



以一道高考试题为例谈审题的重要性

禹继安 董裕力

(苏州大学物理科学与技术学院 江苏 苏州 215021)

(收稿日期:2022-06-20)

摘要:2021年河北省高考结束后,官方并未发布参考答案.查阅各省市学生常用的教辅资料以及教学网络平台发现,第14题第(3)小问存在两种截然不同的答案.基于此,对两种参考答案的合理性进行商榷,分析了参考答案存在争议的原因,发现最根本的原因在于部分教师的审题功夫不到位,于是阐明了审题的重要性.

关键词:参考答案;争议;商榷;审题

2021年是河北省实行新高考的第一年,本次物理试题很好地落实了2019年教育部教育考试院发布的《中国高考评价体系》的要求,比较全面地考查了学生的物理学科核心素养.其中,第14题(以下称“压轴题”)考查的题型为带电粒子在组合场中的运动,试题以学习探索类情境呈现,是一道综合性和创新性很强的题目,很好地考查了学生的核心价值、学科素养、关键能力和必备知识^[1].由于本次试题官方并未发布参考答案,导致其第(3)小题存在两种有争议的参考答案.笔者将在参阅各省份学生常用的高考复习教辅资料以及中国教育在线等正规教育教学网络平台上提供的参考答案的基础上,对两种参考答案的合理性进行商榷,甄别出更为合理的参考答案,并且将对参考答案出现争议的原因加以分析.

1 原题呈现

如图1所示,一对长平行栅极板水平放置,极板外存在方向垂直纸面向外、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场,极板与可调电源相连.正极板上 O 点处的粒子源垂直极板向上发射速度为 v_0 、带正电的粒子束,单个粒子的质量为 m 、电荷量为 q .一足够长的挡板 OM 与正极板成 37° 倾斜放置,用于吸收打在其上的粒子. C 、 P 是负极板上的两点, C 点位于 O 点的正上方, P 点处放置一粒子靶(忽略靶的大小),用于

接收从上方打入的粒子, CP 长度为 L_0 .忽略栅极的电场边缘效应、粒子间的相互作用及粒子所受重力, $\sin 37^\circ = \frac{3}{5}$.

(1)若粒子经电场一次加速后正好打在 P 点处的粒子靶上,求可调电源电压 U_0 的大小;

(2)调整电压的大小,使粒子不能打在挡板 OM 上,求电压的最小值 U_{\min} ;

(3)若粒子靶在负极板上的位置 P 点左右可调,则负极板上存在 H 、 S 两点($CH \leq CP < CS$, H 、 S 两点未在图中标出),对于粒子靶在 HS 区域内的每一点,当电压从零开始连续缓慢增加时,粒子靶均只能接收到 n ($n \geq 2$)种能量的粒子,求 CH 和 CS 的长度(假定在每个粒子的整个运动过程中电压恒定).

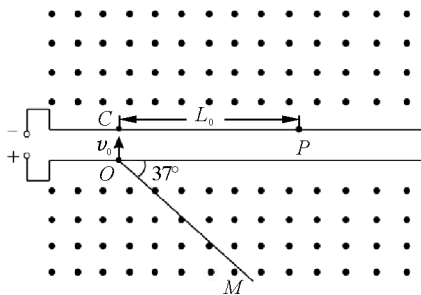


图1 模型示意图

2 试题解答与点评

本题有3个需要解答的问题,这3个问题在难

作者简介:禹继安(1999-),男,在读硕士研究生,研究方向为中学物理教学.

指导教师:董裕力(1981-),男,副教授,研究方向为物理教育.

度的设置上呈阶梯式上升,问题的综合性逐渐增强,具有很好的区分度.既不会让学生无从下手,也不会让学生轻松解决所有问题.尤其是3个问题的表述方式对学生理解题意的能力提出了较高的要求,这一点在第(3)小题体现得尤为明显.由于第(1)小题与第(3)小题无关,故在此不予讨论.下面将结合所参阅的资料分别给出第(2)小题的答案以及第(3)小题的两种参考答案.

