主命题的省市高考试卷中已经多次出现且趋于成熟.比如下面的例题.

【例12】(2018年高考北京卷)

1) 静电场可以用电场线和等势面形象描述.

a. 请根据电场强度的定义和库仑定律推导出点电荷 Q 的场强表达式;

b. 点电荷的电场线和等势面分布如图9所示,等势面 S_1 和 S_2 到点电荷的距离分别为 r_1 和 r_2 .我们知道,电场线的疏密反映了空间区域电场强度的大小.请计算 S_1 和 S_2 上单位面积通过的电场线条数之比 $\frac{N_1}{N_2}$.

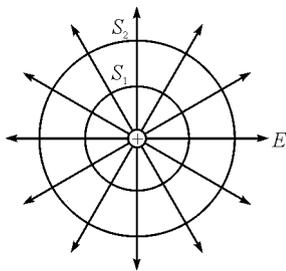


图9 例12题图

2) 观测宇宙中辐射电磁波的天体,距离越远单位面积接收的电磁波功率越小,观测越困难.为了收集足够强的来自天体的电磁波,增大望远镜口径是提高天文观测能力的一条重要路径.2016年9月25日,世界上最大的单口径球面射电望远镜FAST在

我国贵州落成启用,被誉为“中国天眼”.FAST直径为500 m,有效提高了人类观测宇宙的精度和范围.

a. 设直径为100 m的望远镜能够接收到的来自某天体的电磁波功率为 P_1 ,计算FAST能够接收到的来自该天体的电磁波功率 P_2 ;

b. 在宇宙大尺度上,天体的空间分布是均匀的,仅以辐射功率为 P 的同类天体为观测对象,设直径为100 m望远镜能够观测到的此类天体数目是 N_0 ,计算FAST能够观测到的此类天体数目 N .

例题12是一道非常典型的创新命题.首先结合我国FAST项目背景创设试题情境,在陌生的电磁波天文观测的场景中,学生需要有效地将自己的知识与技能结合调动起来,需要将知识迁移运用,因而对学生创新能力的考查非常到位.鉴于高考评价体系明确提出了创新性为主的命题类型,相信这一类试题将会在以后的高考中不断出现.

4 高考评价体系对物理学科教学的启示

高考评价体系的出台势必对中学阶段的物理教学产生重要而深远影响.传统的大量刷题、机械训练在高考中的收益必将下降,这不仅仅需要在物理教学过程方法上的变革,更需要教师在教学观念上进行转变.

(1) 体现核心价值的引领作用

核心价值是学生的政治素质、道德品质和思想方法的综合体现,是学生面对现实的问题情境时表现出来的情感态度和价值观.在高考评价体系中,核心价值处于“四层”评价内容的引领地位.这就要求我们在物理教学中切实凸显核心价值的地位,以核心价值引领物理教学,充分发挥物理学科的德育功能,完成立德树人和德智体美劳全面发展的高考育人目标.

比如,在教学中可以利用恰当的物理学史帮助学生树立远大的理想信念,利用我国科学家的生平事迹培养学生的爱国情怀,借助传统科学文化帮助学生树立民族自信与文化自信,启发学生为中华民族复兴而不断努力奋斗的责任与担当.

再如,还可以在教学中通过物理学科联系实际问题的特点,引导学生分析解决生产生活中真实的问题,培养学生现实中去伪存真的意识以及遇到问

题诉诸法律的法治意识。

此外,物理学科作为自然科学的基础学科,在教学中必须注意培养学生正确的唯物主义世界观;要引导学生坚持实事求是,一切从实际出发,尊重客观规律,学会透过现象分析本质;要让学生坚持理论联系实际,在实践中去检验真理。

(2) 贯彻落实物理的学科素养

学科素养是学生在面对生活实践或学习探索问题时,能够合理利用学科的思维方法,整合学科的相关知识,运用学科的相关能力,高质量地认识问题、分析问题和解决问题的综合品质。学科素养在“四层”考查内容中具有统领作用,界定了学科考查的必备知识和关键能力。高考评价体现中的学科素养,融会了国家课程标准中的核心素养要求和高校人才选拔的内涵素养要求,因此物理教学必须贯彻物理学科核心素养培养的理念,切实帮助学生养成将来高校学习所需的能力。

比如,在物理教学中应该充分利用网络信息技术,调动学生自主学习的积极性,培养学生自主获取信息的能力,以及自主完成新知识的学习、理解、掌握和整合内化的能力。

再如,实验是物理学科的基础,因此在教学中要着重落实科学探究的核心素养要求,在实践中让学生掌握科学探究的具体操作过程,在探究过程中培养学生的语言表达能力和团队协作能力。

此外,物理教学应该为学生创设真实的情境,为学生科学思维的培养创造条件,让学生在真实情境中建构模型,在推理论证中解决问题,在质疑反省中不断创新。

最后,教学中需要利用真实的案例让学生感受到物理学科的逻辑性与系统性,体会到物理概念规律的局限性和发展性,认识到物理科学的双刃剑属性,帮助学生培养正确的科学态度与责任。

(3) 关键能力要过硬,必备知识要扎实

关键能力和必备知识是学生在学科素养统领之下解决物理学科相关问题的基础所在,是高考考查内容的最直观体现,也是高考评价体系下物理教学最直接的着力点。

首先,物理教学中应当为学生提供多元化的信息呈现方式,比如数据表、数据图像、情境图像、符

号、公式、文字等等,培养学生提取物理学科有效信息的能力,以及利用多元化信息方式发现问题、表征问题、分析问题、解决问题和交流问题的能力,并且在构建物理学科知识规律的体系过程中,培养学生物理学科知识网络化的能力。

其次,物理教学中还应该在科学探究的过程中落实学生的实验技能培养,比如实验操作、方案设计、可行性分析论证、数据收集处理、可靠性分析、反思修正、交流表达、团队协作等等,确保学生能够将物理理论联系实际,解决物理学科探索问题和生活实践问题,真正具备学以致用能力。

然后,教学中还应该充分注重物理学科的科学思维过程。以科学思维为主和以科学探究为主是物理教学两种可行的基本策略,也是学生概念学习、规律建构和问题解决的两种基本模式。注重科学思维过程的教学,需要给学生充足的质疑空间和充足地表达自己观点的机会,引导学生发散地解决问题,重视学生在课堂生成的新问题,并且在鼓励学生大胆地将已有的知识进行迁移应用的同时,完成学生自我反思意识的培养^[6]。

最后,物理教学必须保证基础必备知识的牢固与完备。教学中应当充分考虑到学生的已有认知,将学生的前概念发展为科学概念,并在不断的概念使用中强化科学概念,保证科学概念知识的牢固性。与此同时,教学还需要充分考虑到学生的认知能力水平,要以合适的方式结合学生的实际情况开展分层教学,在知识难度上可以有所取舍,但是在知识完备性上一定不能有所疏漏。

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 于涵. 新时代的高考定位与内容改革实施路径[J]. 中国考试,2019(01):1~9
- 3 李勇,赵静宇,史辰羲. 高考评价体系的基本内涵与主要特征[J]. 中国考试,2019(12):7~12
- 4 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
- 5 张开,单旭峰,巫阳朔,等. 高考评价体系的研制解读[J]. 中国考试,2019(12):13~20
- 6 蒋炜波. 科学思维中提出质疑的方法策略研究[J]. 物理教学,2019,41(06):6~8