

注重物理过程 培养学科素养*

——2018年高考全国 II 卷理综·物理选择题选析

尹明德

(秦安县一中 甘肃天水 741600)

(收稿日期:2018-06-14)

摘要:2018年高考全国 II 卷物理选择题,突出了学科特点,考查了学科核心素养,对中学物理教与学有良好的导向作用. 研究分析考题及折射出的问题,旨在促进物理课堂教学的改革.

关键词:规律 过程 解释 运算 素养

2018年高考已经落幕,仔细琢磨 II 卷物理选择题,其重点考查6个方面:规律运用和逻辑判断、生活事例及物理解释、新背景蕴含的基础知识、物理过程和数形比较、综合分析及数学运算能力. 试题有利于以物理观念、物理思维、科学探究、科学态度为核心素养的课程改革,有利于物理教师顺学科特点之势而为. 现将几个题的解析过程及折射出的问题撰写成文,旨在启迪物理教与学.

1 规律先行 逻辑随后

物理定律、定理、定则是物理概念联系的桥梁,是物理现象的本质反映,是物理教学的核心内容,是培养学生用物理观念去分析解决问题的依托,高考题能直接或间接考查它,必在情理之中.

【例1】(2018年高考全国 II 卷理综第14题)如图1所示,某同学用绳子拉动木箱,使它从静止开始沿粗糙水平路面运动至具有某一速度. 木箱获得的动能一定()

- A. 小于拉力所做的功
- B. 等于拉力所做的功
- C. 等于克服摩擦力所做的功
- D. 大于克服摩擦力所做的功

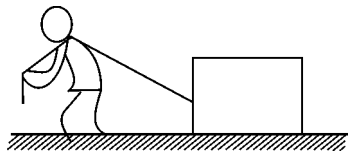


图1 例1题图

解析:分析受力、画出受力和过程图如图2所

示,观察选项并结合题干“动能”一词,易想到用“动能定理”来列式. 因拉力 F 做正功、动摩擦力 f 做负功(物体克服动摩擦力做功)、重力 G 和支持力 N 不做功,即 $W_F - W_f = E_k - 0$,易知 $E_k < W_F$,选项 A 正确.

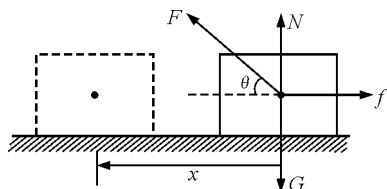


图2 例1题受力分析图

因 $N + F\sin\theta = mg$,显然当 $F\sin\theta = mg$ 时, $N = 0$, $W_f = \mu Nx = 0$;这时选项 B, D 也正确. 可见, E_k 和 W_F 的大小关系存在 $E_k > W_F$, $E_k < W_F$, $E_k = W_F$ 这3种可能性,故选项 B, C, D 是“不一定”,不符合题设“一定”之要求. 选项 B, C, D 在题设情境中是可能的,学生若不注意逻辑上的“一定、不一定、可能、不可能”,就不能选出单一答案.

2 生活事例 物理解释

物理现象存在于我们身边,用物理知识去分析生活现象,不仅可以培养学生的学科兴趣,还可以培养学生从生活中提取物理问题的能力,使学生在质疑中活学活用物理知识.

【例2】(2018年高考全国 II 卷理综第15题)高空坠物极易对行人造成伤害. 若一个 50 g 的鸡蛋从一居民楼的 25 层坠下,与地面的碰撞时间约为 2 ms,则该鸡蛋对地面产生的冲击力约为()

* 甘肃省教育科学“十二五”规划“陇原名师”专项课题“物理教学中注重过程的行动研究”成果之一,课题编号:GSGS[2015]MSZX010

- A. 10 N B. 10^2 N
C. 10^3 N D. 10^4 N

解析: 本题以新闻报道中的现实安全问题为题材, 要求以鸡蛋为研究对象, 首先要会抽象物理模型:

(1) 把鸡蛋视为质点(其最大线度远小于下落距离), 忽略空气阻力;

(2) 下落过程视为自由落体运动, 末速度由运动规律($h = \frac{1}{2}gt^2$ 和 $v = gt$) 或机械能守恒定律

$$\left(\frac{1}{2}mv^2 = mgh\right) \text{ 得出 } v = \sqrt{2gh};$$

(3) 与地面碰撞的 2 ms 内, 速度由 v 减小为零(破碎).