2.1 第(2)小题的解答与点评

解:当粒子从正极板上的 O 点在板间被电压为 U_{\min} 的电场加速后,到达 C 点时速度由 v_0 变为 v ,由动能定理

$$U_{\min}q = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \quad (1)$$

粒子由负极板上的 C 点进入负极板上方磁场,做半径为 r_{\min} 的圆周运动

$$qvB = m \frac{v^2}{r_{\min}} \quad (2)$$

粒子再由负极板运动到正极板时,经电场减速后,到达正极板的速度仍为 v_0 ,粒子在正极板下方的磁场中做半径为 r' 的圆周运动,则有

$$qv_0B = m \frac{v_0^2}{r'} \quad (3)$$

当粒子在下方磁场中运动的轨迹刚好与 OM 板相切时,粒子恰好不能打在挡板 OM 上.

由图2几何关系可知

$$2r_{\min} = \frac{r'}{\sin 37^\circ} + r' \quad (4)$$

联立式(1)~(4),解得

$$U_{\min} = \frac{7mv_0^2}{18q}$$

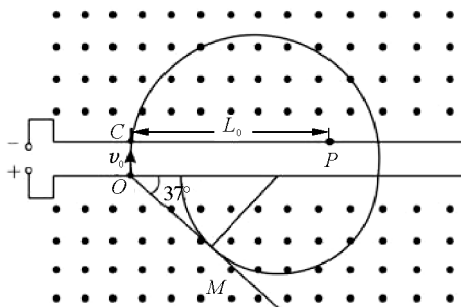


图2 第(2)小题粒子轨迹图

点评:第(2)小题属于中等难度的题目,能否正确解答本题的关键在于学生对临界情况的判断,学

生需要明确当极板间的电压为 U_{\min} 时,粒子刚好不能打到极板上,此时粒子在下方磁场中运动的轨迹刚好与挡板 OM 相切.本题考查了学生对带电粒子在电磁场中的运动规律的掌握情况,考查了学生对临界情况的判断能力以及运用数学知识解决物理问题的能力.本题的设置也为学生解答第(3)小题做好了铺垫,对学生的思维有一定的启发作用.

2.2 第(3)小题的两种参考答案示例

答案一:设粒子第一次经过电场加速后,在负极板上方磁场区域偏转的轨迹半径为 r_1 ,若电场加速电压小于 U_{\min} ,粒子回到正极板下方磁场后,会被 OM 板吸收.则第一次出现能吸收到两种能量粒子的位置(即 H 点),是极板电压为 $U_{\min} = \frac{7mv_0^2}{18q}$ 时,粒子第二次从上方打到负极板的位置(轨迹如图3中虚线所示),由第(2)小题的计算可知

$$r_1 = r_{\min} = \frac{4}{3}r' \quad (5)$$

$$r' = \frac{mv_0}{qB} \quad (6)$$

由几何关系知, CH 的长度为

$$CH = 4r_1 - 2r' \quad (7)$$

联立式(5)~(7),得

$$CH = \frac{10mv_0}{3qB}$$

极板电压大于 $U_{\min} = \frac{7mv_0^2}{18q}$ 时,粒子均不会被

OM 板吸收,可以经过正极板下方磁场偏转,回到负极板上方磁场中,偏转后打在负极板上.则粒子靶在 H 点右方时,都可以接收到 $n(n \geq 2)$ 种能量的粒子,即 $CS \rightarrow \infty$.

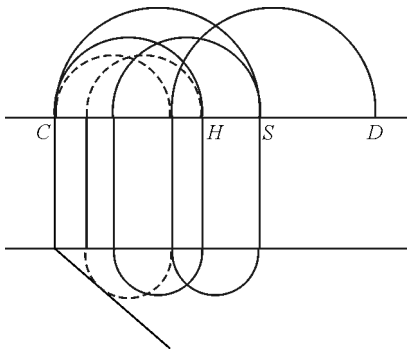


图3 答案一示意图

答案二:设粒子在正极板下方磁场中的运动轨迹刚好与 OM 板相切时,在负极板上方磁场运动的

轨迹半径为 r_2 , 在正极板下方磁场运动的轨迹半径为 r_3 , 则由第(2)小题的分析可知

$$r_2 = \frac{4}{3}r_3 \quad (8)$$

$$r_3 = \frac{mv_0}{qB} \quad (9)$$

当粒子在下方磁场运动的轨迹刚好与 OM 板相切时, 经电场第二次加速, 回到上方磁场偏转后打到负极板上的点记为 H_2 , H_2 为粒子靶能接收到两种能量的粒子时的起始位置, 两种粒子运动轨迹如图4所示.

