



值得关注的高考物理试题的新视角

徐海龙

(温州市第二外国语学校 浙江 温州 325000)

钱呈祥

(永嘉县上塘中学 浙江 温州 325100)

(收稿日期:2015-07-12)

摘要:提出并分析了近年来高考物理试题某些新动向,值得关注.

关键词:高考 物理试题 新视角 值得关注

牛顿曾经说过,“如果我看得比别人更远些,那是因为我站在巨人的肩膀上”.那么,作为一名中学物理教师,要想引领学生走得更远,就一定要跟随时代前进,要站得高、看得远,要不断地扩充自己的知识领域,更要有前瞻性,看问题要更深刻.而大学物理中不仅包括物理学的基本知识,而且包括物理学的思想体系、研究方法等更深层次的东西.因此,中学物理教师必须站在大学物理的高度来指导中学物理教学.从一个新的视角观察:近几年,高考物理的个别试题有一种考查大学物理思维方法的倾向,下面举例说明之.

【例1】(2015年高考广东卷第13题)甲、乙两人同时同地出发骑自行车做直线运动,前1 h内的位移-时间图像如图1所示.下列表述正确的是

- A. 0.2 ~ 0.5 h内,甲的加速度比乙的大
- B. 0.2 ~ 0.5 h内,甲的速度比乙的大
- C. 0.6 ~ 0.8 h内,甲的位移比乙的小
- D. 0.8 h内,甲、乙骑行的路程相等

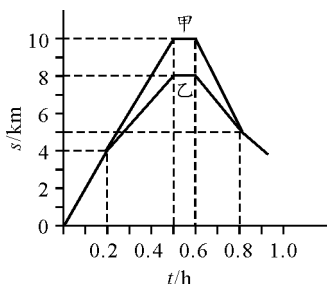


图1

解析:该题图像为位移-时间图像,图像斜率大小代表速度大小,下面分析各段甲、乙的运动情况.0 ~ 0.2 h内均做匀速直线运动,速度相等,加速度均为零;在0.2 ~ 0.5 h内做匀速直线运动,甲的速度大于乙的速度,加速度均为零,选项A错误,选项B正确;在0.5 ~ 0.6 h内均静止;在0.6 ~ 0.8 h内均做匀速直线运动,但甲的速度大于乙的速度,加速度均为零,甲的位移是-5 km,大小是5 km,乙的位移是-3 km,大小为3 km,选项C错误;整个0.8 h内,甲的路程是15 km,乙的路程是11 km,选项D错误.其中A选项,是比较甲和乙的加速度,只要将甲和乙在0.2 ~ 0.5 h内的直线方程求一阶导数,就得到甲和乙的速度是两个不同的定值,求二阶导数,就得到加速度都是零,可见,甲和乙的加速度是一样的.

【例2】(2015年高考广东卷第14题)如图2所示,帆板在海面上以速度 v 朝正西方向运动,帆船以速度 v 朝正北方向航行,以帆板为参照物

- A. 帆船朝正东方向航行,速度大小为 v
- B. 帆船朝正西方向航行,速度大小为 v
- C. 帆船朝南偏东 45° 方向航行,速度大小为 $\sqrt{2}v$
- D. 帆船朝北偏东 45° 方向航行,速度大小为 $\sqrt{2}v$

解析:此题考查相对速度以及不同参考系中速度转换.以帆板为参照物,求此参考系中帆船的速度,就是求解帆船相对帆板的速度,由图3所示,可

得

$$\mathbf{v}_{\text{船对板}} = \mathbf{v}_{\text{船对地}} + \mathbf{v}_{\text{地对板}} = \mathbf{v}_{\text{船对地}} + (-\mathbf{v}_{\text{板对地}})$$

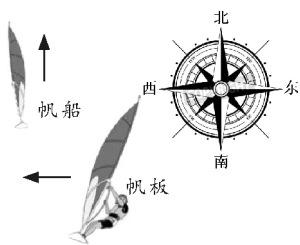


图 2

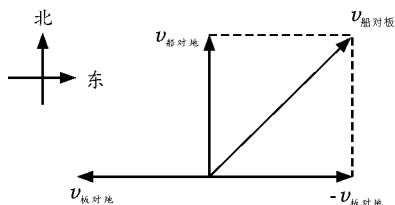


图 3

通过矢量合成法则,求得帆船相对帆板的速度朝北偏东 45° ,大小为 $\sqrt{2}v$,选项 D 正确.这个题目是根据大学《力学基础》中绝对速度等于牵连速度与相对速度的矢量和来解的,略微超过了高考难度,相当于中学生竞赛的水平.