其次要有一定的生活常识:

(1) 鸡蛋从手里掉到地上都会破碎, 何况高空!

(2) 居民楼每层楼高(2.60 ~ 3.40 m), 考虑估算方便取 3.20 m;

(3) 第 1 层楼高度是指“1 楼地平 ~ 2 楼地平”间的距离, 则 25 层楼的总高度为 $h = 25 \times 3.20 \text{ m} = 80.00 \text{ m}$;

(4) 取重力加速度为 $g = 10 \text{ m/s}^2$, 求出 $v = 40 \text{ m/s}$;

(5) 鸡蛋与地面作用过程中, 受重力 mg , 地面的弹力 N , 因涉及力、时间及运动状态改变, 故选用“动量定理”来解题, 取向下方向为正方向, 由

$$(mg - N)\Delta t = 0 - mv$$

得

$$N = mg + \frac{mv}{\Delta t} = 50 \times 10^{-3} \times 10 + \frac{50 \times 10^{-3} \times 40}{2 \times 10^{-3}} = 0.5 + 10^3 \approx 10^3 \text{ N}$$

选项 C 正确.

可见鸡蛋与地面作用过程中, 竟然产生 100 kg 的力! 自身重力可忽略不计. 请思考: 如果鸡蛋与地面的作用时间为 0.2 s 呢?

3 背景新颖 旨在基础

随着现代科学技术的进步和我国科学家的发奋图强, 使“千里眼、顺风耳”的幻想成为现实, 物理教学中适时插入我国现代科学成就和科学家的故事, 对培养学生的科学态度、科学精神和民族自豪感大有裨益.

【例 3】(2018 年高考全国 II 卷理综第 16 题) 2018 年 2 月, 我国 500 m 口径射电望远镜(天眼) 发现毫秒脉冲星“J0318+0253”, 其自转周期 $T = 5.19 \text{ ms}$. 假设星体为质量均匀分布的球体, 已知万有引力常量为 $6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$. 以周期 T 稳定自转的星体的密度最小值约为()

- A. $5 \times 10^9 \text{ kg/m}^3$ B. $5 \times 10^{12} \text{ kg/m}^3$
C. $5 \times 10^{15} \text{ kg/m}^3$ D. $5 \times 10^{18} \text{ kg/m}^3$

解析: 本题以坐落在贵州平塘的国之重器“500 m 口径射电望远镜(FAST)”, 为背景, 关键是理解“稳定自转、密度最小”两个关键词. 此脉冲星赤道上某物体 m 自转所需向心力 $F_{\text{向}} = m \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 R$ 最大, 重力 $G_{\text{赤}} = mg_{\text{赤}} = G \frac{Mm}{R^2} - m \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 R$ 最小, 若其周期比稳定周期还小, 则由 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 知自转加快, 物体 m 极容易因离心而“甩出(瓦解或崩裂)”成为“近地(贴脉冲星表面)卫星”. 故对于半径 R 一定的脉冲星, 其“稳定与不稳定”的临界状态是把 m 甩成近地卫星状态, 即“ $T = 5.19 \text{ ms}$ ”是稳定自转的最大周期. 选甩成的近地卫星 m 为研究对象, 向心力由万有引力充当. 由

$$G \frac{Mm}{R^2} = m \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 R$$

得

$$M = \frac{4\pi^2 R^3}{GT^2}$$

代入密度公式有

$$\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3\pi}{GT^2} =$$

$$\frac{3 \times 3.14}{6.67 \times 10^{-11} \times (5.19 \times 10^{-3})^2} = 5.2 \times 10^{15} \text{ kg/m}^3$$

选项 C 正确.

4 注重过程 数形比较

物理过程是物理问题按照分析需要的简化过程, 常要随着“时空的先后顺序”在思维上进行抽象、分析和综合, 在数和形上进行综合比较, 这对培养学生严谨、仔细、认真、钻研的科学态度和学科内综合素养是必不可少的.

