



# 2018 高考集训指南目录



## 高考动向

高考命题热点透视·····	1—10
2018 高考物理专项备考讲义·····	10—22
名师教你如何高效进行专题复习	
——让物理学习越学越简单·····	22—39



## 指点迷津

平抛运动的命题方式和解题思路·····	39—48
一道高考题所引发的思考	
——如何读懂物理试题中的“隐含条件”·····	48—54
浅谈建图析图在物理解题中的应用·····	54—62



## 数理方法

物理解题中不可忽视的数学方法·····	62—70
解答复合场试题不可忽视的数理方法·····	70—78



## 高效备考

把握高考脉搏,提高复习效率·····	78—82
由考生常犯的错误,引发的思考	
——如何防微杜渐,做到完美终结·····	82—87



国家骨干级教师,河南省高级教师 王春旺

### ☞ 热点 1 直线运动

**【热点综述】** 位移、速度、加速度等是描述运动的重要物理量,运动图象是描述直线运动的重要方法,追及与相遇是常见的现实问题,匀变速直线运动规律是高考必考考点。

**【命题透视】** 直线运动是高中物理重要基础知识,高考不但采用选择题单独考查,更多的是与牛顿运动定律、功和能、电磁感应等其他知识综合考查。高考对运动图象的考查,可以以选择题形式单独考查,更多的是与牛顿运动定律、机械能、电磁感应等有机结合后综合考查。高考对追及与相遇的考查,可能利用运动图象展现,也可能用文字叙述,还可能与牛顿运动定律等其他知识综合考查。

**【名师点拨】** 理解掌握位移图象、速度图象和加速度图象的物理意义,结合题述物理过程,能够从图象中得出相关解题信息,是正确解题的关键。分析追及相遇问题时,关键是抓住“一个临界条件”——速度相等;“两个关系式”——位移关系、时间关系。理解位移、速度、加速度等描述运动的物理量的意义,熟练掌握匀变速直线运动规律及其推论,根据题述物理过程列出

相应方程可快速解答相关问题。

## ☞ 热点 2 相互作用

**【热点综述】** 重力、弹力、摩擦力是高考常考的三种力;隔离法和整体法是高考必考的物理方法;力的分解与合成、物体的平衡是高考的必考考点。

**【命题透视】** 重力、弹力、摩擦力一般和受力分析综合考查。高考对力的分解与合成常常与物体平衡综合在一起考查。对相互作用的考查一般与牛顿运动定律、功能问题、电学问题相互渗透,综合考查。

**【名师点拨】** 高考中常常以各种各样的物理模型来考查摩擦力的产生条件、大小、方向及其计算,采用的物理方法通常是整体法和隔离法。物体的平衡常常可以利用力的三角形快速解答相关问题。

## ☞ 热点 3 牛顿运动定律

**【热点综述】** 牛顿运动定律是高中物理的核心内容且牛顿运动定律的应用是高考的高频考点,其中牛顿第二定律贯穿整个高中阶段,是牛顿运动定律的重中之重。

**【命题透视】** 高考对牛顿运动定律的应用,一般与图象(运动图象、力图象)结合考查,常常与叠加体、连接体等物理模型综合考查,也常常与实际问题联系在一起考查。高考对牛顿运动定律的考查方式有多个角度。

**【名师点拨】** 熟练掌握牛顿运动定律,正确分析受力和运动情况,是正

确解题的关键。理解掌握加速度与质量、加速度与力的关系,可以不变应万变,在多变的试题中取胜。

## 热点 4 曲线运动

**【热点综述】** 运动的合成与分解是处理复杂运动问题的重要方法。抛体运动中平抛运动、竖直上抛运动,圆周运动中匀速圆周运动和竖直平面内的变速圆周运动,向心力、向心加速度、角速度等都是高考的必考考点。

**【命题透视】** 高考对运动的合成与分解、平抛运动可能单独考查,也可能与机械能等有机结合后综合考查。高考对匀速圆周运动的考查重点为受力分析和相关计算,对竖直平面内的变速圆周运动一般与机械能守恒定律综合在一起考查。

**【名师点拨】** 运动的合成与分解常用的方法是根据具体问题,把复杂的运动,分解成简单的直线运动。掌握平抛和竖直上抛运动规律,并能够把斜抛运动的上升阶段看做平抛运动的逆过程。对匀速圆周运动要能够利用合外力等于向心力列出相关方程解答。对竖直平面内的变速圆周运动,要能够分析最高点、最低点受力,利用合外力等于向心力列出相关方程;对沿竖直面内轨道的运动过程,要能够应用动能定理列方程解答。

## 热点 5 万有引力定律与航天

**【热点综述】** 天体的运动、卫星、航天与万有引力定律密切相关,是高考的必考考点。



**【命题透视】** 高考对天体的运动与万有引力定律的考查可能为行星围绕恒星的运动。高考对卫星和宇宙探测的考查,一般与现代科技联系,与功能联系。

**【名师点拨】** 对于天体运动要能够灵活应用万有引力等于向心力及其相关知识列出相关方程分析解答。对于卫星、航天类试题,要根据题述,应用万有引力等于向心力及其相关知识分析解答。

## 热点 6 机械能

**【热点综述】** 功和功率包括机动车的启动,动能定理和功能关系是解决相关问题的重要方法,机械能守恒定律是高中物理力学中的重要规律,是高考的必考考点。

**【命题透视】** 高考对功和功率、机动车的启动考查大多与图象结合,考查对功和功率公式、机动车启动两种模型的理解和掌握。高考对动能定理和功能关系、机械能守恒定律的考查一般与实际物理过程紧密相关。

**【名师点拨】** 对功要准确理解力和在力的方向上的位移是做功的两个不可或缺的因素,功率公式  $P = W/t$  一般用来计算  $t$  时间内的平均功率,公式  $P = F \cdot v$  中  $F$  的方向和  $v$  的方向相同,若  $F$  和  $v$  方向夹角为  $\alpha$ ,则  $P = Fv \cos \alpha$ 。要掌握机动车匀加速启动模型和恒定功率启动模型。对动能定理和功能关系要掌握:合外力对物体所做的功等于物体动能的变化量。重力势能与重力做功相对应,重力做功与路径无关,重力做功等于重力势能的变化量。弹性势能只与弹簧的劲度系数和形变量有关,同一弹簧,只要形

变量大小相等,则弹性势能相等。弹性势能与弹力做功相对应,弹力做功等于弹性势能的变化量。除重力(或弹力)以外的力对物体做的功等于机械能的变化量。滑动摩擦力与相对位移(相对摩擦路程)的乘积等于产生的热量。

