

# 按《中国高考评价体系》的精神 审视基于情境的命题\*

——以2019年高考全国卷万有引力题为例

王兵兵

(清远市第二中学 广东 清远 511500)

(收稿日期:2020-02-27)

**摘要:**《中国高考评价体系》规定情境是高考评价的载体,承载高考考查内容,实现高考考查要求.本文通过对《中国高考评价体系》中情境的理解,反刍2019年高考全国卷万有引力试题,审视基于情境的命题,体悟素养为先的导向,为今后的教学提供参考.

**关键词:**中国高考评价体系 情境 万有引力

2019年11月,《中国高考评价体系》正式出版发行,高考评价体系主要由“一核”“四层”“四翼”三部分组成.其中,“一核”为核心功能,即“立德树人、服务选材、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中的提炼,回答“考什么的问题”;“四翼”为考查要求,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.同时高考评价体系还规定了高考的评价载体——情境,以此承载考查内容,实现考查要求<sup>[1]</sup>.

2019年高考全国卷万有引力试题基于真实的问题场景,为学生设置了任务情境.学生运用业已拥有的必备知识和关键能力,经历探究问题的过程,体验物理学科的价值.在纸笔应试的环境下,这样的试题为学生思考和解决问题提供可能,增强了学生的责任感和使命感,实现了高考“立德树人、服务选才、引导教学”的核心功能.

## 1 情境试题的理解

情境是运用文字、数据、图表等形式,围绕一定主题加以设置的,为呈现解题信息、设计问题任务、达成测评目标而提供的载体<sup>[2]</sup>.有价值的物理情境试题基于学生的生活实践、学习实践或者探究实践展开,为学生的知识扩充提供了训练场,为学生的能力提升提供了试验地,考查学生在有限的时间内从纷繁复杂的题给信息中以物理学的视角观察,寻找问题的主要矛盾,基于学科必备知识,运用学科关键能力,提炼出物理模型,形成问题解决方案的素养.

## 2 高考试题的剖析

赵凯华先生曾说:“天文学是牛顿力学,乃至整个物理学的先导,而今天,天体物理学和宇宙学激动人心的发展已成为令人瞩目的前沿阵地.”深邃的天空、或明或暗的星体一直让人们魂牵梦绕,随着人类开发外太空进程的加快,先进的研究方式和手段为学生提供了丰富的试题情境.

\* 广东省清远市教研规划课题“核心素养背景下高中物理习题设计的实践与研究”,课题编号:18-75

作者简介:王兵兵(1985-),男,中教一级,研究方向为高中物理教材研究和习题设计.

**【例 1】**(全国卷 III 第 15 题)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.  $v_{\text{火}} > v_{\text{地}} > v_{\text{金}}$

**考核目标:**本题立足物理必修内容万有引力的必备知识,主要考查理解能力和科学推理能力.

**情境关联:**本题的考查载体是基础层面的问题情境,需要学生调动卫星环绕模型的知识 and 技能解决问题.

**任务描述:**本题的情境是金星、地球和火星绕太阳公转的模型,题目已明确它们做的是匀速圆周运动,情境较为单一,利用万有引力提供向心力,可以得到

$$\frac{GMm}{r^2} = ma$$

解得

$$a = \frac{GM}{r^2}$$

故选项 A 正确,选项 B 错误.

由万有引力提供向心力,有

$$\frac{GMm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

解得

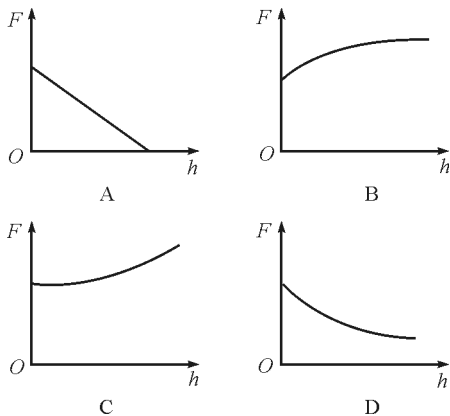
$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

故

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

所以选项 C, D 错误.

