

物理教学中应注重学生对称思维的培养

——从近几年几道高考题的剖析谈起

王金霞 黄绍书

(六盘水市第23中学 贵州 六盘水 553001)

(收稿日期:2016-12-17)

摘要:历届物理高考都渗透着对称思维能力的考查,并且这种趋势在将来的命题中会更加明显.本文仅就对近几年的几道高考试题的剖析,兹以说明在物理教学中培养学生对称思维能力的重要性.

关键词:物理教学 高考 对称模型 对称思维 培养

1 问题的背景

物质世界总存在某些对称性,使得物理学理论也具有相应的对称性,从而使对称问题普遍存在于各种物理现象和物理规律中.要处理好对称问题,就要有相应的对称思维.

在高中物理模型中,对称性模型占据相当大的比例.比较典型的如圆周运动模型、简谐运动模型及抛体运动模型等.

历届物理高考都渗透着对称思维能力的考查,并且这种趋势在将来的命题中会更加明显.因此,在物理教学中,注重学生对称思维能力的培养尤为重要.

2 高考题剖析

近几年的物理高考中,考查考生对称思维能力的要求明显的加强.命题立足点新颖,取材广泛.

【例1】(2014年高考山东卷第18题)如图1所示,场强大小为 E ,方向竖直向下的匀强电场中有一矩形区域 $abcd$,水平边 ab 长为 s ,竖直边 ad 长为 h .质量均为 m ,带电荷量分别为 $+q$ 和 $-q$ 的两粒子,由 a 、 c 两点先后沿 ab 和 cd 方向以速率 v_0 进入矩形区域(两粒子不同时出现在电场中).若不计重力,两粒子的轨迹恰好相切,则 v_0 等于

- A. $\frac{s}{2} \sqrt{\frac{2qE}{mh}}$ B. $\frac{s}{2} \sqrt{\frac{qE}{mh}}$
C. $\frac{s}{4} \sqrt{\frac{2qE}{mh}}$ D. $\frac{s}{4} \sqrt{\frac{qE}{mh}}$

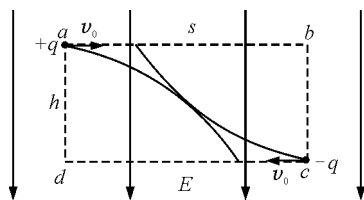


图1 例1题图

剖析:关键点在于切点(对称点)位置距矩形区域的上下边界 ab 和 cd 的距离相等,都等于 $\frac{h}{2}$;距矩形区域的左右边界 ad 和 bc 也相等,都等于 $\frac{s}{2}$.因此

$$\frac{s}{2} = v_0 \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{h}{2}}{\frac{qE}{m}}} = v_0 \sqrt{\frac{mh}{qE}}$$

所以

$$v_0 = \frac{s}{2} \sqrt{\frac{qE}{mh}}$$

即,正确选项是B.

【例2】(2015年高考山东卷第20题)如图2(a)所示,两水平金属板间距为 d ,板间电场强度的变化规律如图2(b)所示. $t=0$ 时刻,质量为 m 的带电微粒以初速度 v_0 沿中线射入两板间, $0 \sim \frac{T}{3}$ 时间内微粒匀速运动, T 时刻微粒恰好经金属板边缘飞出.微粒运动过程中未与金属板接触,重力加速度为 g .关于微粒在 $0 \sim T$ 时间运动的描述,正确的是