## 热点 7 动量

**【热点综述】** 碰撞、动量守恒定律、动量定理都是高考的必考考点。

**【命题透视】** 高考对动量守恒定律和动量定理的考查可能以选择题的形式命题,也可能与机械能、直线运动、曲线运动等有机结合以计算题的形式命题。

**【名师点拨】** 高考常常通过碰撞来考查系统的动量守恒,也可能需要综合机械能守恒来解题,细心是解决此类问题的关键。

## 热点 8 静电场

**【热点综述】** 库仑定律是电学重要规律,电场强度、电势、电势差、电场叠加、电容器和电容、带电粒子在电场中的运动包括带电粒子在匀强电场中的运动和在非匀强电场中的运动等都是高考的必考考点。

**【命题透视】** 高考对库仑定律、电场叠加和电场的描述的考查形式一般为选择题。高考对平行板电容器和电容的考查可能单独命题,也可能与电磁感应、带电粒子在电场中的运动有机结合命题。

**【名师点拨】** 高考常常考查带电粒子在匀强电场中的类平抛运动和在

周期性电场中的周期运动,解决此类问题时只需要转化成常见的平抛运动模型和匀变速运动模型再运用相关物理规律即可迎刃而解。

## ☞ 热点 9 恒定电流

**【热点综述】** 电流定义式、欧姆定律、串联电路和并联电路规律、焦耳定律、电功和电功率、热功率等都是高考的必考考点。电路实验也是高考重点。

**【命题透视】** 高考对电路的考查可能通过动态电路,也可能与电磁感应等综合考查。电路实验,通常采用变换考查角度、综合其他知识,达到命题创新。

**【名师点拨】** 能够灵活应用电路中常用的定律,是解决此类问题的法宝,能画出等效电路,灵活运用相关知识,更是解决此类问题的关键所在。

## ☞ 热点 10 磁场

**【热点综述】** 磁感应强度、磁场叠加、安培定则、磁感线、磁场力、左手定则、洛伦兹力、带电粒子在磁场中的运动等是高考的必考考点。速度选择器、质谱仪、回旋加速器等都是高考的常考物理模型。

**【命题透视】** 高考对磁场的描述考查大多为选择题,对安培力的考查一般与电磁感应有机结合。带电粒子在磁场中的运动大多以计算题的形式考查,常考常新,具有一定的难度。高考对带电粒子在电磁场中的运动可变换多种情景命题,以达到考查考生灵活运用知识的目的。

**【名师点拨】** 理解掌握磁感应强度、磁场叠加、磁感线的特点。掌握洛伦兹力,会运用安培定则判断电流产生的磁场。对常见带电粒子的运动模型要能够得出轨迹半径和周期、画出轨迹图,并且从图中几何关系得出相关物理方程。

## **热点 11 电磁感应**

**【热点综述】** 法拉第电磁感应定律、楞次定律及右手定则等是高考的必考考点。电磁感应综合问题包括图象问题、力电综合问题、能量问题等是高考的常考题型。

**【命题透视】** 高考对法拉第电磁感应定律、楞次定律及右手定则等的考查一般结合具体的物理过程和情景命题。对电磁感应综合问题的考查一般难度较大。

**【名师点拨】** 理解掌握法拉第电磁感应定律、楞次定律及右手定则,并能够在具体情景中运用。解答电磁感应综合问题,要综合应用相关知识,通过分析列出相关方程,才能正确解答。

## **热点 12 交变电流**

**【热点综述】** 交变电流的产生、函数表达式、有效值、周期和频率、图象等是高考的必考考点。变压器的原理、变压公式和常用变压器、电能的输送是高考的重要考点。

**【命题透视】** 高考对交变电流的产生、描述与图象的考查一般为选择

题,通过图象、动态电路、电能输送等考查变压器及其相关知识。

**【名师点拨】** 理解交变电流产生过程,知道交变电流的函数表达式和对应的交变电流图象,掌握交变电流有效值的意义和相关计算,知道交变电流的周期和频率。理解掌握变压器的原理、变压公式和理想变压器的能量关系,了解常用变压器。能够画出电能输送的示意图,分析解决电能输送的相关问题。

### 热点 13 原子与原子核

**【热点综述】** 光电效应和光的波粒二象性、玻尔理论和能级、放射性衰变、核反应、核能及其计算是高考的必考考点。

**【命题透视】** 高考对该部分知识的考查形式一般为选择题,有很大的可能性是单独命题。

**【名师点拨】** 该部分知识在高中考查的一般较为简单,考生只要理解物理规律、熟记相关知识,解答正确并不困难。

### 热点 14 物理实验

**【热点综述】** 新课标《考试大纲》中必考实验有 12 个,选考实验 4 个。

要求正确使用相关仪器,认识误差的重要性,知道有效数字,会用有效数字表示测量结果。

**【命题透视】** 高考对实验的考查主要有三方面:一是实验操作、仪器选择和实验原理;二是实验数据处理,误差讨论;三是结合其他知识的实验创新。

**【名师点拨】** 掌握《考试大纲》要求的实验基本原理、仪器选择、操作、注意事项,能够针对不同实验采用相应的尽可能减小实验误差的数据处理方法。能够灵活运用学过的相关知识,进行实验设计创新、实验方法创新、数据处理创新,就可立于不败之地。

### **热点 15 选修 3-3、3-4**

**【热点综述】** 选修 3-3 中分子动理论、固体、液体和气体、气体实验定律和状态方程、热力学定律等是高考的必考考点;选修 3-4 中简谐运动、单摆、机械波的传播、振动图象和波动图象、波的特性、光的反射定律和折射定律、全反射、光的色散、光的干涉和衍射、光的偏振、电磁波等是高考的必考考点。

**【命题透视】** 选修 3-3 中高考对分子动理论、固体、液体、热力学定律的考查一般为选择题,气体实验定律每年高考都是重点考查内容,且一般为计算题;选修 3-4 中机械振动和机械波的考查一般为选择题或填空题,对光学考查一般为计算题。

**【名师点拨】** 此版块知识,在高考中的试题一般较易,在平常的复习中

只要能理解那些物理规律和定律,能熟练应用物理公式即可。

## 知识梳理



# 2018 高考物理专项备考讲义

高级教师 阳其保

高三物理专项复习主要是把高中物理各知识点合理归纳并划分为不同的专项,在专项复习过程中,要注意能找准各专项的中心概念、基本规律、主要题型及其特征与解答方法,并有机地建立各知识点间的联系,形成空间、立体式的网络结构,加强易混知识的比较,辨析易犯的典型错误,建立易混知识档案,通过对典型问题和重要概念的题组训练、教师的归纳点拨以及自己的反思感悟以达到最终掌握物理概念及其相互关系,熟练掌握物理规律、公式及其应用,总结解题方法与技巧,从而提高分析问题和解决问题的能力。

高中物理由必考与选考两大部分组成,对于必考内容,力学部分可分为力与物体的平衡、牛顿运动定律与直线运动、万有引力与天体运动、功与能等专项,电学部分一般分电场、磁场、电磁感应、电流等专项,另加实验与选考部分,通常可把高中物理知识归结为九大专项。

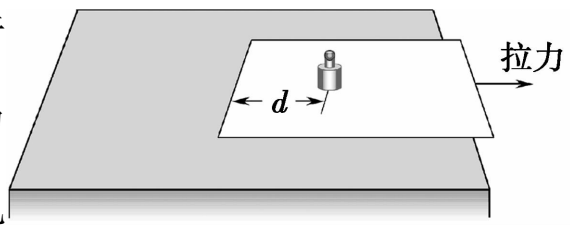
## ✧专项一 牛顿运动定律与直线运动

## 及图象/专项集训 2 物体的平衡 牛顿运动定律

该专项综合性较强,通常由牛顿运动定律结合直线运动规律,牛顿运动定律结合物体的平衡,有时还结合图象,来分析物体的运动情况。高考对本专项的考查往往将力的合成与分解与一些数学方法,如图解法、图象法、解析法等结合在一起,对于动态平衡问题的分析常用解析法和图解法;涉及多物体的平衡时,则结合整体法与隔离法综合分析。

牛顿运动定律结合直线运动以多运动过程的分析为主,一般可用程序法求解,即根据题设条件,把物体的运动划分为多个不同的过程或状态,然后对各个过程或状态进行分析。而对于运动过程中的最值分析,则需要挖掘题中的隐含条件,找到对应的临界状态进行分析求解。

**【例 1】** 如图所示,将小砝码置于桌面上的薄纸板上,用水平向右的拉力将纸板迅速抽出,砝码的移动很小,几



乎观察不到,这就是大家熟悉的惯性演示实验。若砝码和纸板的质量分别为  $m_1$  和  $m_2$ ,各接触面间的动摩擦因数均为  $\mu$ ,重力加速度为  $g$ 。

(1) 当纸板相对砝码运动时,求纸板所受摩擦力的大小;

(2) 要使纸板相对砝码运动,求所需拉力的大小;

(3) 本实验中, $m_1 = 0.5 \text{ kg}$ , $m_2 = 0.1 \text{ kg}$ , $\mu = 0.2$ ,砝码与纸板左端的距离  $d = 0.1 \text{ m}$ ,取  $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。若砝码移动的距离超过  $l = 0.002 \text{ m}$ ,人眼就能感



知。为确保实验成功,纸板所需的拉力至少多大?