【例 4】(2018 年高考全国 II 卷理综第 18 题) 如图 3, 在同一水平面内有两根平行长导轨, 导轨间存在依次相邻的矩形匀强磁场区域, 区域宽度均为 l ,

磁感应强度大小相等、方向交替向上向下. 一边长为 $\frac{3}{2}l$ 的正方形金属框在导轨上向左匀速运动, 线框中感应电流 i 随时间 t 变化的正确图线可能是()

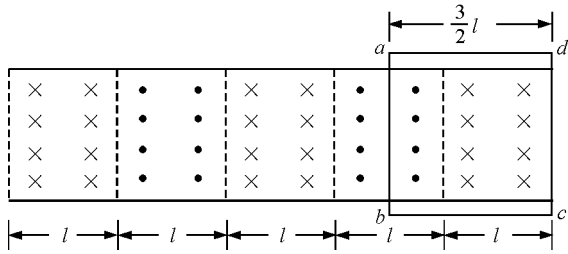
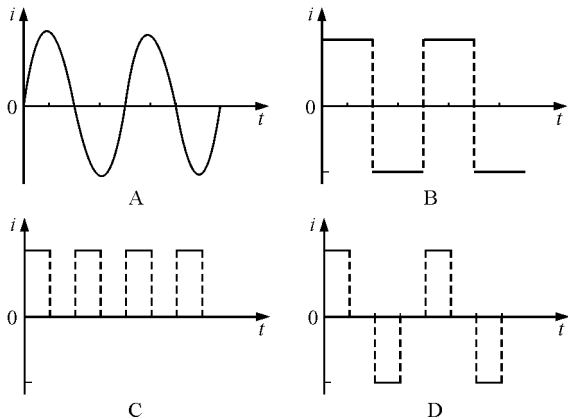


图3 例4题图



解析:在图3中,把线框标记为 $abcd$,取图4中 $a_0b_0c_0d_0$ 为 $t=0$ 位置,则向左匀速运动至 $a_1b_1c_1d_1$ 位置的时刻为

$$t_1 = \frac{\frac{3}{2}l - l}{v} = 0.5 \frac{l}{v}$$

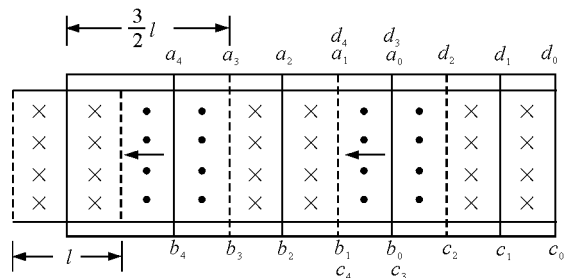


图4 金属框匀速运动位置示意图

至 $a_2b_2c_2d_2$ 位置的时刻为 $t_2 = \frac{l}{v}$, 至 $a_3b_3c_3d_3$ 位置的时刻为 $t_3 = 1.5 \frac{l}{v}$, 至 $a_4b_4c_4d_4$ 位置的时刻为 $t_4 = 2 \frac{l}{v}$ (即为周期). 从 $a_0b_0c_0d_0$ 至 $a_4b_4c_4d_4$ 的过程中, 依次产生如图5(a), (b), (c), (d) 所示的感应电动势, (a) 图中, $E = Blv$ (l 是 ab, cd 边切割磁感线的有

效长度), 两个电源同向串联, 顺时针感应电流 $I = \frac{2Blv}{R}$, R 为线框的总电阻; (b) 图中, 两个电源反向串联, 感应电流为零; (c) 图中, 两个电源同向串联, 逆时针感应电流 $I = \frac{2Blv}{R}$, 与(a)图相反; (d) 图中, 两个电源反向串联, 感应电流为零. 若规定顺时针电流方向为正, 显然, 选项D能正确表述线框在两个周期内的感应电流 i 随时间 t 的变化关系.

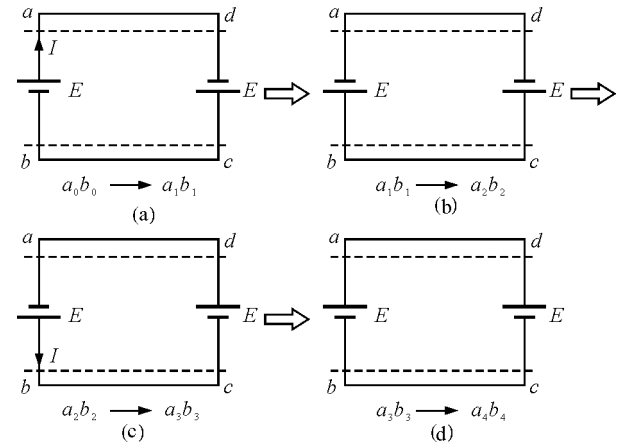


图5 运动过程中线框产生的感应电动势

5 物理分析 代数运算

用物理概念、物理规律、物理方法审视物理问题后,常要把物理问题简化为数学问题,用解方程组、二次函数、不等式、数列、导数等数学方法使问题迎刃而解.

