



# 2015年高考北京卷理综物理试卷分析

何 龙 崔轶斌 潘天俊 孟卫东

(清华大学附属中学 北京 100084)

(收稿日期:2015-06-16)

2015年高考北京卷理综物理试卷如约而至,该试卷考查全面,力学、电磁学、热学、光学、近代物理知识均有覆盖.该试卷重视基础,强调对物理基本概念、规律、模型的考查.该试卷联系实际,贴近学生生活,蹦极、IC卡原理、铁锁和细线做单摆等,都是题目的背景素材.该试卷突出物理思维的考查,“摩擦力势能”、光电池的电动势与内阻,均有浓厚的物理思辨色彩.该试卷注重物理实验数据的分析能力,不仅仅是考查简单的计算,而是强调图像、函数等数学工具在处理实验数据中的合理应用.

综上所述,2015年高考北京卷理综物理试卷是

一份重视基础、贴近生活、注重实验、突出思维的试卷,有利于现阶段高校选拔人才,也有利于高中教学的改革深入.

## 1 试卷整体分析

高中物理包括力学、电磁学、热学、光学、近代物理知识5大部分,分散在必修物理1,物理2,选修3-1,3-2,3-3,3-4,3-5等7个模块中.北京卷每年的考查范围都包括上述5大部分、7个模块,今年同样如此.具体分析如表1.

表1 试卷整体分析

题号	内容	模块	考点	满分值/分
13	热学	3-3	71.热力学第一定律 I	6
14	近代物理知识	3-5	92.衰变 I	6
15	力学	3-4	33.横波的图像.波长、波速与频率(周期)的关系 II	6
16	力学	物理2	18.万有引力及其应用 II	6
17	电磁学、近代物理知识、力学	3-1, 3-5	58.磁场对运动电荷的作用.洛伦兹力 II 92.衰变 I 28.动量守恒定律及其应用 II	6
18	力学	物理1, 物理2, 3-5	27.动量、冲量、动量定理 II 23.动能、动能定理 II 25.弹性势能 I 11.牛顿定律及其应用 II	6
19	电磁学	3-1	48.电阻的串并联 II 109.把电流表改装成电压表(实验)	6
20	电磁学	3-2	60.电磁感应现象 II	6
21(1)	实验:光学	3-4	115.测量玻璃的折射率(实验)	3
21(2)	实验:力学	3-4	106.探究单摆的运动,用单摆测定重力加速度(实验)	15
22	计算:电磁学	3-2	61.导体切割磁感线时的感应电动势, II 50.电源的电动势和内电阻.闭合电路的欧姆定律.路端电压. II 27.冲量 II	16
23	计算:力学	物理2	25.弹性势能 I 22.功 II	18
24	计算:电磁学、近代物理知识、力学	3-5, 3-1, 物理2	39.电场对电荷的作用 II 84.光电效应 I 50.电源的电动势和内电阻.闭合电路的欧姆定律.路端电压. II 23.动能、动能定理 II	20

根据上表可以分析看出,今年北京卷物理试题考查全面,5大部分、7个模块均有涉及.下面做进一步的对比分析.

表2 试卷整体的对比分析

内容	涉及分值 / 分	比重 / %
力学	57	47.5
电磁学	54	45.0
热学	6	5
光学	3	2.5
近代物理知识	32	26.7

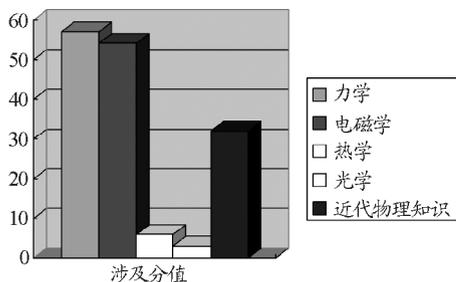


图1

从表2和图1可以看出,北京卷依然重视力学、电磁学部分的考查,因为力学是高中物理的基础,力学包含了大量物理学的基本概念、基本规律、基本方法;而电磁学进一步拓宽了人类对自然界认识的疆域,它是理解现代电力社会、信息社会的基础.值得注意的是,近代物理知识虽然直接、单纯考查的并不多(仅选择题14题单纯考查了 $\alpha$ 衰变的知识),但以近代物理知识为背景,综合考查力学、电磁学知识的现象尤为突出,利用选择题17题,以磁场中的 $\beta$ 衰变为背景,考查了动量守恒、匀强磁场对运动电荷的作用、左手定则、匀速圆周运动的相关知识,综合性非常高.再比如计算题24题,本次物理部分的压轴题,破天荒以光电效应为背景,考查对光电池的等效电动势、内阻的理解,涉及电源、电场对电荷的作用、电功率等知识,综合性也非常高、对模型的考查深入、独特.