【例 3】(2015 年高考新课标 II 卷第 21 题)如图 4 所示,滑块 a 和 b 的质量均为 m ,a 套在固定直杆上,与光滑水平地面相距 h ,b 放在地面上,a,b 通过铰链用刚性轻杆连接.不计摩擦,a,b 可视为质点,重力加速度大小为 g .则

- A. a 落地前,轻杆对 b 一直做正功
- B. a 落地时速度大小为 $\sqrt{2gh}$
- C. a 下落过程中,其加速度大小始终不大于 g
- D. a 落地前,当 a 的机械能最小时,b 对地面的

压力大小为 mg

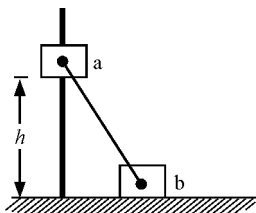


图 4

解析:当滑块 a 刚释放时,两者的速度都为零,当 a 落地时,则杆的分速度为零,由机械能守恒定律

可知,a 落地时速度大小为 $v_a = \sqrt{2gh}$,故 B 正确;滑块 b 的速度也为零,所以轻杆对 b 先做正功,后做负功,故 A 错;a 落地前,当 a 的机械能最小时 b 的速度最大,此时杆对 b 的作用力为零,这时,b 对地面的压力大小为 mg ,a 的加速度为 g ,故 C 错误,D 正确.轻杆对滑块 a 的作用力先向上方,是推力,后来向下方,是拉力.滑块 a 的加速度先小于 g ,后大于 g .该题中滑块 a 和滑块 b 的组合,在中学称之为连接体问题或者质点组问题,而从大学《力学基础》的视角看,滑块 a 和滑块 b 用轻杆连接,相当于一个刚体.

【例 4】(2015 年高考安徽卷第 20 题)已知均匀带电的无穷大平面在真空中激发电场的场强大小为 $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$,其中 σ 为平面上单位面积所带的电荷量, ϵ_0 为

常量.如图 5 所示的平行板电容器,极板正对面积为 S ,其间为真空,带电荷量为 Q .不计边缘效应时,极板可看作无穷大导体板,则极板间的电场强度大小和两极板间相互的静电引力大小分别为

- A. $\frac{Q}{\epsilon_0 S}$ 和 $\frac{Q^2}{\epsilon_0 S}$
- B. $\frac{Q}{2\epsilon_0 S}$ 和 $\frac{Q^2}{\epsilon_0 S}$
- C. $\frac{Q}{2\epsilon_0 S}$ 和 $\frac{Q^2}{2\epsilon_0 S}$
- D. $\frac{Q}{\epsilon_0 S}$ 和 $\frac{Q^2}{2\epsilon_0 S}$

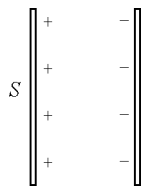


图 5

解析:由公式 $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$, $\sigma = \frac{Q}{S}$ 可知,正负极板都有场强,由场强的叠加可得 $E = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$,电场力 $F = \frac{Q}{2\epsilon_0 S}Q$,故选 D.均匀带电的无穷大平面在真空中激发电场的场强,在大学《电磁学》教材中是作为例题来讲的,在这个高考题中,则是直接把结论拿过来用.