**【例 2】**(全国 II 卷第 14 题)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,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( )



**考核目标:**本题立足物理必修内容万有引力的必备知识,主要考查理解能力、模型建构能力和科学推理能力,在有效整合相关技能的前提下,提高学生物理学科的兴趣.

**情境关联:**分析问题情境和考查要求,本题的考查载体是综合层面的问题情境,要求学生在正确物理观念引领下,综合运用天体表面的重力由万有引力提供和相关的数学知识解决问题.

**任务描述:**本题的情境为我国航天事业中具有里程碑意义的事件——嫦娥四号登陆月球背面,学生要深刻理解卫星环绕天体运动的运动规律,对问题情境建构基本模型,根据万有引力定律

$$F = \frac{GMm}{r^2}$$

基于数学表征,推理受力表达式,得到

$$F = \frac{GMm}{(R+h)^2}$$

式中  $R$  表示地球的半径,  $h$  为探测器与地球表面的距离,可知随着  $h$  增大,  $F$  在减小,对照上式,分析得到选项 D 是正确答案,从而实现问题解决.

**【例 3】**(全国 I 卷第 21 题)在星球 M 上将一轻弹簧竖直固定在水平桌面上,把物体 P 轻放在弹簧上端, P 由静止向下运动,物体的加速度  $a$  与弹簧的压缩量  $x$  间的关系如图 1 中实线所示. 在另一星球 N 上用完全相同的弹簧,改用物体 Q 完成同样的过程,其  $a-x$  关系如图 1 中虚线所示,假设两星球均为质量均匀分布的球体. 已知星球 M 的半径是星球 N 的 3 倍,则( )

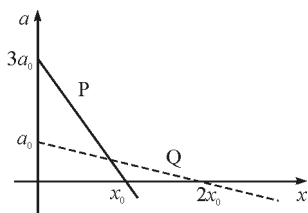


图 1 例 3 题图

- A. M 与 N 的密度相等  
 B. Q 的质量是 P 的 3 倍  
 C. Q 下落过程中的最大动能是 P 的 4 倍  
 D. Q 下落过程中弹簧的最大压缩量是 P 的 4 倍

**考核目标:** 本题考查了高中力学中的必备知识,

包括胡克定律、牛顿第二定律、万有引力定律等基本规律,力和运动的关系、功能关系和能量的转化和守恒等重要关系. 涉及理解能力、模型建构能力、科学推理能力和创新能力,对学生的学科素养提出了很高的要求.

**情境关联:** 本题的考查载体是应用层面的问题情境,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解决实践性的应用问题.

**任务描述:** 本题的情境涉及到一个相同的弹簧、两个不同的物体和两个不同的天体,在两个天体表面的物体运动的加速度与弹簧的压缩量通过图像反映出来.

(1) 考虑天体表面物体的受力情境. 由于弹簧弹力不可突变,所以在放上物体的瞬间,物体只受重力,由牛顿第二定律可知

$$mg = ma$$

即

$$\frac{g_M}{g_N} = \frac{3a_0}{a_0} = \frac{3}{1}$$

在星球表面上的物体,万有引力提供物体的重力,即

$$\frac{GMm}{R^2} = mg$$

则该星球的质量

$$M = \frac{gR^2}{G}$$

又因为星体的质量可以表达为

$$M = \rho \frac{4\pi R^3}{3}$$

联立得

$$\rho = \frac{3g}{4\pi RG}$$

通过以上式子分析得

$$\rho_M = \rho_N$$

故选项 A 正确.

(2) 考虑弹簧上的物体运动的情境. 物体运动过程中加速度为零时,其受力情况为:  $mg = \kappa x$ , 结合图像的意义,当物体 P 和物体 Q 分别处于平衡位置时,弹簧的压缩量之比为

$$\frac{x_P}{x_Q} = \frac{x_0}{2x_0} = \frac{1}{2}$$

整理得的

$$\frac{m_P}{m_Q} = \frac{1}{6}$$

即选项 B 错误.

(3) 考虑两物体运动与能量关联的情境. 两物体在平衡位置运动时,速度最大,此时它们的加速度为零且它们的动能最大;根据动能定理,有

$$W_G + W_{\text{弹}} = E_{\text{kmax}} - 0$$

对 P 物体有

$$m_P g_M x_0 - \frac{1}{2} \kappa x_0^2 = E_{\text{kmax}} - 0$$

当其动能最大时

$$\kappa x_0 = m_P g_M$$

即

$$E_{\text{kmax}} = \frac{1}{2} m_P g_M x_0$$

同理对物体 Q 有

$$E'_{\text{kmax}} = \frac{1}{2} m_Q g_N 2x_0$$

整理得

$$\frac{E_{\text{PM}}}{E_{\text{PN}}} = \frac{1}{4}$$

故选项 C 正确.

(4) 由两物体运动对称的情境分析,物体 P 所在弹簧最大压缩量为  $2x_0$ , 物体 Q 所在弹簧最大压缩量为  $4x_0$ , 则 Q 下落过程中,弹簧最大压缩量是 P 物体最大压缩量的 2 倍,故选项 D 错误.