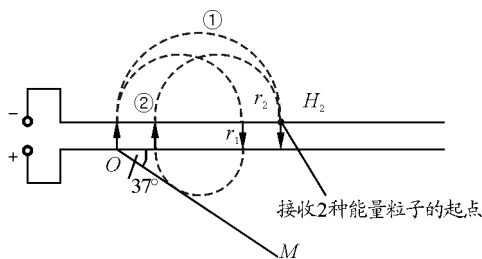


图4 粒子靶接收到两种能量时的粒子轨迹图

由几何关系得

$$CH_2 = 2r_2 - 2r_3 + 2r_2 = 4r_2 - 2r_3 \quad (10)$$

同理可知, 当粒子在下方磁场中运动的轨迹刚好与 OM 板相切时, 粒子经过 H_2 点回到下方磁场, 再经电场第三次加速进入上方磁场偏转后打在负极板上的点记为 $H_3(S_2)$, 则该点为粒子靶能接收到3种能量粒子的起点, 同时也是粒子靶能接收到两种能量粒子的终点, 3种粒子的运动轨迹如图5所示.

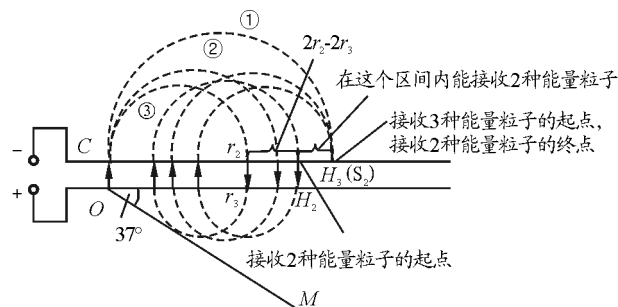


图5 粒子靶接收到3种粒子时的粒子轨迹图

由几何关系得

$$CH_3 = CS_2 = 6r_2 - 4r_3 \quad (11)$$

由此可知, 当 $CH_2 \leq CP < CS_2$, 粒子靶只能接收到两种能量的粒子.

依此类推, 当临界状态的粒子每多经过一次下方磁场, 回到上方磁场偏转后打到负极板上时, 粒子靶在这个位置上可以接收到的粒子能量就会比之前

多一种. 若此位置是粒子靶刚好可以接收到 $(k+1)$ ($k \geq 2$) 种能量粒子的起点, 则同时也是接收到 k ($k \geq 2$) 种能量粒子的终点.

因此, 当粒子靶只能接收到 k ($k \geq 2$) 种能量粒子时, 其起点 H_k 和终点 S_k 的距离始终相等.

$$CS_k - CH_k = CS_2 - CH_2 = 2r_2 - 2r_3 \quad (12)$$

由式(10)、(11)可以推知, 当粒子靶只能接收到 n ($n \geq 2$) 种能量的粒子时

$$CH = n \cdot 2r_2 - (n-1) \cdot 2r_3 \quad (13)$$

由式(12)、(13)可得

$$CS = (n+1) \cdot 2r_2 - n \cdot 2r_3 \quad (14)$$

联立式(8)、(9)、(13)、(14), 解得

$$CH = \frac{2(n+3)mv_0}{3qB} \quad (n \geq 2)$$

$$CS = \frac{2(n+4)mv_0}{3qB} \quad (n \geq 2)$$

3 对第(3)小题两种参考答案的商榷

从答案一和答案二的解题过程可知, 两者对于题意的理解是不一样的, 在两种参考答案之中, 必然有一种更为契合题意, 若要比较两种答案的合理性, 就必须正确审题. 审题既要审明题意, 也要审明题旨, 下面将从这两个方面入手来比较两种答案的合理性.

3.1 解读题意

第(3)小题题目的表述为:“若粒子靶在负极板上的位置 P 点左右可调, 则负极板上存在 H 、 S 两点 ($CH \leq CP < CS$, H 、 S 两点未在图中标出), 对于粒子靶在 HS 区域内的每一点, 当电压从零开始连续缓慢增加时, 粒子靶均只能接收到 n ($n \geq 2$) 种能量的粒子, 求 CH 和 CS 的长度(假定在每个粒子的整个运动过程中电压恒定).”要理解该小节的题意, 需要弄清楚一个关键问题:“ n ($n \geq 2$)”所代表的含义是“两种及以上”, 还是意味着“ n ”是可以在大于等于2的整数中任意取的定值(以下简称“定值”)?