今年试卷的选择题、实验题、计算题的结构、分值与往年完全相同,因此不再赘述.

## 2 试卷特点分析

### 2.1 贴近生活 联系实际

高中生学习物理不同于物理学家研究物理,让学生感觉所学物理知识越有趣、越有用,就越能激发学生学习的兴趣和动力.从今年试卷可以看出,高考物理试卷不仅要承担选拔人才的功能,更希望促进学生

关注身边的世界,利用所学物理知识解释生活现象.

**【例1】**(2015年高考北京卷第19题)“蹦极”运动中,长弹性绳的一端固定,另一端绑在人身上,人从几十米高处跳下.将蹦极过程简化为人沿竖直方向的运动.从绳恰好伸直,到人第一次下降至最低点的过程中,下列分析正确的是

- A. 绳对人的冲量始终向上,人的动量先增大后减小
- B. 绳对人的拉力始终做负功,人的动能一直减小
- C. 绳恰好伸直时,绳的弹性势能为零,人的动能最大
- D. 人在最低点时,绳对人的拉力等于人所受的重力

**【答案】**A

比如选择题19题,以“蹦极”运动为素材背景,考查从绳恰好伸直到第一次下降到最低点的过程中,从动力学的角度、功能关系的角度、动量和冲量的角度来分析、解释这个物理现象,特别是“何时人的速度最大”、“最低点位置人的运动状态”的深度考查,因为平常人多数认为“绳子伸直后人立刻开始减速”、“最低点位置人的速度为零,因此合外力为零”,这种错误的前概念正是物理学习中要重点克服的障碍.

**【例2】**(2015年高考北京卷第20题)利用所学物理知识,可以初步了解常用的一卡通(IC卡)的工作原理及相关问题.IC卡内部有一个由电感线圈 $L$ 和电容 $C$ 构成的 $LC$ 振荡电路,公交车上的读卡机(刷卡时“嘀”的响一声的机器)向外发射某一特定频率的电磁波.刷卡时,IC卡内的线圈 $L$ 中产生感应电流,给电容 $C$ 充电,达到一定的电压后,驱动卡内芯片进行数据处理和传输.下列说法正确的是

- A. IC卡工作所需要的能量来源于卡内的电池
- B. 仅当读卡机发射该特定频率的电磁波时,IC卡才能有效工作
- C. 若读卡机发射的电磁波偏离该特定频率,则线圈 $L$ 不会产生感应电流
- D. IC卡只能接收读卡机发射的电磁波,而不能向读卡机传输自身的数据信息

**【答案】**B

比如选择题20题,以“公交一卡通(IC卡)”的原理为素材背景,考查读卡机如何读取IC卡的信息.对于IC卡,学生既熟悉(经常使用)又陌生(无法看清内部结构,不懂工作原理),通过题目提示,大胆猜想其

工作原理,同时又要小心求证自己的猜想是否合理.特别是C选项,更需要学生敢于突破局限.因为根据电磁感应规律,当读卡器发射电磁波时,不论频率如何,线圈中都应该产生感应电流,岂不是意味“非法读卡器发射任意频率电磁波都能改变IC卡信息了吗?”,这个问题不能理解清楚会导致考生怀疑IC卡的原理是否就是电磁感应规律,这就需要考生理解题目中“达到一定的电压后”这个触发条件.从这道试题的设计可以看出,命题人希望考生多利用物理知识解开身边世界的神秘面纱,多在“习以为常”的生活中有一双“物理的眼睛”.

## 2.2 运用数学工具描述规律 分析问题

数学在物理中的应用绝不仅仅体现在对物理量的运算中,合理的选用数学工具来描述规律、分析问题是一种重要的能力.北京卷的历次考试都非常注重考查考生运用数学工具处理物理问题的能力,本次考试也不例外.例如实验题21(2)的第(4)、(5)小问.