**【分析】** (1) 砝码对纸板的摩擦力  $f_1 = \mu m_1 g$ , 桌面对纸板的摩擦力  $f_2 = \mu(m_1 + m_2)g$

$$f = f_1 + f_2, \text{解得 } f = \mu(2m_1 + m_2)g$$

(2) 设砝码的加速度为  $a_1$ , 纸板的加速度为  $a_2$ , 则

$$f_1 = m_1 a_1, F - f_1 - f_2 = m_2 a_2, \text{发生相对运动时, } a_2 > a_1, \text{解得 } F > 2\mu(m_1 + m_2)g$$

$$(3) \text{ 纸板抽出前, 砝码运动的距离 } x_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2, \text{ 纸板运动的距离 } d + x_1 = \frac{1}{2} a_2 t_1^2$$

$$\text{纸板抽出后, 砝码在桌面上运动的距离 } x_2 = \frac{1}{2} a_3 t_2^2, l = x_1 + x_2$$

由题意知  $a_1 = a_3, a_1 t_1 = a_3 t_2$ , 解得  $F = 2\mu[m_1 + (1 + \frac{d}{l})m_2]g$ , 代入数据得  $F = 22.4 \text{ N}$

**【指点迷津】** 分析物体的平衡问题主要方法是正交分解法以及整体法与隔离法, 特别是对于多物体的平衡可优先选用整体法。注意正确挖掘本题中的隐含条件, 即两者发生相对滑动应满足的关系, 同时必须明确各物体在每个运动过程中的加速度以及运动量之间的关系。

## ✧专项二 曲线运动与万有引力和天体运动

☞【专项自测链接】 专项集训 3 曲线运动/专项集训 4 万有引力定

## 律及其应用

抛体运动、匀速圆周运动的向心力是高考的必考点,常常与运动、能量、磁场综合考查。对于天体运动,万有引力是其向心力,即  $F = G \frac{Mm}{r^2}$ ,所以常用该公式的不同表达式研究天体的匀速圆周运动模型。但注意此式并不适用于天体的变轨运动,解决天体的变轨则要利用离心运动或向心运动知识,同时开普勒三定律以及黄金代换式  $GM = gR^2$  也是解答天体运动的两条主要思路,本专项公式繁杂、计算量大且概念容易混淆,要求复习过程中要真正理解,解答过程中要细心。

**【例 2】** 在我国航天探索过程中,神舟九号飞船与天宫一号目标飞行器在离地面 343 km 的近圆形轨道上成功进行了我国首次载人空间交会对接。对接轨道所处的空间存在极其稀薄的大气。下列说法正确的是

- A. 为实现对接,两者运行速度的大小都应介于第一宇宙速度和第二宇宙速度之间
- B. 如不加干预,在运行一段时间后,天宫一号的动能可能会增加
- C. 如不加干预,天宫一号的轨道高度将缓慢降低
- D. 航天员在天宫一号中处于失重状态,说明航天员不受地球引力作用

**【分析】** 神舟九号和天宫一号在近地轨道上运行的速度都小于第一宇宙速度,选项 A 错误;由于空间存在稀薄气体,若不对两者干预,其动能将增加,轨道半径减小,选项 B、C 正确;由于天宫一号做匀速圆周运动,航天员受

到的万有引力全部提供其做圆周运动的向心力,处于完全失重状态,选项 D 错误。

**【指点迷津】** 注意正确区分物体处于失重状态与物体不受重力这两种情况。在天体的变轨过程中,涉及运动状态及能量的变化,主要是通过向心与离心的判断来确定运动半径及其他运行参数的变化。

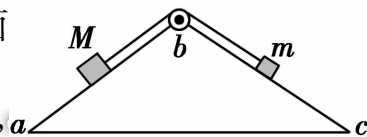
### ✳ 专项三 功与能

👉 **【专项自测链接】** 专项集训 5 功 功率 动能定理/专项集训 6

机械能守恒定律及其应用/专项集训 7 力学实验

功与能主要包括功、功率等概念以及动能定理、机械能守恒定律、功能关系、能量守恒定律的理解与应用,对于功的计算要注意恒力做功与变力做功的区别,而机车的启动问题则通常会与功率的分析联系在一起,注意该问题的动态过程分析及稳态的特点,利用动能定理、机械能守恒定律应注意所对应的条件。

**【例 3】** 如图所示,楔形木块  $abc$  固定在水平面上,粗糙斜面  $ab$  和光滑斜面  $bc$  与水平面的夹角相同,顶角  $b$  处安装一定滑轮。质量分别为  $M$ 、 $m$  ( $M > m$ ) 的滑块,通过不可伸长的轻绳跨过定滑轮连接,轻绳与斜面平行。两滑块由静止释放后,沿斜面做匀加速运动。若不计滑轮的质量和摩擦,在两滑块沿斜面运动的过程中



A. 两滑块组成系统的机械能守恒

B. 重力对  $M$  做的功等于  $M$  动能的增加

C. 轻绳对  $m$  做的功等于  $m$  机械能的增加

D. 两滑块组成系统的机械能损失等于  $M$  克服摩擦力做的功

**【分析】** 由于  $M$  与  $ab$  面之间存在滑动摩擦力,故两滑块组成系统的机械能不守恒,A 项错误;合外力对  $M$  做的功等于  $M$  动能的增加,B 项错误;除了  $m$  的重力对其做功外,只有轻绳对其做功,故轻绳对  $m$  做的功等于  $m$  机械能的增加,C 项正确;对于两滑块组成的系统,其在运动过程中克服摩擦阻力做功,系统的机械能转化为内能,故该系统机械能的损失等于  $M$  克服摩擦力做的功,D 项正确。

**【指点迷津】** 动能定理与功能关系、机械能守恒定律是解决功与能问题的主要规律,注意理解合外力做的功与动能变化的关系,以及其他力做的功所对应的能量变化关系。

## ✱专项四 电场

### 👉【专项自测链接】 专项集训 8 静电场

电场中的电场强度与电势的合成及计算,前者为矢量的叠加,后者为标量的合成,注意两者本质不同。带电粒子在电场中运动,因受力情况的不同和初始条件的不同会出现各种可能性。当解答带电粒子在电场中的运动问题时,分析方法、思路与力学问题是差不多的。在这里实际上是运动学、牛顿运动定律、向心力知识、功和能的关系等各种力学知识的综合应用。此外,解决带电粒子在电场中的运动问题,还常要应用力的独立作用原理、运动的独立性原理、运动的等时性以及等效方法、类比方法等。

【例4】 如图,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  $a$ 、 $b$ 、 $d$  三个点, $a$  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.  $k \frac{9Q+q}{9R^2}$