如果前一种理解正确, 那么学生需要考虑的问题就是: 粒子靶在什么范围内移动可以接收到两种及以上能量的粒子. 对比答案一和答案二, 显然答案一是对这个问题的正确解答. 但是这么理解的话, 题目中的“只能”二字就显得很“刺眼”. 众所周知, 高

考试题目设计上需要字斟句酌,试题表意清晰是基本要求,怎么会使用这种令人困惑的字眼呢?站在命题人的角度考虑,将题给条件“粒子靶均只能接收到 $n(n \geq 2)$ 种能量的粒子”的表述改为“粒子靶均能接收到两种及以上的粒子”,不是没有任何歧义吗?又何必强调“只能”二字,而且要引入可能让学生产生误解的变量“ n ”呢?笔者在询问一些高中物理教师的看法时,有的高中物理老师认为,题目中的“只能”二字是命题人为了突出强调“粒子靶在 HS 区域内移动时,只接收到一种能量的粒子的情况是不存在的”,这样解释的话,答案一似乎是合理的.但还是无法解释命题人为何要引入变量“ n ”,将上述提给条件直截了当地表述为“粒子靶均不能只接收到1种能量的粒子”不是更好吗?何必冒险使用可能引起歧义的表述呢?这样解释“只能”二字在题目中的作用从某种角度上看似合理,但不免有些过于牵强,仿佛是为了让答案一合理而编出的理由.虽然对学生理解题意能力的考查的确是设计高考题时需要考虑的因素,但为了使题目的表述科学严谨,命题人绝不会和考生玩文字游戏.题目的表述中非但没有删去“只”字,而且引入了变量“ n ”,只有一种合理的解释,命题人希望学生将“ n ”视为“定值”,引导学生探索当“ n ”取不同的值时, CH 和 CS 的长度分别为多少.命题人希望学生经过探索,发现规律,最终答案中, CH 和 CS 的长度理当与“ n ”的取值有关.从这个角度分析,答案二更加合理.

3.2 解读题旨

压轴题是高考用来拉开学生分数差距的,目的是将学科素养不同的学生区分开来.一般情况下,对于一道有3个问题的压轴题,第(1)小题应是基础题,大部分掌握高中物理基本知识的学生都能做出来;第(2)小题则为中等难度的题目,平时学习认真,掌握解决常见问题的基本思想,数学和物理学科基础较扎实的学生经过思考可以顺利解答;第(3)小题则是综合性较强的难题,只有思路清晰,分析问题透彻,心理素质较好,物理学科素养较好的学生才能在有限的时间和紧张的氛围中将题目解答正确.对比第(3)小题的答案一和答案二,可以发现,答案一只需学生找出粒子靶接收到两种能量的粒子的起始位置即可,在第(2)小题答案的基础上稍加推理

便可得到;而要得到答案二需要学生去探索粒子靶接收到两种能量、三种能量…… n 种能量粒子的起始位置分别在哪儿,去研究粒子靶能够接收到 n 种能量粒子的起点和终点的位置关系,经历由特殊到一般的思维过程,推理论证,发现规律,进而归纳总结,才能得出答案.若采用答案一,则第(3)小题与第(2)小题的难度相当,并没有对学生的思维提出进阶的要求.若采用答案二,则本题很好地考查了学生是否掌握由特殊到一般的科学思维方法,是否具有良好的探索发现规律的能力、理解能力以及推理论证的能力^[2],可以很好地体现题目的综合性和区分度,发挥压轴题的作用.因此,从题目的设计意图来看,答案二比答案一更适合作为一道压轴题的答案.

3.3 商榷结果

由上述分析可知,首先,答案一和答案二对题意的理解是不一样的.答案一回答的问题实际上是“粒子靶在什么范围内移动,可以接收到两种及以上能量的粒子”,而题目的问题却是“粒子靶在什么范围内移动,只能接收到 $n(n \geq 2)$ 种能量的粒子”.虽然有些教师为答案一提供了看似合理的解释,但不免有些牵强附会,因此,答案一存在答非所问的嫌疑.其次,答案一和答案二对题旨的理解是不一样的.认可答案一的教师对于第(3)小题在本次高考试题中的作用理解不够深刻,低估了压轴题的综合性和考查深度.由此可见,无论是从对题意的理解角度还是从对题旨的把握角度来分析,答案二都更适合作为第(3)小题的答案.

4 参考答案产生争议的原因

综合以上分析以及笔者的调查,很多教辅资料之所以会将答案一作为第(3)小题的参考答案,原因有3点.

