

以问题为台阶化解难题

——浅谈高三物理试题分析的有效策略

帅厚梅

(新华中学 江苏扬州 225009)

(收稿日期:2016-03-02)

摘要:本文以高三物理试题分析为例,讨论了以问题为台阶化解难题的有效策略。

关键词:物理试题 分析 化解难题 策略

考试既是检查学生学习情况的重要手段,也是反馈教师教学质量的有效方式.高三物理复习过程中大大小小的考试必不可少,而每份试卷上的难题又是导致学生考试失分的一个重要因素.其实所谓难题无非就是题目所给的条件与题目所要的结论之间的跨度太大,学生难以跨越,因此在条件与结果之间铺设适当的问题台阶,无疑是化解难题的一种有效策略.

1 从基础知识出发铺设问题台阶

【例1】如图1所示,将圆柱形强磁铁吸在干电池负极,金属导线折成上端有一支点、下端开口的导线框,使导线框的顶端支点和底端分别与电源正极和磁铁都接触良好但不固定,这样整个线框就可以绕电池轴心旋转起来.下列判断中正确的是

- A. 线框能旋转起来,是因为电磁感应
- B. 俯视观察,线框沿逆时针方向旋转
- C. 电池输出的电功率大于线框旋转的机械功率
- D. 旋转达到稳定时,线框中电流比刚开始转动时的大

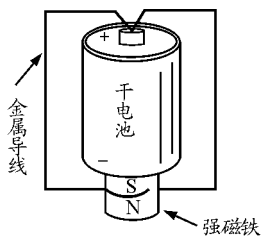


图1

这是一道新题,学生之前没遇到过,感到很陌生,无从下手.但只要坚信本道题所考的知识肯定是高中所学范围而没有超纲,仔细分析本题考查的基本知识有哪些,如何处理等等,就能慢慢抓住问题的

本质,以不变应万变,从而解决问题.本道题从题目所给的条件出发,可以设如下问题:

问题 1.1:整个线框绕电池轴心旋转,必然是受到力的作用,那么,你认为线框在这里可能受到什么力而旋转?(学生正确回答这一问题,选项A就可以很快排除了)

问题 1.2:线框的哪部分可能受到力的作用?力的方向如何?(学生正确回答这一问题,选项B就可以判断其正误了)

问题 1.3:你觉得电池输出的能量如何分配?(对应选项C)

问题 1.4:从受力角度来看,线框什么时候转速最大?(对应选项D)

对于物体平动问题,学生比较熟悉.物体由静止到运动必然要受到力的作用,当物体的受力平衡时,往往物体的速度最大,其实这里转动也类似.这道题中出现了强磁铁,强磁铁周围必然有磁场,于是可以分析到这里所受的力必然是磁场力,力的方向则用左手定则进行判断.对于C选项属于能量转化的问题,学生并不陌生.通过这道题的分析,可以启发学生在遇到陌生题目时,要注意从题目所给的条件出发,逐句分析题目中所涉及到的基本知识,思考这一基础知识的一般处理方法等等,“万变不离其宗”,再结合题目所提的问题进行综合思考,逐步化解难题.

2 从基本模型出发铺设问题台阶

【例2】(江苏省泰州市2015届高三第二次模拟考试第9题)如图2所示,水平转台上有一个质量为 m 的物块,用长为 L 的细绳将物块连接在转轴上,细线与竖直转轴的夹角为 θ 角,此时绳中张力为零,物块与转台间动摩擦因数为 μ ($\mu < \tan \theta$),最大静摩