### 【例3】(2015年高考北京卷第21题)

(4)用多组实验数据做出  $T^2 - L$  图像,也可以求出重力加速度  $g$ ,已知3位同学做出的  $T^2 - L$  图线的示意图如图2中的  $a, b, c$  所示,其中  $a$  和  $b$  平行,  $b$  和  $c$  都过原点,图线  $b$  对应的  $g$  值最接近当地重力加速度的值.则相对于图线  $b$ ,下列分析正确的是(选填选项前的字母)

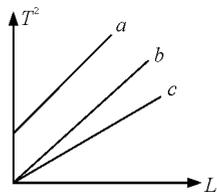


图2

A. 出现图线  $a$  的原因可能是误将悬点到小球下端的距离记为摆长  $L$

B. 出现图线  $c$  的原因可能是误将49次全振动记为50次

C. 图线  $c$  对应的  $g$  值小于图线  $b$  对应的  $g$  值

(5)某同学在家里测重力加速度.他找到细线和铁锁,制成一个单摆,如图3所示,由于家里只有一根量程为30 cm的刻度尺,于是他在细线上的A点做了一个标记,使得悬点O到A点间的细线长度小于刻度尺量程.保持该标记以下的细线长度不变,通过改变O与A间细线长度以改变摆长.实验中,当O与A间细线的长度分别为

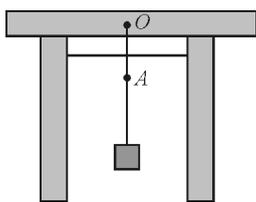


图3

$l_1, l_2$  时,测得相应单摆的周期为  $T_1, T_2$ ,由此可得重力加速度  $g = \underline{\hspace{2cm}}$  (用  $l_1, l_2, T_1, T_2$  表示)

在第(4)问中,图线  $a$  与  $c$  都出现了明显的错误,这些错误都是不规范、甚至错误的操作引起的,考生需要运用单摆周期公式,理解图线的斜率、截距的物理意义,推理两种错误出现的可能原因.在第(5)问中,试题设置了一个障碍:刻度尺的量程不够,于是维持A点到铁锁的距离不变,改变OA间的距离,逼迫考生运用求解方程组或绘制图线的方法解决问题.

【例4】(2015年高考北京卷第23题)由一轻质弹簧和一物块连接构成一弹簧振子,在水平桌面上沿  $x$  轴运动.(1)请画出  $F$  随  $x$  变化的示意图;并根据  $F - x$  的图像求物块沿  $x$  轴从O点运动到位置  $x$  的过程中弹力所做的功.

再比如计算题23题,需要求解弹簧弹力做功,由于弹簧弹力是变力,提示学生运用  $F - x$  图像间接求解,都需要考生灵活、合理的运用数学工具描述规律、分析问题.

## 3 理解物理模型 领悟物理思想方法

物理模型是物理概念、规律、思想方法的结合体,是物理概念、规律、思想方法的具体表达.在今年试题中,对物理模型的考查非常深入.

【例5】(2015年高考北京卷第23题)(2)b.求滑动摩擦力所做的功;并与弹力做功比较,说明为什么不存在与摩擦力对应的“摩擦力势能”的概念.

例如计算题23题第(2)问的b小问,考查对“摩擦力势能”概念的辨析.回顾高中阶段,课本中出现的不少力都存在对应的势能,例如“重力”与“重力势能”、“弹力”与“弹性势能”、“分子力”与“分子势能”、“电场力”与“电势能”,而“摩擦力”、“安培力”、“洛伦兹力”并没有建立对应的“势能”,爱思考的物理学习者必然会在平时学习中就反思这个问题,从而接触“保守力”的概念,提升对力的性质的认识.

【例6】(2015年高考北京卷第24题)真空中放置的平行金属板可以作为光电转换装置,如图4所示,光照前两板都不带电.以光照射A板,则板中的电子可能吸收光的能量而逸出.假设所有逸出的电子都垂直于A板向B板运动,忽略电子之间的相互作用.保持光照条件不变,  $a$  和  $b$  为接线柱.已知单位时间内从A板逸出的电子数为  $N$ ,电子逸出时的最大动能为  $E_{km}$ ,元电荷为  $e$ .

(1) 求  $A$  板和  $B$  板之间的最大电势差  $U_m$ , 以及将  $a, b$  短接时回路中的电流  $I_{短}$ .

(2) 图示装置可看作直流电源, 求其电动势  $E$  和内阻  $r$ .