【分析】 由于  $b$  点处的场强为零,根据电场叠加原理知,带电圆盘和  $a$

点处点电荷在  $b$  处产生的场强大小相等,方向相反。在  $d$  点处带电圆盘和  $a$

点处点电荷产生的场强方向相同,所以:  $E = k \frac{q}{(3R)^2} + k \frac{q}{R^2} = k \frac{10q}{9R^2}$ , B 项

正确。

【指点迷津】 空间各点的场强叠加遵循矢量叠加原理,一般按平行四

边形定则进行合成,但要注意比较场强是否相同时,应注意比较大小是否相等,

且方向是否相同。

## ✱ 专项五 磁场

👉【专项自测链接】 专项集训 10 磁场/专项集训 11 复合场

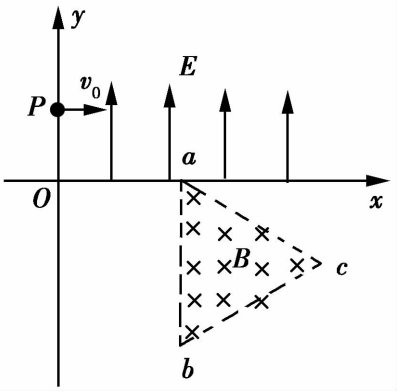
磁场是高中知识综合性最强的部分,该部分问题往往结合了力学、电学

等重要知识点与物理模型,而带电粒子在复合场中的运动则是考查的主要

题型,带电粒子在复合场中的运动方式有三种常见形式:匀速直线运动,此

时所受的洛伦兹力与重力、电场力的合力平衡;匀速圆周运动,此状态下电场力和重力平衡,洛伦兹力提供向心力,使带电粒子做匀速圆周运动;较复杂的曲线运动,通常用能量观点分析解决,带电粒子在复合场中若有轨道约束,或匀强电场或匀强磁场随时间发生周期性变化等原因,使粒子的运动更复杂,则应视具体情况进行分析。

**【例 5】** 如图所示的平面直角坐标系  $xOy$ , 在第 I 象限内有平行于  $y$  轴的匀强电场, 方向沿  $y$  轴正方向; 在第 IV 象限的正三角形  $abc$  区域内有匀强磁场, 方向垂直于  $xOy$  平面向里, 正三角形边长为



$L$ , 且  $ab$  边与  $y$  轴平行。一质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的粒子, 从  $y$  轴上的  $P(0, h)$  点, 以大小为  $v_0$  的速度沿  $x$  轴正方向射入电场, 通过电场后从  $x$  轴上的  $a(2h, 0)$  点进入第 IV 象限, 又经过磁场从  $y$  轴上的某点进入第 III 象限, 且速度与  $y$  轴负方向成  $45^\circ$  角, 不计粒子所受的重力。求:

- (1) 电场强度  $E$  的大小;
- (2) 粒子到达  $a$  点时速度的大小和方向;
- (3)  $abc$  区域内磁场的磁感应强度  $B$  的最小值。

**【分析】** (1) 设粒子在电场中运动的时间为  $t$ , 则有  $x = v_0 t = 2h \quad y = \frac{1}{2}$

$$at^2 = h$$

$$qE = ma$$

联立以上各式可得  $E = \frac{mv_0^2}{2qh}$

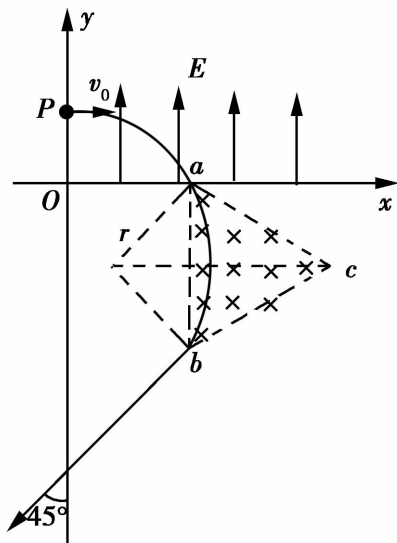
(2) 粒子到达  $a$  点时沿  $y$  轴负方向的分速度为  $v_y = at = v_0$

所以  $v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{2}v_0$ , 方向指向第Ⅳ象限与  $x$  轴正方向成  $45^\circ$  角

(3) 粒子在磁场中运动时, 有  $qvB = m \frac{v^2}{r}$

当粒子从  $b$  点射出时, 磁场的磁感应强度为最小值, 此时有

$$r = \frac{\sqrt{2}}{2}L, \text{ 所以 } B = \frac{2mv_0}{qL}$$



**【指点迷津】** 正确分析带电粒子在复合场中的受力并判断其运动的性质及轨迹是解题的关键, 在分析其受力及描述其轨迹时, 要有较强的空间想象能力并善于把空间图形转化为最佳平面视图。当带电粒子在电磁场中做多过程运动时, 关键是掌握基本运动的特点和寻找边界条件。

## ✦ 专项六 电磁感应

👉 **【专项自测链接】** 专项集训 12 电磁感应及其综合应用

电磁感应规律的综合应用问题主要表现在以下几方面:

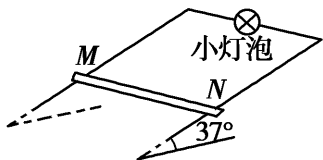
1. 电磁感应中的电路分析, 解决此类问题, 必须按题意画出等效电路

图,将感应电动势等效于电源电动势,产生感应电动势的导体的电阻等效于内电阻,求电动势要用电磁感应定律,其余问题为电路分析及闭合电路欧姆定律的应用。

2. 电磁感应中的动力学分析,思考方法是:电磁感应现象中感应电动势→感应电流→通电导线所受安培力→合外力变化→加速度变化→速度变化→感应电动势变化→周而复始地循环,循环结束时,导体达到稳定状态。

3. 电磁感应中的能量分析:涉及求焦耳热的问题,若安培力为恒力,直接由  $Q = I^2 R t$  求解,若安培力为变力,则用能量守恒的观点分析。

【例 6】 如图所示,足够长平行金属导轨倾斜放置,倾角为  $37^\circ$ ,宽度为  $0.5 \text{ m}$ ,电阻忽略不计,其上端接一小灯泡,电阻为  $1 \Omega$ 。一导体棒  $MN$  垂直于导轨放



置,质量为  $0.2 \text{ kg}$ ,接入电路的电阻为  $1 \Omega$ ,两端与导轨接触良好,与导轨间的动摩擦因数为  $0.5$ 。在导轨间存在着垂直于导轨平面的匀强磁场,磁感应强度为  $0.8 \text{ T}$ 。将导体棒  $MN$  由静止释放,运动一段时间后,小灯泡稳定发光,此后导体棒  $MN$  的运动速度以及小灯泡消耗的电功率分别为(重力加速度  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ ,  $\sin 37^\circ = 0.6$ )

A.  $2.5 \text{ m/s}$      $1 \text{ W}$

B.  $5 \text{ m/s}$      $1 \text{ W}$

C.  $7.5 \text{ m/s}$      $9 \text{ W}$

D.  $15 \text{ m/s}$      $9 \text{ W}$

【分析】 小灯泡稳定发光时,导体棒  $MN$  的运动速度稳定,所受合力为零,



在沿斜面方向上:  $mgsin 37^\circ = \mu mg \cos 37^\circ + ILB$ , 又  $I = \frac{BLv}{R_{\text{总}}}$ , 其中  $R_{\text{总}} = 2 \Omega$ , 代入

数据可得  $v = 5 \text{ m/s}$ , 闭合回路的总功率  $P = \frac{(BLv)^2}{R_{\text{总}}} = 2 \text{ W}$ , 小灯泡和导体棒