【例 5】(2015 年高考江苏卷第 8 题)两个相同的负电荷和一个正电荷附近的电场线分布如图 6 所

示, c 是两负电荷连线的中点, d 点在正电荷的正上方, c, d 到正电荷的距离相等, 则

- A. a 点的电场强度比 b 点的大
- B. a 点的电势比 b 点的高
- C. c 点的电场强度比 d 点的大
- D. c 点的电势比 d 点的低

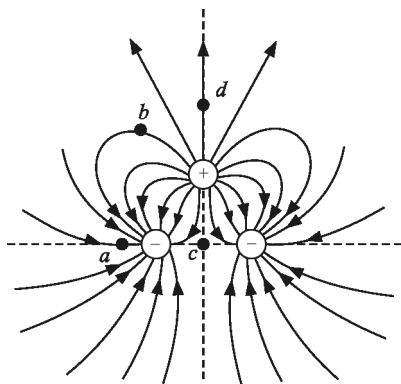


图 6

解析: 由图知, a 点处的电场线比 b 点处的电场线密集, c 点处的电场线比 d 点处的电场线密集, 所以选项 A, C 正确; 过 a 点画等势线, 与 b 点所在电场线的交点在 b 点沿电场线的方向上, 所以 b 点的电势高于 a 点的电势, 故 B 错误; 同理可得 d 点的电势高于 c 点的电势, 故 D 正确. 这个题目中, 比较 c 点和 d 点的电势高低, 也可以根据电势的叠加原理来判断, 正电荷跟 c 点和 d 点的距离相等, 产生的电势相等, 两个负电荷与 c 点的距离比 d 点近, 在 c 点产生的电势也比较低, 所以, 根据叠加原理, 可知 c 点的电势比 d 点的低. 电场的叠加原理是大学《电磁学》要求的知识点.

【例 6】(2014 年高考江苏物理卷第 4 题) 如图 7 所示, 一圆环上均匀分布着正电荷, x 轴垂直于环面且过圆心 O . 下列关于 x 轴上的电场强度和电势的说法中正确的是

- A. O 点的电场强度为零, 电势最低
- B. O 点的电场强度为零, 电势最高
- C. 从 O 点沿 x 轴正方向, 电场强度减小, 电势升高
- D. 从 O 点沿 x 轴正方向, 电场强度增大, 电势降低

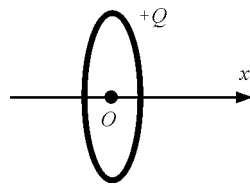


图 7

解析: O 点合场强为零, 在 O 点右侧每一点合场强方向向右, 在 O 点左侧每一点合场强方向向左, 沿电场方向电势降低, 所以 O 点电势最高, 选项 B 正确, A, C, D 错误. 圆环上均匀分布着正电荷, 其中心轴上电场强度的计算, 采用微元法, 是大学《电磁学》教材上的例题.

【例 7】(2013 年高考新课标 I 卷第 15 题) 如图 8, 一半径为 R 的圆盘上均匀分布着电荷量为 Q 的电荷, 在垂直于圆盘且过圆心 c 的轴线上有 a, b, d 3 个点, a 和 b, b 和 c, c 和 d 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 点处场强的大小为 (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. $k \frac{9Q+q}{9R^2}$

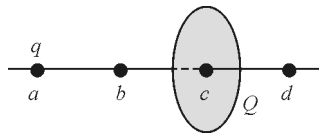


图 8

解析: 根据场强的叠加, $E_b = E_a + E_{\text{盘}}$, 可得圆盘在 b 点产生的电场强度与点电荷在 b 点产生的电场强度等大反向, $E_{\text{盘}} = -k \frac{q}{R^2}$, 方向向左; 根据对称性可知圆盘在 d 点处产生的场强为 $E'_{\text{盘}} = k \frac{q}{R^2}$, d 点处的合场强 $E_d = k \frac{q}{(3R)^2} + k \frac{q}{R^2} = k \frac{10q}{9R^2}$, B 选项对, A, C, D 选项错误. 该题目的解法涉及电场的叠加原理, 这是大学《电磁学》要求的知识点.

【例 8】(2013 年高考安徽卷第 20 题) 如图 9 所示, xOy 平面是无穷大导体的表面, 该导体充满 $z < 0$ 的

空间, $z > 0$ 的空间为真空. 将电荷为 q 的点电荷置于 z 轴上 $z = h$ 处, 则在 xOy 平面上会产生感应电荷. 空间任意一点处的电场皆是由点电荷 q 和导体表面上的感应电荷共同激发的. 已知静电平衡时导体内部场强处处为零, 则在 z 轴上 $z = \frac{h}{2}$ 处的场强大小为 (k 为静电力常量)

- A. $k \frac{4q}{h^2}$
- B. $k \frac{4q}{9h^2}$
- C. $k \frac{32q}{9h^2}$
- D. $k \frac{40q}{9h^2}$

