

仔细审题 正确建模 合理迁移

——以2015年高考浙江理综卷第25题为例

胡晓雄

(浙江省长兴中学 浙江 湖州 313100)

(收稿日期:2015-12-23)

摘要:以2015年高考浙江理综卷第25题为例,强化仔细审题意识,理清解题思路,了解取材于科技前沿有关回旋加速器中离子束引出的两种方法.认识到题目中“新颖、巧妙”的特点,抓住题目中关键的有用信息,正确构建物理模型,合理迁移,提升分析解决物理问题的综合能力.

关键词:仔细审题 正确建模 合理迁移

【题目】(2015年高考浙江卷第25题):使用回旋加速器的实验需要把离子束从加速器中引出,离子束引出的方法有磁屏蔽通道法和静电偏转法等.质量为 m ,速度为 v 的离子在回旋加速器内旋转,旋转轨道是半径为 r 的圆,圆心在 O 点,轨道在垂直纸面向外的匀强磁场中,磁感应强度为 B .为引出离子束,使用磁屏蔽通道法设计引出器.引出器原理如图1所示,一堆圆弧形金属板组成弧形引出通道,通道的圆心位于 O' 点(O' 点图中未画出).引出离子时,令引出通道内磁场的磁感应强度降低,从而使离子从 P 点进入通道,沿通道中心线从 Q 点射出.已知 OQ 长度为 L , OQ 与 OP 的夹角为 θ .

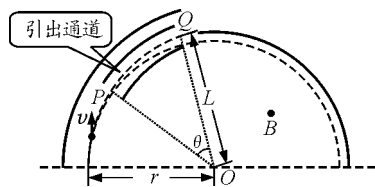


图1

- (1) 求离子的电荷量 q 并判断其正负;
- (2) 离子从 P 点进入, Q 点射出,通道内匀强磁场的磁感应强度应降为 B' ,求 B' ;
- (3) 换用静电偏转法引出离子束,维持通道内的原有磁感应强度 B 不变,在内外金属板间加直流

电压,两板间产生径向电场,忽略边缘效应.为使离子仍从 P 点进入, Q 点射出,求通道内引出轨迹处电场强度 E 的方向和大小.

1 仔细审题 理清思路

第(1)问在通读题意的基础上,抓住“轨道在垂直纸面向外的匀强磁场中”和“旋转轨道是半径为 r 的圆”,依据带电粒子在磁场中运动的相关知识很容易得到带电粒子在磁场中做匀速圆周运动,属于简单题.

根据左手定则和粒子的运动方向,不难得到粒子带正电且其受到的洛伦兹力提供做圆周运动的向心力.根据 $qvB = m \frac{v^2}{r}$,得到 $q = \frac{mv}{Br}$.

第(2)问,在审题时,应抓住关键信息:“通道内磁场的磁感应强度降低”、“离子从 P 点进入通道,沿通道中心线从 Q 点射出”.在充分理解的基础上,运用带电粒子在匀强磁场中的运动相关知识,当磁感应强度降低,粒子仍然做匀速圆周运动,根据 $r = \frac{mv}{qB}$ 得到轨道半径变大.关键是要弄清楚圆心在 PO 连线的延长线上(如图2所示),才能顺利理清解题的思路.

令新的轨迹圆半径为 R , 则有

$$O'Q = R \quad OQ = L \quad O'O = R - r$$

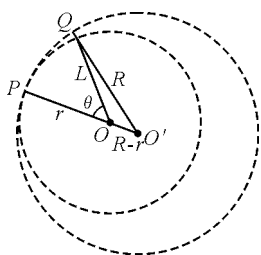


图 2

在 $\triangle O'OQ$ 中, 根据余弦定理得

$$R = \frac{L^2 + r^2 - 2rL \cos \theta}{2r - 2L \cos \theta}$$

对于新的圆弧轨迹, 根据

$$qvB' = m \frac{v^2}{R}$$

得

$$R = \frac{mv}{qB'}$$

联立前式推理可得

$$B' = \frac{Br(2r - 2L \cos \theta)}{L^2 + r^2 - 2rL \cos \theta}$$

此问涵盖新的知识点并不多, 与第(1)问相比, 这一问根据物理知识找圆心, 再根据余弦定理求新的半径是难点, 因此第(2)问数学知识能否熟练应用是关键, 属于难题。

第(3)问要善于利用题目给出的信息: “通道内的原有磁感应强度 B 不变”、“内外金属板间加直流电压”、“两板间产生径向电场”。经过分析推理, 粒子新的圆轨道向心力由电场力与洛伦兹力的合力提供。由于向心力变小了, 故电场力方向沿半径向外, 得到场强方向沿径向向外。