【例5】(2018年高考全国II卷理综第20题)如图6所示,纸面内有两互相垂直的长直导线 L_1, L_2 , L_1 中的电流方向向左, L_2 中的电流方向向上; L_1 的正上方有 a, b 两点,它们相对于 L_2 对称. 整个系统处于匀强外磁场中,外磁场的磁感应强度大小为 B_0 , 方向垂直于纸面向外. 已知 a, b 两点的磁感应强度大小分别为 $\frac{1}{3}B_0$ 和 $\frac{1}{2}B_0$, 方向也垂直于纸面向外. 则()

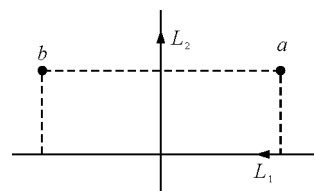


图6 例5题图

A. 流经 L_1 的电流在 b 点产生的磁感应强度大

小为 $\frac{7}{12}B_0$

B. 流经 L_1 的电流在 a 点产生的磁感应强度大小
小为 $\frac{1}{12}B_0$

C. 流经 L_2 的电流在 b 点产生的磁感应强度大小
小为 $\frac{1}{12}B_0$

D. 流经 L_2 的电流在 a 点产生的磁感应强度大小
小为 $\frac{7}{12}B_0$

解析:由直线电流的右手安培定则可知, L_1 在 a, b 两点产生“ \times ”的 B_1 ; L_2 在 a 点产生“ \times ”的 B_2 , 在 b 点产生“ \cdot ”的 B_2 ; 设垂直纸面向外的“ \cdot ”为正, 根据同一直线的矢量运算法则

对 a 点有

$$B_0 - B_1 - B_2 = \frac{1}{3}B_0$$

对 b 点有

$$B_0 + B_2 - B_1 = \frac{1}{2}B_0$$

联立解方程组得

$$B_1 = \frac{7}{12}B_0 \quad B_2 = \frac{1}{12}B_0$$

可见, 选项 A, C 正确.

6 推导论证 融会贯通

在学习物理时, 首先要明白概念本身的意义, 其次要弄清概念之间的联系规律, 这种规律要么根据实验来探究, 要么根据理论推导来寻求. 只知道利用现成结论, 或代入某个公式的“死学”, 或所有类型试题都要讲到的“死教”, 则创新能力将成为空谈.

【例 6】(2018 年高考全国 II 卷理综第 21 题) 如图 7 所示, 同一平面内的 a, b, c, d 4 点处于匀强电场中, 电场方向与此平面平行, M 为 a, c 连线的中点, N 为 b, d 连线的中点. 一电荷量为 $q (q > 0)$ 的粒子从 a 点移动到 b 点, 其电势能减小 W_1 ; 若该粒子从 c 点移动到 d 点, 其电势能减小 W_2 . 下列说法正确的是 ()

A. 此匀强电场的场强方向一定与 a, b 两点连线平行

B. 若该粒子从 M 点移动到 N 点, 则电场力做功一定为 $\frac{W_1 + W_2}{2}$

C. 若 c, d 之间的距离为 L , 则该电场的场强大小一定为 $\frac{W_2}{qL}$

D. 若 $W_1 = W_2$, 则 a, M 两点之间的电势差一定等于 b, N 两点之间的电势差

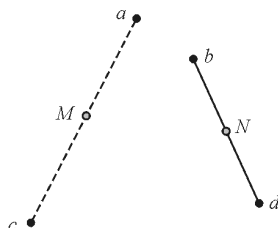


图 7 例 6 题图

解析:如图 8 所示, 在匀强电场中, a, b, c, d 4 点构成矩形, 若 l_1 是长度, l_2 是宽度, 则电势差 $U_{ad} = U_{bc} = El_1 \cos \theta$, $U_{ab} = U_{dc} = El_2 \sin \theta$, 即平行等长处电势差才相等;