- A. 末速度大小为 $\sqrt{2}v_0$
B. 末速度沿水平方向
C. 重力势能减少了 $\frac{1}{2}mgd$

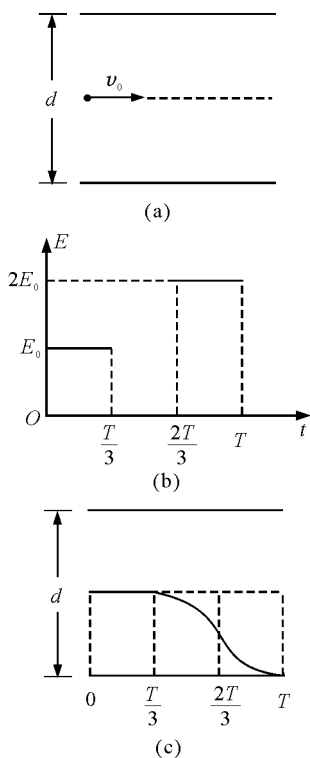
D. 克服电场力做功为 mgd 

图2 例2题图

剖析: 关键是根据 $qE_0 = mg$, 判断出 $\frac{T}{3} \sim \frac{2T}{3}$ 内与 $\frac{2T}{3} \sim T$ 内微粒受到的合外力大小相等, 都等于 mg , 而方向相反, 并而绘制出微粒在 $\frac{T}{3} \sim T$ 内具有对称性的运动轨迹, 轨迹的拐点(对称点)在 $\frac{2T}{3}$ 时刻距下极板 $\frac{d}{4}$ 处, 如图 2(c) 所示. 因此, 根据重力和电场力做功的特点和轨迹的对称关系, 容易判断出正确的 B, C 选项.

【题 3】(2013 年高考全国卷第 15 题) 如图 3 所示, 一半径为 R 的圆盘上均匀分布着电荷量为 Q 的电荷, 在垂直圆盘且过圆心 c 的轴线上有 a, b, d 3 个点, a 和 b, b 和 c, c 和 d 之间的距离均为 R , 在 a 点处有一电荷量为 $q (q > 0)$ 的固定点电荷. 已知 b 点处的场强为零, 则 d 点处的场强大小为 (k 为静电力常量)

- A. $k \frac{3q}{R^2}$ B. $k \frac{10q}{9R^2}$
 C. $k \frac{Q+q}{R^2}$ D. $k \frac{9Q+q}{9R^2}$

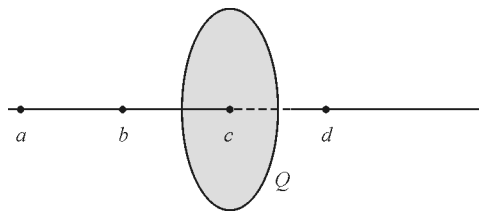


图3 例3题图

剖析: 关键是首先明确圆盘就是一个对称体, 均匀带电的对称体在关于其对称的位置产生的场强是等大反向的. 因此

$$E_{Q_0} = -E_{Qd}$$

根据 b 点处的场强为零可得

$$|E_{Q_0}| = |E_{Qd}| = E_{\phi} = k \frac{q}{R^2}$$

因此, E_{Q_0} 方向向左, E_{Qd} 方向向右. 所以 d 点处的场强大小为

$$E_d = E_{q_1} + E_{Qd} = k \frac{q}{(3R)^2} + k \frac{q}{R^2} = k \frac{10q}{9R^2}$$

因而, 选项 B 正确.

【例 4】(2015 年高考山东卷第 18 题) 直角坐标系 xOy 中, M, N 两点位于 x 轴上, G, H 两点的坐标如图 4 所示, M, N 两点各固定一负点电荷. 一电荷量为 Q 的正点电荷置于 O 点时, G 点处的电场强度恰好为零, 静电力常量用 k 表示, 若将该正点电荷移到移到 G 点, 则 H 点处场强的大小和方向分别为

- A. $\frac{3kQ}{4a^2}$, 沿 y 正向 B. $\frac{3kQ}{4a^2}$, 沿 y 负向
 C. $\frac{5kQ}{4a^2}$, 沿 y 正向 D. $\frac{5kQ}{4a^2}$, 沿 y 负向

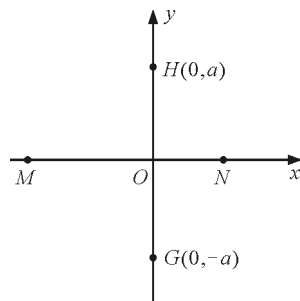


图4 例4题图

剖析: 关键是明确 M, N 两点的负点电荷在 G, H 两点产生的场强具有对称性, 且 E_{H-} 沿 y 轴负向, E_{G-} 沿 y 轴正向. 根据 $+Q$ 放在 O 时, $E_G = 0$ 可得