根据

$$qvB - Eq = m \frac{v^2}{R}$$

联立前面

$$R = \frac{L^2 + r^2 - 2rL \cos \theta}{2r - 2L \cos \theta}$$

得到

$$E = Bv - \frac{Brv(2r - 2L \cos \theta)}{L^2 + r^2 - 2Lr \cos \theta}$$

本问重点考查了学生的建模能力, 电场力与洛伦兹力共同提供向心力做匀速圆周运动的模型学生没有遇到过, 构建难度大, 区分度高, 较难。

可见, 仔细审题是解题的基础, 也是关键的一步。审题过程中, 要抓住题目给出的关键信息, 构建出正确的物理模型, 再运用相关物理知识和数学知识解决实际问题。

2 正确建模 合理迁移

根据教师的反应情况, 今年这道物理压轴题难度较往年不算太大, 涉及的物理模型不多, 需要的物理知识涉及面也不大, 但很多同学从第(2)问开始就无法继续, 第(3)问更加无处着手。

第(2)问的难点在哪里, 其实一般的学生都知道粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动, 但问题是圆心在哪确定不出来或者确定错了。由于粒子从 P 点开始偏离原来的轨迹圆, 题目告诉我们“引出通道内磁场的磁感应强度降低”, 根据 $qvB = m \frac{v^2}{r}$, 容易得到 $r = \frac{mv}{qB}$, 不难得出当 B 变小时, 粒子做匀速圆周运动的半径变大了, 但 P 点带电粒子受到的洛伦兹力方向随着磁感应强度降低方向不变, 故圆心在 PO 连线的延长线上。第(2)问另外一个难点就是新的半径的求解, 构建三角形运用数学知识求解新半径也是本题的一个难点之一, 考查了学生综合运用物理与数学知识解决实际问题的能力。

第(3)问考查的模型与第(2)问完全一样, 还是匀速圆周运动, 但是向心力是由电场力与洛伦兹力提供, 这就是本问的难点。电场力与洛伦兹力共同提供向心力做匀速圆周运动在平时的学习中学没有遇到过, 因此第(3)问很多学生认为带电粒子可能做类平抛运动, 这个模型在粒子受到电场力时学生非常容易想到, 因为无论是练习册还是各种考试, 对于带电粒子在电场中经常涉及的运动模型总是直线运动和类平抛偏转模型, 造成学生思维形成定式。可是本小题还有一个洛伦兹力, 这就决定了不可能是类平抛运动。带电粒子在电场中的运动难道就没有其

他类型吗? 答案当然是否定的, 比如核外电子绕核旋转做匀速圆周运动(如图3), 在这个模型中就是电场力提供向心力($Eq = m \frac{v^2}{r}$)。如果学生想到了这个模型, 自然构建出本题的正确模型(如图4)就水到渠成。学生不能快速准确地构建模型关键还是知识结构有缺陷, 模型之间迁移的能力不够。

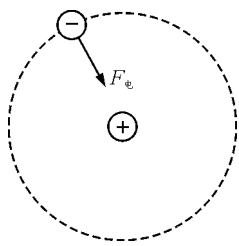


图3

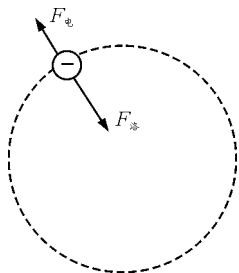


图4

在历年的高考物理试卷中, 试题从来都不回避常规模型。在电磁学中, 速度选择器、质谱仪、回旋加速器、电磁流量计和磁流体发电机等都是高考命题的常考模型。本题取材于回旋加速器模型, 但考查点放在回旋加速器的实验中如何把离子束从加速器中引出, 涉及到的磁屏蔽通道法和静电偏转法对于学生来说比较陌生, 因此本题具有“新颖、巧妙”的特点, 能有效地考查学生获取有用信息、分析解决实际问题的能力。在本题的第(3)问中需要将常规的两种运动模型进行重新整合, 这对学生的能力要求较高, 充分体现了试题的选拔功能。

3 教学建议

根据高考题的特点, 教师如果在平时的教学中重视学生“仔细审题、正确建模、合理迁移”能力的培养, 考场上学生遇到一些陌生的情景涉及的实际问题才能积极地想办法求解, 对于各类考试中的压

轴题才能成功解决。为此, 笔者提出以下建议。

3.1 加强审题训练

在高考试卷中尤其是计算题中的压轴题, 往往题目长, 信息量大, 学生考试时容易出现心态不稳的状况。因此, 平时的学习中应加强审题, 培养学生良好的思维习惯。审题能力是一种综合能力, 它包括阅读、理解、分析等多种能力, 也包括严肃、认真的态度等非智力因素。提高审题能力一方面要克服思维定势的负面影响, 培养良好的思维习惯和分析问题的方法; 另一方面则是要在具体审题时特别注意以下两点:

(1) 抓住关键词。在题干的叙述中, 学生经常对数据关注度比较高, 而题目中一些条件的叙述有时就是突破口。像本文中提到的第25题中, 情景就是要引出离子束, 方法题目一开始就告诉我们有“磁屏蔽通道法和静电偏转法”两种, 这就预示着后面的题目很可能会从这两种方法展开。

(2) 挖掘隐含条件。在有些题目中有些条件并没有直接给出, 或者隐藏在文字表述之中, 或者隐藏在旁边的图像中, 这就要求学生要通过仔细审题来挖掘题目的隐含条件。这些隐含条件要挖掘出来, 往往要结合具体的物理情景或者物理过程综合分析, 因为隐含条件是多种多样的, 被隐藏的条件可能就是研究对象, 也可能是变化方向、初始条件、变化过程中的多种情况。

3.2 完善知识结构 梳理常规模型 合理进行迁移

建模能力对高中生来说要求是比较高的, 建立好实际情景的理论模型实际上是一项比较复杂的脑力活动。笔者认为培养学生的建模能力是一个循序渐进的过程, 可以从以下两方面着手。

(1) 在平时的教学中要引导学生不断完善自己的知识结构, 对某类物理问题的常见模型进行梳理。比如带电粒子在电场中可能做哪些运动, 课本上在电场这一章最后一节专门进行了论述。在匀强电场中可以做匀变速直线运动或者是类平抛运动, 那么学生通过整理发现这是两种典型的情况, 当粒子运动方向与电场方向在一条直线上, 此时带电粒子做匀变速直线运动(匀加速或者匀减速); 当粒子运动



轻弹簧之“困境”

赵志栋 陈光红

(宁波市鄞州中学 浙江 宁波 315100)

(收稿日期:2015-12-02)

摘 要:本文由轻弹簧这一物理模型的力学特征和能量特征出发,引出轻弹簧模型在解题中可能导致的困境,并分别从经典力学和狭义相对论的角度论证了困境出现的原因以及相应的解决困境的方法.

关键词:轻弹簧 能量 困境 经典力学 狭义相对论

轻质弹簧(以下简称轻弹簧)——即质量等于零,且其弹力与形变之间满足胡克定律的弹簧,是中学物理解题中常见的一类理想化模型.将普通弹簧简化为轻弹簧可以为解题带来很大的方便,然而这个看似简单的模型本身也蕴含着一定的“困境”,本文试浅析之.

1 轻弹簧的力学特征

轻弹簧由于其质量为零,由牛顿第二定律可知,其两端的作用力一定大小相等,方向相反.

【例 1】如图 1 所示,一重物 m 悬挂在轻弹簧下,再用一细绳固定在天花板上,整个装置平衡静止后,

方向与电场垂直时,带电粒子做类平抛运动,这是高考范围类我们熟知的两种典型运动模型.这是否意味着带电粒子在电场中就没有其他的典型运动模型呢,比如匀速圆周运动可能吗?答案当然是可能的,因为理论上一个负电荷可以围绕一个固定的正电荷做匀速圆周运动.但这种模型学生遇到的少,故平时没有将它整理进自己的认知结构中.

(2) 模型之间迁移的过程其实也是一个知识内化的过程.我们在整理好常见模型,遇到一个新的情景要尝试着在大脑中搜索与之相关的信息.想本文中提到的第 25 题,第(2)问学生大多数都知道粒子做匀速圆周运动,洛伦兹力提供向心力.但第(3)问多了一个电场后,情况发生了变化,因为粒子运动方向与电场方向垂直,学生自然会想到粒子可能做类平抛运动.但仔细分析后发现原来的磁场不变,这就要求学生放弃原来构建的模型.从进出口不变,学生

要想到会不会还是圆周运动呢?粒子在电场中能做圆周运动吗?如果学生大脑中存在前述的电荷环绕模型,这道题涉及的物理模型就构建成功.

在平时的教学中,教师要帮助学生养成仔细审题的好习惯,梳理好相关知识的物理模型,完善头脑中的知识结构,遇到提出的问题,引导学生抓住问题中的关键信息,合理构建物理模型,从而解决问题.这样的教学一方面促进学生构建完善的知识体系,另一方面促进学生思维能力的提高,有效提升学生的物理素养.

参 考 文 献

- 1 宋淑光.近年上海高考物理试题分析及教学建议.现代教学,2005(11)
- 2 胡晓雄.对教辅中一道结构不良习题的分析与反思.物理通报,2015(6):45~47