若 e 点是 ad 边的中点, 则 $U_{ae} = U_{ed}$ 或 $\varphi_a - \varphi_e = \varphi_e - \varphi_d$

$$\text{得 } \varphi_e = \frac{\varphi_a + \varphi_d}{2}$$

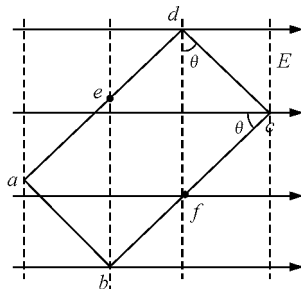


图 8 例 6 题分析图

电场线与等势线垂直, 且指向电势降落的方向; 由 $W_{ab} = qU_{ab}$ 知正电荷从高电势运动至低电势, 电场力做正功, 电势能减小. 根据这些基础知识, 显然有 a 点电势高于 b 点, c 点电势高于 d 点, 满足

$$\varphi_a - \varphi_b = \frac{W_1}{q}$$

$$\varphi_c - \varphi_d = \frac{W_2}{q}$$

$$\varphi_M = \frac{\varphi_a + \varphi_c}{2}$$

$$\varphi_N = \frac{\varphi_b + \varphi_d}{2}$$

即 M 点电势一定高于 N 点电势.

本题选项 A 因无法确定等势线而不能确定场强方向, 选项 C 也因无法确定 c, d 两点沿场强方向的距离而不能确定. 对选项 B 由

溯源真实物理情境 体验科学探究之美

——以伽利略对自由落体运动的研究为例

潘 正

(苏州市东山中学 江苏 苏州 215107)

(收稿日期:2018-06-06)

摘 要:通过溯源伽利略年代的真实情境,溯源伽利略的思维方式和研究过程,利用还原出的计时工具“水钟”和“冲淡重力”斜面实验仪器,完成对自由落体运动的深度研究.让学生经历一个完整的科学探究过程,感受科学研究的艰辛与乐趣,感受科学家的智慧和勇气,从而体验到科学探究之美.

关键词:溯源 真实情境 自由落体运动 水钟 “冲淡重力”

杨振宁在上海接受记者采访时,曾将他取得成功的奥秘归结为这样一句话:“要站在问题开始的地方,要面对原始的问题,而不要淹没在文献的海洋里(课程·教材·教法—《对物理教学的哲学思考》—2005)”.

爱因斯坦说过:“科学结论几乎是以完成的形式出现在读者面前,读者体会不到探索和发现的喜悦,感觉不到思想形成的生动过程,也很难达到清楚地解释全部情况(华东师范大学博士论文—《化学课程中的科学过程技能研究》—2007)”.

杨振宁和爱因斯坦表达了同一个思想:科学探

究需要溯源.

溯源,即追溯事件产生和发展的根源.物理规律的建立,依托物理学史实,以一些著名的物理定律、物理的重大发现、重要的物理实验为研究对象,探究物理学重要成果的形成过程,体验科学家的工作历程,体会科学家的科学精神.溯源事件的产生和发展过程,能够加深对物理规律的认识,准确把握物理规律.

1 科学探究需要进行溯源

科学探究是物理学科核心素养的重要组成部分

综合上述试题的特征分析及求解可见,在物理课堂教学中,不仅要重视物理概念和规律的建立过程,还要重视用物理观念去抽象或解释生产、生活和科技中的物理问题.“习题”教学绝非为了培养解题高手,而是服务于理解核心知识,掌握解决问题的思维方式和方法.做实验(或作实验题)是为了让学生正确使用器材、弄清实验原理、培养动手、质疑、分析和探究能力.

面对选拔性高考,要摒弃“题海”演练,要尊重学科特点和学生的心理认知规律,要让物理课堂放出重基础、重过程、重实验、重思维、重弄通、重反思的光芒,要让“典型例题”“生活中的物理”“高科技中的物理”产生培养学科探究能力的效益.

$$W_{MN} = q(\varphi_M - \varphi_N) =$$

$$q \frac{(\varphi_a - \varphi_b) + (\varphi_c - \varphi_d)}{2} = \frac{W_1 + W_2}{2}$$

知是正确的.对选项 D,若 $W_1 = W_2$,则

$$\varphi_a - \varphi_b = \varphi_c - \varphi_d$$

移项得

$$\varphi_a - \varphi_c = \varphi_b - \varphi_d$$

即

$$U_{ac} = U_{bd}$$

因

$$U_{aM} = \frac{U_{ac}}{2} \quad U_{bN} = \frac{U_{bd}}{2}$$

故

$$U_{aM} = U_{bN}$$

选项 D 正确.