(3) 在  $a$  和  $b$  之间连接一个外电阻时, 该电阻两端的电压为  $U$ , 外电阻上的消耗电功率设为  $P$ ; 单位时间内到达  $B$  板的电子, 在从  $A$  板运动到  $B$  板的过程中损失的动能之和设为  $\Delta E_k$ . 请推导证明:  $P = \Delta E_k$ . (注意: 解题过程中需要用到、但题目没有给出的物理量, 要在解题中做必要的说明)

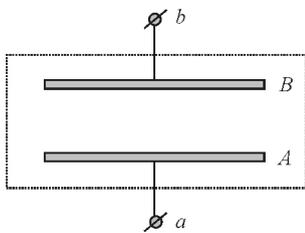


图 4

再比如计算题 24 题第(2), 要求分析这个光电源的电动势  $E$  和内阻  $r$ . 考生平时的训练都是题目给出电源的电动势与内阻, 然后求解电流和电压, 对于电源的电动势与内阻的形成原因和决定因素并不是十分清楚, 所以说这道压轴题虽然计算量不大, 但思维难度还是很高的. 其实, 高中阶段学生至少有两次遇到加深对电源的电动势与内阻理解的机会. 第一次是实验“测量电源电动势与内阻”, 该学生实验一般采用“伏安法”的原理, 但不管运用“电流表内接法”还是“电流表外接法”电路, 都将存在系统误差. 其测量值从理论上分析而言都是“等效新电源”的电动势与内阻. 正是从这里开始, 考生开始重新审视“开路电压”与“电动势”的关系、“去源电阻网”与“内阻”的关系, 这其实就是大学物理中的“戴维南定理”:

戴维南定理又称等效电压源定律, 是由法国科学家  $L \cdot C \cdot$  戴维南于 1883 年提出的一个电学定理. 其内容是: 对于含独立源, 线性电阻和线性受控源的单口网络(二端网络), 都可以用一个电压源与电阻相串联的单口网络(二端网络)来等效, 这个电压源的电压, 就是此单口网络(二端网络)的开路电压, 这个串联电阻就是从此单口网络(二端网络)两端看进去, 当网络内部所有独立源均置零以后的等效电阻.

第二次是学习“法拉第电磁感应定律”的过程中, 不管是理解动生电动势还是理解感生电动势, 都必须深刻理解电动势中“非静电力”的来源.

#### 4 教学与复习建议

通过分析 2015 年北京卷物理试题可以发现, 北京卷物理试题在注重基础、保持稳定的前提下, 一直在不断发生变化, 这种变化既是物理学科自身特点的要求, 也是对物理教学要求变革的回应和支持.

(1) 物理教学内容要全面, 不论是力学、电磁学部分, 还是热学、光学、近代物理知识部分, 虽然热学、光学、近代物理知识部分不太可能以计算题的身份出现, 但以它们为素材背景, 综合考查力学、电磁学的知识, 是“一箭双雕”的好思路.

(2) 重视实验教学不能松懈, 曾几何时, 北京卷物理实验试题出现了连初三学生都能完成的容易题, 给实验教学造成了一定干扰. 今年的实验试题明显增加了难度, 特别是数据处理、误差分析、实验创新方面提出了很高的要求.

(3) 不可忽视运用“类比思想”来对变化量累积求和的分析. 课本虽然囊括的内容是有限的, 但其中蕴含的思想方法却能通过迁移解决众多问题. 例如利用“面积法”求解“变量累积求和”问题, 多年都是考查的重点. 统计如下.

表 3 近几年考查“变量累积求和”的统计

年份	变化量	累积量
课本原型	匀变速运动; 速度随时间变化	位移
2012年北京卷	电梯; 加速度随时间变化	速度变化量
2013年北京卷	蹦床; 弹力随位置变化	弹簧弹力做功
2015年北京卷	弹簧; 弹簧弹力随位置变化	弹簧弹力做功

(4) 对待物理重要概念、规律, 要深刻理解其内涵, 不能停留在“是什么”的水平, 而应该适当提升到“为什么”的阶段. 特别是近几年出现的对“微量与宏观量”关系的考查, 统计如下.

表 4 近几年考查“微量与宏观量”关系的统计

年份	微量	宏观量
2013年北京卷	洛伦兹力	安培力
2013年北京卷	气体分子的热运动	气体压强
2014年北京卷	自由电子的定向运动	导体电阻
2015年北京卷	光电子发射形成电场	电源电动势
2015年北京卷	光电子发射形成电场在平行金属板内产生抑制作用	电源内阻

总之, 研究高考试题的目的并不是为了提高应试的效果, 而是通过分析试题实现与命题人的对话交流, 不断完善物理教学.