$MN$  的电阻相等, 消耗的电功率相等, 都为  $1 \text{ W}$ 。

**【指点迷津】** 电磁感应问题要注意动态过程的分析, 而稳态下通常对应着最值状态, 力学规律与电路知识则是分析的主要理论依据。

## ✱ 专项七 电流

☞ **【专项自测链接】** 专项集训 9 恒定电流/专项集训 13 交流电 传感器/专项集训 14 电学实验

电流部分可分为恒定电流与交流电, 直流电路的分析以动态分析为主, 一般结合两个欧姆定律, 由局部到整体再到局部进行, 本部分更多的是以实验题的形式考查(见专项八)。而交流电则以图象问题为主, 考查较多的是交流电的“四值”, 故应掌握交流电“四值”的含义及其区别。

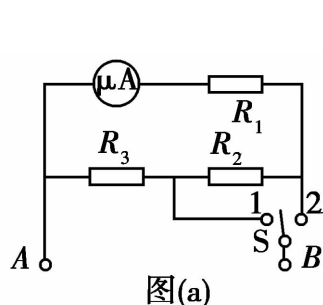
## ✱ 专项八 实验

☞ **【专项自测链接】** 专项集训 7 力学实验/专项集训 14 电学实验

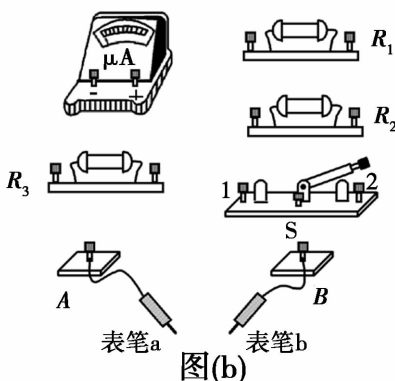
实验分为力学实验与电学实验, 关键是理解实验原理, 熟悉实验仪器的使用以及读数规则, 能正确处理实验数据, 并能设计一些简单的实验。电学实验往往涉及串并联电路、电压表和电流表的使用、部分电路的欧姆定律、闭合电路的欧姆定律等知识, 常常考查电阻的测量电路设计、控制电路设计、器材的选择、电学仪器的实物连接、实验数据的处理与误差分析等。

**【例 7】** 某同学将量程为  $200 \mu\text{A}$ 、内阻为  $500 \Omega$  的表头 $\textcircled{\mu\text{A}}$ 改装成量程为  $1 \text{ mA}$  和  $10 \text{ mA}$  的双量程电流表。设计电路如图(a)所示。定值电阻  $R_1 =$

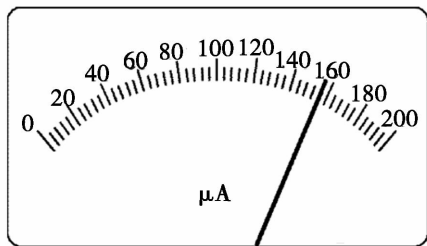
500  $\Omega$ ,  $R_2$  和  $R_3$  的阻值待定,  $S$  为单刀双掷开关,  $A$ 、 $B$  为接线柱。回答下列问题:



图(a)



图(b)



图(c)

- (1) 按图(a)在图(b)中将实物连线;
- (2) 表笔 a 的颜色应为 \_\_\_\_\_ 色(填“红”或“黑”);
- (3) 将开关  $S$  置于“1”挡时, 量程为 \_\_\_\_\_ mA;
- (4) 电路中电阻的阻值  $R_2 =$  \_\_\_\_\_  $\Omega$ ,  $R_3 =$  \_\_\_\_\_  $\Omega$ ; (结果取三位有效数字)
- (5) 利用改装的电流表进行某次测量时,  $S$  置于“2”挡, 表头指示如图(c)所示, 则所测量电流的值为 \_\_\_\_\_ mA。

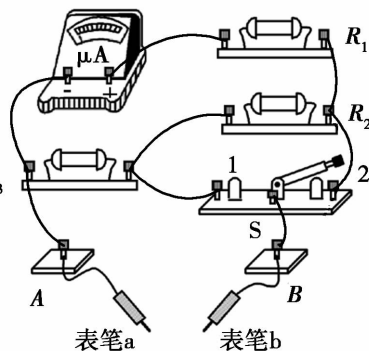
【分析】 (1) 连线如图所示;

(2) 电流由  $B$  接线柱流入, 由  $A$  接线柱流出, 故表笔 a 的颜色应为黑色;

(3) 开关置于“1”挡时, 通过电阻  $R_3$  的电流较大, 故改装后的电流表量程较大, 此时的量程为 10 mA;


(4) 开关置于“1”挡时根据部分电路的欧姆定律可得  $I_g(R_g + R_1 + R_2) = (I_1 - I_g)R_3$ , 开关置于“2”挡时根据部分电路的欧姆定律可得  $I_g(R_g + R_1) = (I_2 - I_g)(R_3 + R_2)$ , 联立解得  $R_2 = 225 \Omega$ ,  $R_3 = 25 \Omega$ ;

(5) 测量电流值为  $I = 5I' = 200 \times \frac{39}{50} \times 5 \mu\text{A} = 0.780 \text{ mA}$ 。




**【指点迷津】** 设计型电学实验的分析关键在于正确理解实验原理,特别是两个欧姆定律的应用。

## ✱专项九 选修3-5

 **【专项自测链接】** 专项集训15 选修3-5

选修3-5的考点主要集中在玻尔原子模型和氢原子能级、核反应方程、碰撞中的动量守恒(弹性碰撞)、动量定理。其中玻尔原子模型和氢原子能级、核反应方程以识记和理解为主,考查形式为选择题;碰撞中的动量守恒(弹性碰撞)一般与动力学或电磁学知识综合以选择题或者计算题的形式命题。

## ✱专项十 选考部分

 **【专项自测链接】** 专项集训1 选修3-3/专项集训2 选修3-4

选修3-3:以热学为主,考点主要集中在气体实验定律、热力学第一定律和阿伏加德罗常数的有关计算这三个方面。

选修3-4:机械振动和机械波部分主要围绕振动图象、波的图象以及振动方程进行考查;光学部分主要围绕几何光学中的折射定律、折射率、相对折射率和全反射现象进行考查。



## 名师教你如何高效进行专题复习

——让物理学习越学越简单

◆高级教师 周乃飞

高考物理阶段的专题复习,要注意找准各专题的基本概念、基本规律、主要题型及特征与解答方法。所以在专题的复习中要做到:①认真阅读和梳理课本,梳理知识结构,把所学的知识连成线、铺成面、织成网,使之有机结合在一起,以达到多角度、多途径地分析和解决问题能力的目的;②提高解题速度和解题技巧,提高实验操作能力;③要查漏补缺,进一步强化基础知识的复习和基本技能的训