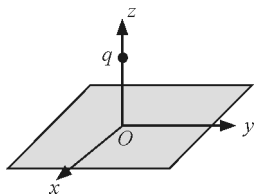


图 9

解析: 用位于导体平面下方 h 处的镜像电荷 $-q$ 代替导体平面上的感应电荷, 边界条件维持不变, 即 xOy 平面为零势面. 在 z 轴上 $z = \frac{h}{2}$ 处, q 的场强大小为 $E_1 = \frac{4kq}{h^2}$, $-q$ 的场强大小为 $E_2 = \frac{4kq}{9h^2}$, 两个场强方向相同, 其合场强 $E = k \frac{40q}{9h^2}$, 故 D 对, A, B, C 错. 镜像电荷法是大学《电动力学》教材中新出现的思想方法, 在这之前的物理教材中没有提到这种方法.

【例 9】(2012 年高考安徽理综卷第 20 题) 如图 10 所示, 半径为 R 的均匀带电圆形平板, 单位面积带电荷量为 σ , 其轴线上任意一点 P (坐标为 x) 的电场强度可以由库仑定律和电场强度的叠加原理求出 $E = 2\pi k\sigma \left(1 - \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}}\right)$, 方向沿 x 轴. 现考虑单位面积带电荷量为 σ_0 的无限大均匀带电平板, 从其中间挖去一半径为 r 的圆板, 如图 11 所示, 则圆孔轴线上任意一点 Q (坐标为 x) 的电场强度为

- A. $2\pi k\sigma_0 \frac{x}{\sqrt{r^2 + x^2}}$

- B. $2\pi k\sigma_0 \frac{r}{\sqrt{r^2 + x^2}}$
- C. $2\pi k\sigma_0 \frac{x}{r}$
- D. $2\pi k\sigma_0 \frac{r}{x}$

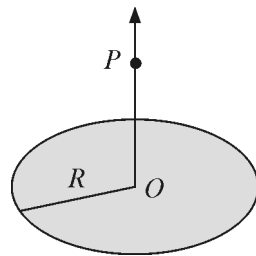


图 10

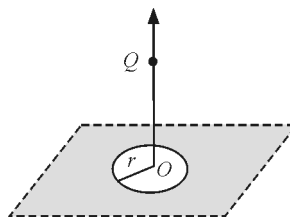


图 11

解析: 无穷大带电平板其周围电场可以等效为匀强电场, 切除的圆板如果 r 趋于零, 则场强应为恒定值, 比较各选项可得 A 项正确. 该题目的解法涉及电场的叠加原理, 这是大学《电磁学》要求的知识点.

【例 10】(2010 年高考福建理综卷第 18 题) 物理学中有些问题的结论不一定必须通过计算才能验证, 有时只需通过一定的分析就可以判断结论是否正确. 如图 12 所示为两个彼此平行且共轴的半径分别为 R_1 和 R_2 的圆环, 两圆环上的电荷量均为 q ($q > 0$), 而且电荷均匀分布. 两圆环的圆心 O_1 和 O_2 相距为 $2a$, 连线的中点为 O , 轴线上的 A 点在 O 点右侧与 O 点相距为 r ($r < a$). 试分析判断下列关于 A 点处电场强度大小 E 的表达式 (式中 k 为静电力常量) 正确的是

- A. $E = \left| \frac{kqR_1}{R_1^2 + (a+r)^2} - \frac{kqR_2}{R_2^2 + (a-r)^2} \right|$
- B. $E = \left| \frac{kqR_1}{[R_1^2 + (a+r)^2]^{\frac{3}{2}}} - \frac{kqR_2}{[R_2^2 + (a-r)^2]^{\frac{3}{2}}} \right|$
- C. $E = \left| \frac{kq(a+r)}{R_1^2 + (a+r)^2} - \frac{kq(a-r)}{R_2^2 + (a-r)^2} \right|$

$$D. E = \left| \frac{kq(a+r)}{[R_1^2 + (a+r)^2]^{\frac{3}{2}}} - \frac{kq(a-r)}{[R_2^2 + (a-r)^2]^{\frac{3}{2}}} \right|$$

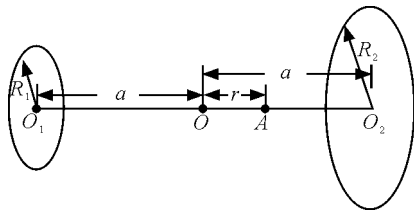


图 12

解析: 本题考查了物理学方法的使用, 利用等效法、特殊值法和微元法综合分析比较方便. 当 $r=0$ 时, A 点位于连线的中点 O 处, 两个带电圆环均可以等效成位于圆心处的点电荷, 根据场强的叠加容易知道, 此时总场强为零, 将 $r=0$ 代入各选项, 可排除 A, B 选项.