擦力等于滑动摩擦力,物块随转台由静止开始缓慢加速转动,则

A. 至绳中出现拉力时,转台对物块做的功为 $2\pi\mu mgL \sin \theta$

B. 至绳中出现拉力时,转台对物块做的功为 $\frac{1}{2}\pi\mu mgL \sin \theta$

C. 至转台对物块支持力为零时,转台对物块做的功为 $\frac{mgL \sin^2 \theta}{2\cos \theta}$

D. 设法使物体的角速度增大到 $\sqrt{\frac{3g}{2L\cos \theta}}$ 时,物块机械能增量为 $\frac{3mgL}{4\cos \theta}$

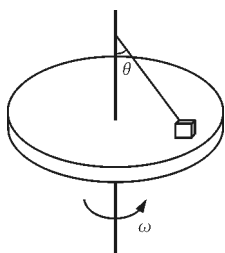


图2

解析:仔细分析这道题,可以发现这道题是两个基本模型的整合。

模型一是“圆盘模型”,即物块放在水平转台上,没有细绳拉着,仅靠静摩擦力提供向心力随转台转动,如图3所示。

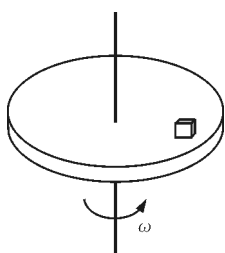


图3

模型二是“圆锥摆模型”,即物体在一根细线的拉力作用下做圆周运动,如图4所示。

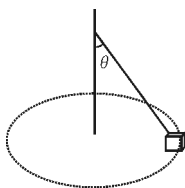


图4

这道题是将这两种模型进行整合,增加了题目的复杂性,学生答题的错误率很高。因此在这里可以

从学生比较熟悉的两个基本模型入手引导学生进行分析,从而有效地帮助学生解决问题。可以设如下问题:

问题 2.1:若没有细绳(即“圆盘模型”),什么力为物块随转台转动提供向心力?物块随转台转动的最大角速度是多少?书写相关方程。

问题 2.2:当物块随转台转动的角速度为多少时细绳上开始产生拉力?

问题 2.3:物块随转台由静止开始缓慢加速转动至绳中出现拉力的过程中,物块的动能增加,是什么力对物块做功?做多少功?

(问题 2.1 至问题 2.3 这 3 个问题对应选项 A, B)

问题 2.4:当转台对物块支持力为零时,物块受哪些力的作用?什么力为物块随转台转动提供向心力?(注意提醒学生当支持力为零时,物块已经不再受摩擦力的作用。)

问题 2.5:当转台对物块支持力为零时,物块随转台转动的角速度是多少?书写相关方程。

问题 2.6:物块随转台由静止开始至转台对物块支持力为零的过程中,什么力对物块做功?做多少功?

(问题 2.4 至问题 2.6 这 3 个问题对应选项 C)

问题 2.7:当物块的角速度达到多大时开始离开转台?

问题 2.8:物块离开转台后(即“圆锥摆模型”)受哪些力的作用?什么力提供向心力?书写相关方程。

问题 2.9:当物体的角速度为 $\sqrt{\frac{3g}{2L\cos \theta}}$ 时,物块做圆周运动的半径是多少?此时距转台的竖直距离是多少?

问题 2.10:当物体的角速度增大到 $\sqrt{\frac{3g}{2L\cos \theta}}$ 时,物块的动能和重力势能分别增加多少?机械能增加多少?

(问题 2.7 至问题 2.10 这 3 个问题对应选项 D)

在这里引导学生从基本模型出发,找出物体转动的几个临界状态,即“什么时候细绳上出现拉力”、“什么时候离开转台”等。引导学生将基本模型的处理方法迁移到复杂题,即对临界状态进行受力分析,并书写相关方程,这样有利于求出临界状态下物块

的角速度和物块的动能,继而可以根据动能定理求出从静止开始到临界状态过程中转台对物块所做的功.从学生熟悉的基本模型出发,一方面有利于学生找出解决疑难问题的突破口,另一方面让学生认识到所谓难题就是基本知识、基本模型的综合,要学会将综合问题分解为若干小问题进行分析,可以有效提高解决问题的信心和成功率.