练,注意养成良好的思维习惯,有意识地去培养高考物理要求的各方面能力。

## 专题1 运动的描述 匀变速直线运动规律及图象

**【专题内容概述】** 1. 直线运动的有关概念、规律是本章的重点,匀变速直线运动规律的应用及  $v-t$  图象是本章的难点。

2. 注意本章内容与生活实例的结合,通过对这些实例的分析、物理情景的构建、物理过程的认识,建立模型,再运用相应的规律处理实际问题。

3. 本章规律较多,同一试题往往可以从不同角度分析,得到正确答案。多练习“一题多解”,对熟练运用公式有很大帮助。

**【核心知识点】** 本专题含有的重要考点 1. 描述运动的物理量:质点、参考系和坐标系、路程和位移、速度和速率、加速度;2. 直线运动:匀变速直线运动、自由落体运动;3. 匀变速直线运动规律及图象。

**【易失分知识点】** 1. 匀减速运动的实际运动时间。2.  $v-t$  图象中的斜率和面积的意义。

**【如何高效复习】** 运动学部分要把各公式及导出式运用熟练,特别是它们的物理意义。矢量的符号必须要时刻注意。要养成画出运动过程示意图的习惯。

## 专题2 物体的平衡 牛顿运动定律

**【专题内容概述】** 1. 平衡状态是物体最简单的状态,它包括静止和匀速直线运动状态。它对应的力学特点是所受合力为零。所以根据状态就能知道物体的合力,再逆向推导,结合物体受力情况应用平行四边形定则,最终可求解此类问题。

2. 牛顿运动定律一般有两种简单问题,一种复杂问题。两种简单问题分别是由运动情况分析受力情况,和由受力情况分析运动情况,都是单向思维,所以相对简单。复杂问题就是受力情况知道一部分,运动情况知道一部分,要推知其

中某个物理量,思维量较高,既有正向思维,又有逆向思维。无论是哪种情况,在复习过程中都需要注意锻炼良好的审题习惯和解题思路。在求解物理问题时,应具备良好的思维习惯。如正确选择研究对象并进行受力分析,在对状态、过程分析时画出状态过程的示意图,将抽象的文字条件形象化、具体化。为了尽可能少犯错误,解题时可以遵循这样的思路:画草图——想情景——选对象——建模型——分析状态和过程——找规律——列方程——检查结果。分析题目,解答题目,切记不要思维跳跃,省略某些环节,因为思维跳跃省略环节极易带来错误。

**【核心知识点】** 本专题含有的重要考点 1. 摩擦力、动摩擦因数;2. 力的合成和分解;3. 共点力的平衡;4. 牛顿运动定律及其应用;5. 超重和失重。

**【易失分知识点】** 1. 摩擦力 摩擦力知识点易错的原因在于摩擦力产生条件的“复杂性”、方向的“隐蔽性”及大小的“多样性”等方面。一般有三种错误情况,如下:

错误情况1:物体只要运动就一定存在摩擦力;

错误情况2:摩擦力的方向一定与速度方向相反;

错误情况3:摩擦力大小不变。

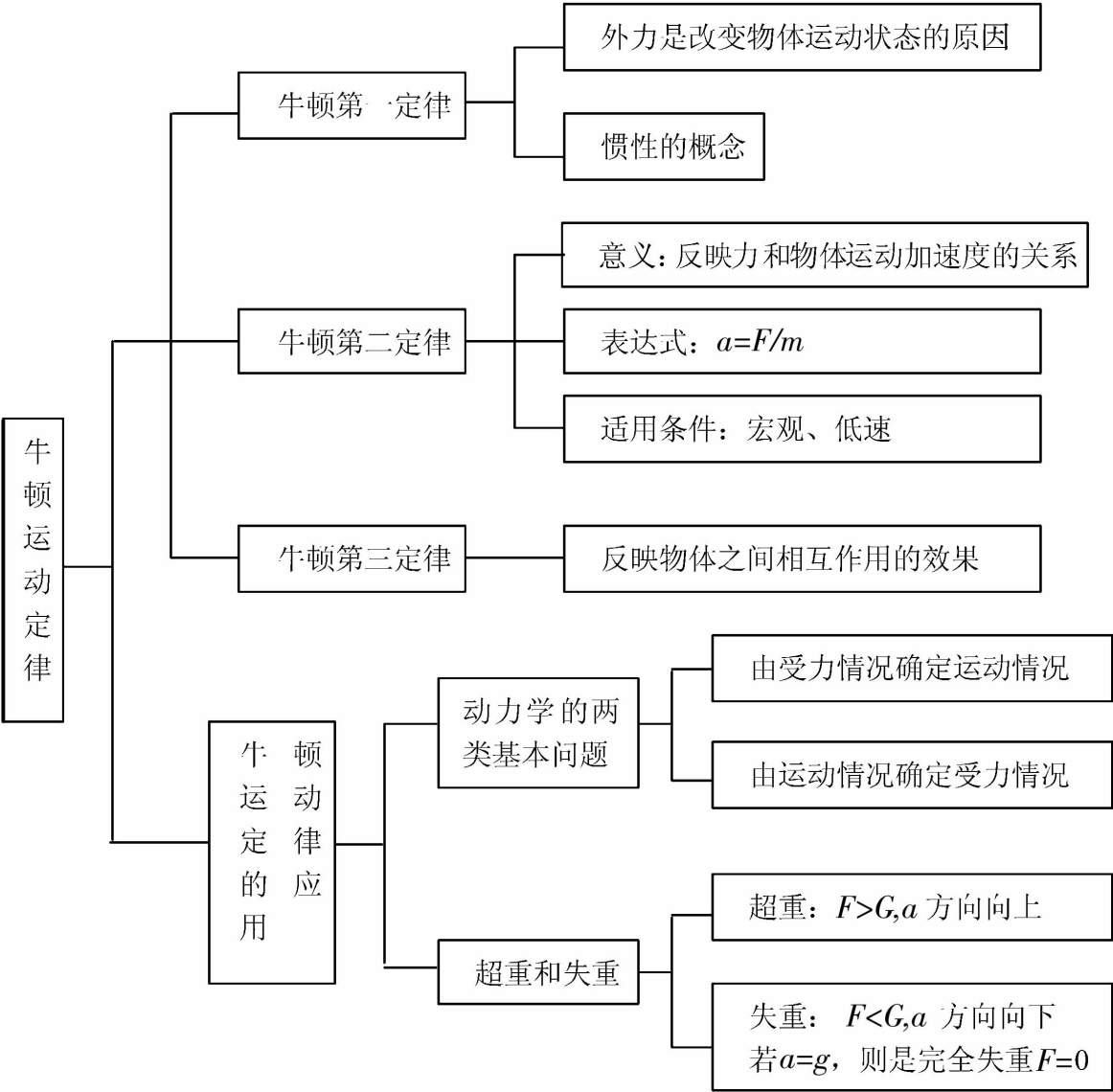
2. 超重和失重 超重和失重与加速度的方向有关。

3. 牛顿第三定律与二力平衡 错误的原因是一对相互作用力和一对平衡力有相同点:大小相等、方向相反、力的作用线在同一直线上。它们也有区别:一对相互作用力是作用在两个物体上的力,而一对平衡力是作用在同一个物体上的两个力。如果一对相互作用力搞错了,直接会影响物体的受力分析和物体状态的分析。

**【如何高效复习】** 力学中力的分析运算是重中之重。力的运算法则是平行四边形定则和三角形法则,需要灵活运用。对物体进行受力分析是解题的基础,它贯穿于整个高中物理。受力分析是解决力学问题的基础和关键,解决物理问

题的能力就体现在能否对物体进行正确的受力分析。把指定的研究对象在特定的物理情景中所受到的所有外力找出来,并画出受力示意图,就是受力分析。

牛顿运动定律及牛顿运动定律的应用,知识框架如下图所示:



物理在解题逻辑上对思维的要求更深一层,因为它重视分析,这一点在力学上表现得尤其明显。力学不管是在初中物理还是高中物理中占的比例都很大,并且题型一般归于难点和重点,但是解决它们的基础就是对物体受力的正确分析,这一能力的获得不仅与日常生活中的物理分析意识有关,更来自课后的积累。