(下转第 78 页)

5 小结

本文从波动方程入手,推导出弦振动时产生驻波的方程;得出弦振动形成驻波时,波长、弦中张力、频率和弦线密度之间的关系.对弦振动的实验数据采用最小二乘法处理,并用 OriginPro7.5 软件对 $\ln\lambda \sim \ln T$ 进行了线性拟合,分析了相对误差.此外,本文用分析天平求弦线线密度时,计算了其不确定度,并采用两种方法计算了弦线上行波的波速,对比了两种波速的误差度.

参考文献

- 1 张建军,殷保详.大学物理实验.北京:北京邮电大学出版社,2013
- 2 张松峰,张鸿辉,周小东.基于最小二乘法的弦振动的研究.智能计算机与应用,2015,5(6):49~51
- 3 王荣,牛英煜.利用弦振动方程研究驻波特性.物理实验,2012,32(7):36~39

- 4 浦天舒.弦振动实验中阻力系数的测定.物理与工程,2015,25(3):54~56
- 5 吕春,杨萍,张兵.从弦振动实验方法的多样性,探究物理实验教学方法.第六届全国高等学校物理实验教学研讨会论文集(上),148~151
- 6 王玉清.固定均匀弦振动仪装置的拓展应用.实验室研究与探索,2009,28(3):31~33
- 7 黄莘,王茂香.弦振动实验数据处理与分析.大学物理实验,2013,26(6):89~91
- 8 张宇亭,赵斌,王茂香.弦振动实验中驻波波长的测量方法.实验科学与技术,2016,14(1):42~45
- 9 张庆龙.弦振动特性研究.大学物理实验,2016,29(4):65~66
- 10 苗锬,黄育红,李康,等.弦振动形成驻波的规律和数据的 MATLAB 处理.大学物理实验,2010,23(4):75~79
- 11 姚久民,田广志,祝玉华.用频谱分析法研究弦振动实验.物理实验,2009,29(12):30~33

Data Processing and Error Analysis in Homogeneous Chord Vibration of Solid

Zhang Chun Yang Ningxuan

(Department of Physics, College of Science, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832003)

Abstract: String vibration is a basic experiment and in general physics mechanics, String vibration research is also the classical example of a standing wave in university physics experiment. In this paper, the mass of the String is measured by the analytical balance, and the linear density of String and its uncertainty are calculated. Then, the experimental data are dealt with by the least square method and realizes linear fitting with the origin method. Finally, using two methods to calculate the wave velocity, the error degree of wave velocity is compared.

Key words: vibration of string; standing wave; least squares method; error analysis

(上接第 62 页)

$$|E_{H-}| = |E_{G-}| = E_{QG} = k \frac{Q}{a^2}$$

所以, +Q 放在 G 时, H 点场强大小为

$$E_H = E_{QH} + E_{H-} = k \frac{Q}{a^2} - k \frac{Q}{(2a)^2} = k \frac{3Q}{4a^2}$$

方向沿 y 负向. 所以, 选项 B 正确.

3 结语

利用对称思维分析对称性物理问题, 关键是能否敏锐地看出和抓住对称问题的某一方面的对称特点. 很多对称模型极具隐蔽性, 需要结合一定的基础

知识甚至是跨学科知识才能有效地建立起来.

学生解决物理问题的能力是其思维模式的体现, 从某种程度上讲也是教师教学模式和方法的体现.

参考文献

- 1 2014 年普通高等学校招生全国统一考试(山东卷)理科综合能力测试卷
- 2 2015 年普通高等学校招生全国统一考试(山东卷)理科综合能力测试卷
- 3 2013 年普通高等学校招生全国统一考试(全国 I 卷)理科综合能力测试卷