当 $r=a$ 时, A 点位于圆心 O_2 处, 带电圆环 O_2 由于对称性, 在 A 点的电场为零, 根据微元法可以求得此时的总场强为

$$E = E_1 = \frac{kq}{R_1^2 + 4a^2} \cos \theta = \frac{kq}{R_1^2 + 4a^2} \frac{2a}{\sqrt{R_1^2 + 4a^2}} = \frac{2kqa}{(R_1^2 + 4a^2)^{\frac{3}{2}}}$$

将 $r=a$ 代入 C, D 选项, 可排除 C 选项. 该题目的圆环上均匀分布着正电荷, 其中心轴上电场强度的计算采用微元法, 是大学《电磁学》教材上的例题.

小结: 这就是近几年高考新出现的一类题目, 要求考生注意领会大学物理的相关物理思想方法. 毫无疑问, 这些试题都凸显了探究理念, 旨在强化对三维目标中“过程与方法”的考查. 这些试题蕴含的物理思想有模型思想、对称思想、等效思想、微元思想和转化思想. 物理学思想方法是解决问题的武器, 教学中要敢于创设新情境. 物理思想是物理方法的灵魂, 是物理问题品质的反映, 是解决物理问题的思想支柱. 物理问题是物理思想的载体, 是践行物理思想的基地. 只有深刻挖掘物理问题所蕴含的物理思想, 才能在物理思想的引领下探寻问题的解决途径.

大学物理与高中物理相比涵盖内容广泛、研究问题广博、研究方法多样、物理思想深刻, 它不仅包

括力、热、电、光、原等普通物理部分, 还涉及到相对论和量子力学等一些新兴科学内容, 与高中物理相比研究的是更深层次、更一般的规律. 在高中阶段学生已经接触到了部分物理模型, 能把实际问题抽象成物理模型. 在大学物理中, 物理模型更加抽象, 要求的不只是把实际的物体抽象成物理模型, 更重要的是能根据不同的物理模型去研究物体的共性. 可以说, 对同一问题的研究, 大学物理更上升到一般性, 而高中物理只涉及基础和特例. 物理方法是物理思想的体现, 物理学上研究问题的方法很多, 比如有实验法、假设法、类比法、分析法、归纳法、总结法、图表法、图像法、控制变量、理想模型法等等. 从研究问题方法上来看, 高中物理和大学物理都普遍采用这些方法. 所不同的是大学物理对这些方法的研究更深入, 应用更广泛, 更有助于思维的拓展和创新能力的培养. 例如: 对于理想模型法的研究, 高中物理电磁学中为了研究问题方便引入了点电荷模型, 然后从库仑定律出发, 研究点电荷周围场的分布和初步分析多个孤立点电荷场的叠加问题, 而大学物理对这个问题的研究是在高中物理基础上, 深入研究多个孤立点电荷场的叠加问题.

大学物理思想方法对中学物理教师的教学具有指导意义: 有利于教师物理知识体系的深化; 有助于提高物理教师的专业知识和科学素养; 有利于教师物理思维的扩展; 有利于教师物理科学素养的提升; 大学物理研究问题的广度和深度及其研究方法更有助于教师的发散性思维、抽象思维和逻辑思维的扩展. 作为高中教师, 具备一定的大学物理知识, 能从研究方法上指导高中物理教学. 高中物理教育教学应该随着科技和知识创新的发展不断发展, 教学内容由传统的静态转化为与时俱进的动态开放发展. 教师要根据教学大纲不断更新教学内容, 渗透大学物理思想, 对高中物理进行整合和有益的补充, 积极引导 学生关注教学前沿, 大胆探索未知世界.