### 专题3 曲线运动

**【专题内容概述】** 曲线运动其综合性较强,在高考中常常与其他章节的知识综合出现,在本章中,弄清各种常见模型,熟悉各种分析方法是这一专题的重中之重。

1. 平抛运动的运动规律为:水平方向匀速直线运动;竖直方向匀加速直线运动。

2. 匀速圆周运动的运动规律为:合力提供向心力。向心力是一种本身不存在的力,它必须由外力提供,比如线拴小球运动由线的拉力、小球自身重力的合力提供。

**【核心知识点】** 本专题含有的重要考点 1. 研究曲线运动的方法:运动的合成与分解;2. 圆周运动的有关物理量:周期、线速度、角速度、向心加速度、向心力;3. 几种特殊运动:抛体运动、匀速圆周运动。

**【易失分知识点】** 1. 运动性质判断 运动和力的关系在曲线运动中显得更加复杂,如果不能深刻理解“物体是做直线运动还是曲线运动,取决于所受合外力的方向与该时刻速度的方向关系”这一要点,正确判断物体的运动就很难;加速度描述速度变化的快慢,包括速度大小的变化和方向的变化,不能正确理解加速度与速度以及加速度与运动的关系也是出错的重要原因。

2. 运动的合成与分解 (1)对运动的独立性理解不够,不能单方向运用运动和力的关系判断物体的运动性质;(2)对渡河问题、绳端速度的分解问题不理解分解方向的意义,将运动效果与力的作用效果混淆,错误采用了力的分解方法;(3)不能灵活运用正交分解法和三角形法则分析和解答临界问题和极值问题。

3. 平抛物体的运动 (1)没有熟练掌握平抛运动的基本规律,对分解计算的方法不理解;(2)对平抛运动的性质理解不透彻,加之审题不仔细导致对位移、速

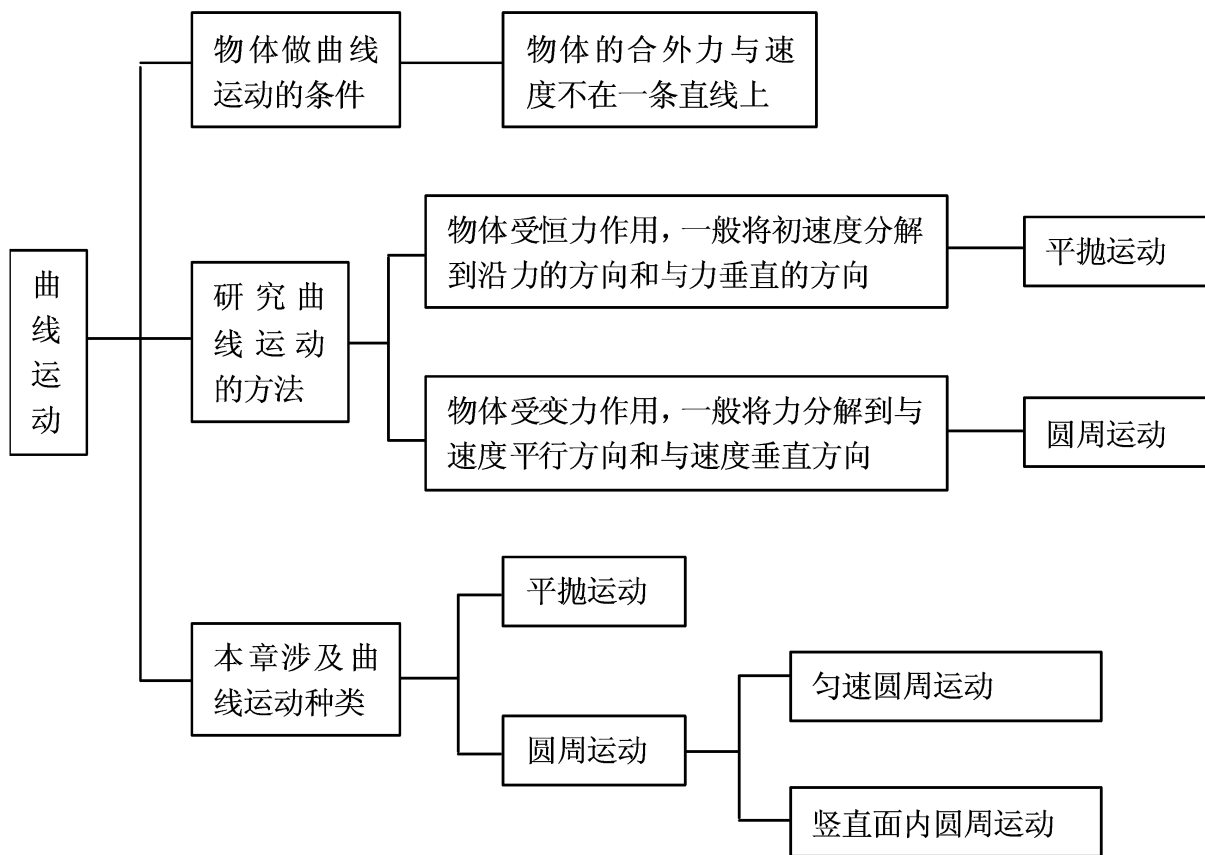
度等的计算仍按水平位移、竖直速度计算而造成错误;(3)不能灵活运用如初速度为零的匀加速运动、速度的变化量  $\Delta v = g\Delta t$  且方向总是竖直向下等规律解答问题。

4. 圆周运动 (1)对向心力的概念理解不透彻,不能灵活分析向心力产生的效果对物体运动状态的影响;(2)对被绳(或杆、轨道)束缚的物体在竖直面内运动的圆周运动问题,由于涉及多方面的知识,解答问题时容易顾此失彼。

**【如何高效复习】** 本专题中所涉及的基本方法与专题2的方法基本相同,只是在具体应用知识的过程中要注意结合圆周运动的特点:物体受到的沿半径指向圆心的合力才是物体做圆周运动的向心力,因此利用矢量合成的方法分析物体的受力情况同样也是解答本专题问题的基本方法;只有物体所受的合外力的方向沿半径指向圆心,物体才做匀速圆周运动。根据牛顿第二定律合外力与加速度的瞬时关系可知,当物体在圆周上运动某一瞬间的合外力指向圆心,我们仍可以用牛顿第二定律对这一时刻列出相应的方程,如竖直圆周运动的最高点和最低点的问题。另外,由于在匀速圆周运动中,物体所受合外力总指向圆心,与物体的运动方向垂直,所以向心力对物体不做功,因此利用机械能守恒、动能定理、能量守恒解题时要注意这点。

曲线运动的知识框架如下图所示:





## 专题4 万有引力定律及其应用

**【专题内容概述】** 在中学物理范围内,万有引力定律一般应用于对天体在圆周运动中的动力学问题或运动学问题的分析,当天体绕着某中心天体做圆周运动时中心天体对该天体的万有引力就是其做圆周运动所需的向心力,据此即可列出方程进行定量的分析。

**【核心知识点】** 本专题含有的重要考点 开普勒行星运动定律、万有引力定律、第一宇宙速度、第二宇宙速度、第三宇宙速度。

**【易失分知识点】** 1. 此“ $r$ ”与彼“ $r$ ” 万有引力定律公式中的  $r$  是指两个质

点之间的距离,而向心力公式中的  $r$  是指物体做圆周运动时的半径,通常情况,两个  $r$  的大小是相同的,但是在典型的双星问题下,两个  $r$  不一样。

2. 稳态与变轨 卫星在稳定的圆周轨道上运行时,由万有引力提供向心力,供需正好平衡。当人造卫星的速度突然增大或减小时,原来的供需平衡就被打破,如果提供的力大于需要的,人造卫星就做近心运动,反之做离心运动。