### 3 情境试题的启示

#### 3.1 关注试题的情境呈现 杜绝题海战术

近年来全国卷对万有引力部分的考查大多局限在万有引力定律内容的理解、万有引力提供卫星做圆周运动向心力的相关规律、飞船或卫星的变轨类问题、双星与三星系统的规律等问题情境,2019年全国I卷的试题让我们耳目一新,从力到运动,从功能关系到能量守恒,一道题几乎把与力、运动和能量的必备知识一网打尽.这也提醒我们复习备考不能局限在基本的万有引力和圆周运动的力与运动上,更高层次的复习备考要求我们把视野扩展到蕴含更丰富知识和能力要求的情境中去,杜绝简单以训练学生思维为目标的题海战术.

#### 3.2 关注情境的知识承载 形成关键能力

试题直接呈现的是情境,但其承载的是学生需要掌握知识,这也是学生形成解决实际问题的关键能力的基础.复习备考中有必要强化高中物理的主

干知识,寻求知识的深层次理解,厘清知识体系的来龙去脉,让学生有意识地形成知识获取、实践操作、思维认知等关键能力,完成对学科素养的有效支撑.

#### 3.3 关注情境的育人价值 回归教育初心

在纸笔应试的客观环境下,基于真实情境的试题,从物理的视角为学生呈现了丰富的外在世界.借助具体问题的引导,学生的学习方式将得到优化,思维也将得到锻炼,学习能力将因此而提升<sup>[3]</sup>.真实情境下的问题解决有效模拟了人类知识再生产的过程,为我们实施素质教育提供了可行的路径,为学生核心素养落地提供了基本指引.

#### 参考文献

- 1 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,2019.6~7
- 2 程力,李勇. 基于高考评价体系的物理科考试内容改革实施路径[J]. 中国考试,2019(12):38~44
- 3 王兵兵. 高中物理问题情境创设的几点思考[J]. 中学物理教学参考,2019(07):76

(上接第107页)

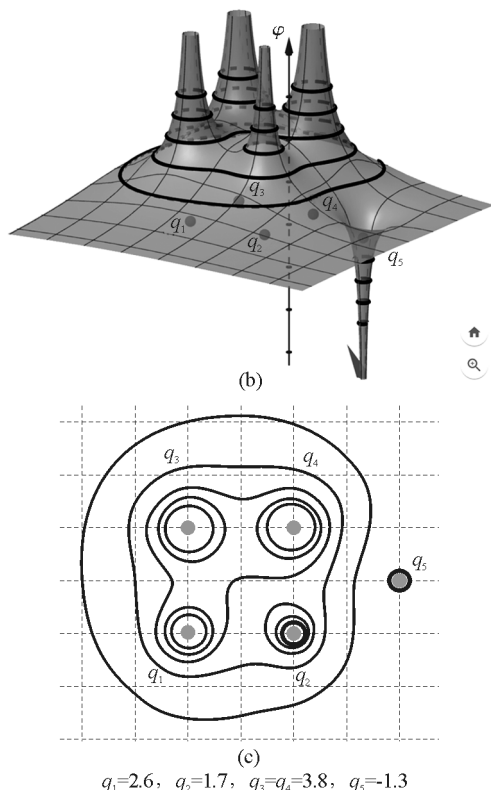


图13 5个异种点电荷的电势分布图

### 4 结束语

利用 GeoGebra 强大而方便的科学计算功能和绘图能力,由一道高考电势图像题引发思考,分别对2个点电荷系和多个点电荷系的电势分布进行仿真模拟.不但可以准确地描绘任意点电荷系的等势面分布图,还画出了电势分布的三维立体图.

#### 参考文献

- 1 王治国. 用类比演绎概念 用直观化解抽象——关于“电势能和电势”的教学设计[J]. 物理教学探讨,2019,37(04):28~31,36
- 2 莫增,崔春雨,史书杰. 基于 Matlab 的电场空间分布可视化教学研究[J]. 物理通报,2018(08):16~20
- 3 汤朝红,熊伦. 利用 Matlab 模拟点电荷对的电场线分布[J]. 广西物理,2012,33(04):43~45
- 4 孔祥鲲,原立格,杨宏伟. 基于 Matlab 构建点电荷系的电势与电场强度分布图[J]. 实验技术与管理,2007(10):75~78
- 5 盛宝骥. 用 GeoGebra 软件描绘电荷电势分布[J]. 物理教师,2018,39(01):71~73