(1) 曲解题意.有些教师对题目中“对于粒子靶在 HS 区域内的每一点,当电压从零开始连续缓慢增加时,粒子靶均只能接收到 $n(n \geq 2)$ 种能量的粒子”这句话的含义产生了误解,一方面是曲解了“ $n(n \geq 2)$ ”所代表的意义,另一方面是对“只能”二字所强调的内容有所误解,这是部分教师给出答案一的主要原因.

(2) 对题目的设计意图考虑不周. 有些教师在给出答案时没有综合考虑压轴题3个小题各自在高考中的作用, 忽视了最后一小题应当体现的区分度, 对题目的设计意图和宗旨理解不到位也是他们给出答案一的原因之一.

(3) 过于相信经验. 通过与一些高中物理教师交谈得知, 因为以往做过类似的题目, 他们在读题时并未太过细致, 没有特意关注题目中的“只能”二字, 因而没有进行深入思考, 而是根据过去的解题经验, 直接给出了答案一. 而经验丰富的教师提供的答案往往更容易得到认可. 因此, 过于相信经验也是导致很多教辅资料采用答案一的原因.

无论是从哪个角度分析, 都可以看出, 造成本题的参考答案存在争议的根本原因就在于部分教师审题不到位. 由此可见, 有时候做错题目并不是因为知识储备不够, 也不是因为方法技巧不熟, 而是因为过于自信而疏于审题. 而正确审题恰恰是正确解题的基础, 读对题才能审对题, 审对题才能做对题. 解题经验丰富在考试中固然有优势, 但如果过分依赖经验而不仔细审题, 有时候可能会吃了经验的亏. 因此, 无论经验多么丰富的教师都不应该忽略审题的重要性.

5 结束语

在平时的习题教学中, 教师往往侧重于对学生进行知识点的训练, 解题经验、方法和技巧的传授, 很少有教师会专门对学生的审题能力进行训练, 而

正确审题恰恰是成功解决问题的基础和关键所在. 随着国家对学生核心素养的培养越来越重视, 高考题对学生理解能力的考查也会逐步深入. 无论是我们自己做题还是甄别参考答案正确与否, 都要建立在正确审题的基础上. 审题不仅包括对题意的解读, 也包括对题目设计意图的理解. 正确分析题目的设计意图, 能够帮助我们审视自己的解题思路以及对题意的理解是否正确. 因此, 教师在日常的教学活动中应当有意识地对学生的审题能力进行培训.

另外, 参考答案不是“标准答案”, 出现错误或争议在所难免, 在注重培养学生核心素养的当下, 教师要鼓励学生对参考答案的不合理之处提出质疑^[3]. 当一道试题的参考答案出现争议时, 我们要做的不仅仅只是“站队”, 在谁对谁错的问题上争个泾渭分明, 更要保持客观的心态, 对试题进行研究, 对各种答案进行分析, 明确不同答案的思考角度, 倘若有些答案真的错了, 也要理清错误的根源. 如此既可以保护学生的质疑精神, 也可以促进学生辩证思维的发展.

参考文献

- [1] 何彦雨, 王晓梅, 陈菁. 立足学科基础 聚焦核心内容——2021年河北省高考物理试题评析与启示[J]. 物理教师, 2022, 43(1): 73-76.
- [2] 周浩, 余耿华, 蔡钳, 等. 优化情境设计 落实“四层”“四翼”——2021年全国高考物理广东卷的评析及教学启示[J]. 物理教学, 2022, 44(2): 67-71, 11.
- [3] 王美芳. 与参考答案不一样的正确答案——由非独立变量引发的问题[J]. 物理通报, 2022(2): 144-146.

Using a College Entrance Examination Question as an Example to Talk about the Importance of Examining Topic

YU Ji'an DONG Yuli

(School of Physical Science and Technology, Suzhou University, Suzhou, Jiangsu 215021)

Abstract: After the college entrance examination in Hebei Province in 2021, the official did not release the reference answers. According to the commonly used teaching aids and teaching network platforms by students in various provinces and cities, there are two different answers to the question (3) of question 14. Based on this, the rationality of the two reference answers was discussed, and the reasons for the dispute of the reference answers were analyzed. It was found that the most fundamental reason was that some teachers' examining topic skills were not in place, so the importance of examining topic was clarified.

Key words: reference answers; dispute; discussion; examining topic