3 从运动过程出发铺设问题台阶

【例3】如图5所示,一倾角为 37° 的足够长斜面,表面光滑绝缘,B点以下区域处于电场强度 $E = 1.2 \times 10^4 \text{ N/C}$,方向平行斜面向上的匀强电场中,BC端被涂上动摩擦系数为 $\mu = 0.75$ 的绝缘介质,一小物块质量 $m = 1 \text{ kg}$,带电荷量 $q = 1 \times 10^{-3} \text{ C}$,从斜面上的A点静止释放,已知AB长为 $l_1 = \frac{25}{12} \text{ m}$,BC长为 $l_2 = \frac{5}{12} \text{ m}$,取 $g = 10 \text{ m/s}^2$.

(1) 求小物块在运动过程中加速度的最大值,并指出此时加速度的方向和速度的方向;

(2) 设小物块第一次返回的最高点为D,求AD的距离 l_3 ;

(3) 求小物块在BC间运动的总路程.

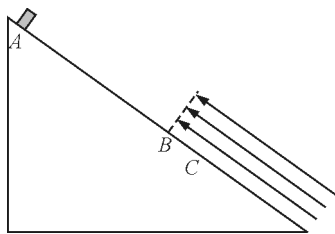


图5

解析:物体在光滑斜面上的运动形式比较常见,但这一题在斜面上部分区域增加了电场,又在部分区域有摩擦,作为整份试卷的压轴题,其难度可想而知.此题的过程比较复杂,不过从本质上来看还是属于力和运动问题,只是要注意什么时候有电场力,以及什么时候有摩擦力等等.既然过程比较复杂,不妨将复杂的过程进行分解,一个过程接一个过程地进行突破,最终成功解决问题.可以设如下问题:

问题 3.1:小物块在AB段受哪些力的作用?加速度大小是多少?方向如何?做什么运动?

问题 3.2:小物块在BC段受哪些力的作用?加速度大小是多少?方向如何?做什么运动?

问题 3.3:若小物块能滑过C点,则之后受哪些力的作用?加速度大小是多少?方向如何?做什么运动?

问题 3.4:小物块在运动过程中什么时候加速度最大,最大值是多少?方向如何?

[问题3.1至问题3.3的铺设,都是在为问题4做准备的,从而解决题目中的第(1)小问.]

问题 3.5:小物块从A点静止释放,到达B点时的速度是多大?

问题 3.6:第一次下滑过程中,小物块能否滑过C点?

问题 3.7:设小物块第一次返回的最高点为D,则AD间的距离是多少?(问题3.7可以利用牛顿运动定律分段处理,也可以利用动能定理整体处理.不过用动能定理进行处理比较方便,用牛顿运动定律分段处理比较繁琐.)

[问题3.5和问题3.6的铺设,都是在为问题3.7做准备的,从而解决题目中的第(2)小问.]

问题 3.8:小物块在下滑、上升来回过程中,可能在哪个过程中静止?可能静止在哪段区域?

问题 3.9:小物块从A点静止下滑到最终静止的整个过程中,可以建立什么方程?

问题 3.10:小物块在BC间运动的总路程是多少?

[问题3.8和问题3.9的铺设,都是在为问题3.10做准备的,从而解决题目中的第(3)小问.]

此题的过程比较多,但若将多过程分解为一个一个单过程后,每一段的受力和运动情况还是比较容易分析的.因此我们要引导学生在遇到多过程复杂问题时,学会将多过程分解为若干个小过程,然后对每个小过程进行受力分析以及运动分析,最后再进行综合.同时还要提醒学生,在遇到复杂的多过程时,优先选用动能定理整段处理,可以避免复杂的过程分析.

问题是学科知识建构和发展学生能力的载体,是引导课堂教学有序开展的一条主线.课堂上教师不是直接告诉学生如何解决问题,而是通过问题引导学生积极思考,寻求解决问题的方案.在高三物理试题分析课上,教师需要做的工作就是铺设好“问题”台阶,引导学生通过自己的分析、思考,努力“拾级而上”,从而解决问题.教师在铺设“问题”台阶的同时还要注意引导学生学会自己“铺设台阶”,这样才能真正提高学生分析问题、解决问题的能力.