**【如何高效复习】** 万有引力定律的试题找准是谁提供向心力是解决问题的关键。下面以例题来说明:

**例:**已知引力常量  $G$ ,地球半径  $R$ ,月球和地球之间的距离  $r$ ,同步卫星距地面的高度  $h$ ,月球绕地球的运转周期  $T_1$ ,地球的自转周期  $T_2$ ,地球表面的重力加速度  $g$ 。某同学根据以上条件,提出一种估算地球质量  $M$  的方法:同步卫星绕地心做

圆周运动,由  $G \frac{Mm}{h^2} = m(\frac{2\pi}{T_2})^2 h$  得  $M = \frac{4\pi^2 h^3}{GT_2^2}$ 。

(1)请判断上面的结果是否正确,并说明理由。如不正确,请给出正确的解法和结果。

(2)请根据已知条件再提出两种估算地球质量的方法并解得结果。

**解析:**(1)上面的结果是错误的,地球的半径  $R$  在计算过程中不能忽略。

正确的解法和结果:  $G \frac{Mm}{(R+h)^2} = m(\frac{2\pi}{T_2})^2 (R+h)$  得  $M = \frac{4\pi^2 (R+h)^3}{GT_2^2}$ 。

(2)解法一 在地面上的物体所受的万有引力近似等于重力,由  $\frac{GMm}{R^2} = mg$ ,

解得  $M = \frac{gR^2}{G}$ 。

**解法二** 对月球绕地球做圆周运动进行分析,由  $G \frac{Mm}{r^2} = m(\frac{2\pi}{T_1})^2 r$ ,得

$$M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT_1^2}。$$

本题给出了两种常用的求星球质量的方法:(1)已知卫星的轨道半径  $H$  和周期  $T$  求质量(注意  $H$  为卫星到天体球心的距离);(2)已知星球表面重力加速度  $g$ 、星球半径  $R$  和引力常量  $G$ ,由  $M = \frac{gR^2}{G}$ ,求星球质量。

## 专题5 功和能

**【专题内容概述】** 功和能是从另外一个角度解决力学问题的。做功的过程伴随着能量的转化。因为在运用动能定理分析变力做功、曲线运动时不需要考虑中间环节的情景,所以在遇到上述几种情况时一般使用动能定理。要学会从能量的转化和转移的角度来分析问题,从而加深对物理实质的理解。

**【核心知识点】** 本专题含有的重要考点 功、功率、动能、重力势能、弹性势能、动能定理、机械能守恒定律及其应用、能量守恒。

**【易失分知识点】** 1. 求解变力做功不可以用  $W = Fs$ 。

2. 汽车启动的两种方式,特别是以匀加速方式启动中的两个速度:一个是匀加速运动的最大速度,一个是启动过程的最大速度。

3. 重力势能是标量,有正负,正负是因为重力势能具有相对性。

4. 机械能守恒定律是有条件限制的,能量守恒不需要条件,动能定理不需要条件。

**【如何高效复习】** 此专题需要理解物理实质才能灵活应用相关知识。功是力的空间积累效果,有力做功,一定有能的转化或转移:功是能量的转化或转移的量度。弄清一个物理过程中能量的变化情况,才能更深刻地理解这个过程,从而做出正确的判断。动能定理表达了过程量功与状态量动能之间的关系,在应用动能定理分析一个过程时,要做到三个“明确”,即明确研究对象(研究哪个物体的运动情况)、明确研究过程(从初状态到末状态)及明确各个力做功的情况。能量守恒定律是自然界最基本的定律之一,而在不同形式的能量发生相互转化的过程中,功扮演着重要角色。本章的主要定理、定律都是由这个基本定律得到的。

## 专题6 动量

**【专题内容概述】** 动量是力学的重要组成部分,动量守恒定律是也是高考的必考内容。动量是物体质量与速度的乘积,是矢量;动量的加入使力学体系更加完美,分析物理过程时使用动量定理或动量守恒定律也会使整个分析过程变得更加简洁、清楚、具有条理。要在理解动量定理和动量守恒定律的基础上,知道它们的使用条件,加深对物理规律的掌握。

**【核心知识点】** 本专题含有的重要考点 动量、动量定理、动量守恒定律。

**【易失分知识点】** 1. 动量是矢量,具有方向性,要区分正负。

2. 动量守恒定律的应用条件:在该方向上所受外力为零。

**【如何高效复习】** 此专题需要理解物理实质才能灵活应用相关知识。动量是质量与速度的乘积,是矢量,具有方向性。动量定理表达了物体或系统动量变化量与力和受力时间的关系。弄清动量守恒定律的成立条件,动量与功、能之间的联系非常紧密,是解决力学问题的重要途径。

## 专题7 静电场

**【专题内容概述】** 电场看不见摸不着却真实存在具有抽象性,因此需要运用物理量描述电场。电场强度  $E$  表示电场力的性质,只要有电荷在电场中就会受到电场力的作用,电势  $\varphi$  表示电场能的性质,其中电场力做功和电势能的关系及电场力做功的特点,可以类比重力场中的重力做功。

**【核心知识点】** 本专题含有的重要考点 电荷守恒定律、库仑定律、电场线、电势能、电势、等势面、电场强度、点电荷的场强、电势差、匀强电场中电势差和电场强度的关系、带电粒子在匀强电场中的运动、电容。

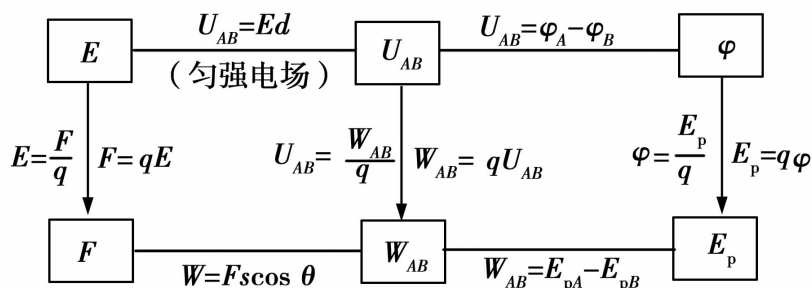
**【易失分知识点】** 1. 电势和电势能的概念,它们都是标量,但有正负,具有相对性。

2.  $E = U/d$  只适合匀强电场,但是在非匀强电场中可以用其做定性分析。

3. 场强的定义式、电容的定义式、电势的定义式。这几个物理量都由本身性质决定,与放入的试探电荷、此时电容器所带的电荷量、试探电荷的电荷量的大小无关。

4. 电场力做功的问题。电场力做功与路径无关,只与始末位置有关。电场力做功有两种求法,如果电场力是恒力,可以用  $W = Fs$  求解;如果电场力是变力,可以用  $W = Uq$  求解。

**【如何高效复习】** 静电场中物理量较多,需要透彻理解,现将它们之间的关系用下图表示。



通过这个知识结构网络,考生可以做到提纲挈领,准确地理解物理量概念,掌握有关电场的基础知识,也有助于形成清晰的解题思路。

## 专题8 恒定电流

**【专题内容概述】** 恒定电流这部分内容在初中学过一些,但是高中阶段增添了很多新知识点。闭合电路欧姆定律是本专题的核心内容。本专题需掌握相应的实验方法、电路的连接、电表的改装、图象法的应用等。

**【核心知识点】** 本专题含有的重要考点 电阻定律、电阻的串联与并联、电

源的电动势和内阻、闭合电路欧姆定律、电功、电功率、焦耳定律。

**【易失分知识点】** 1. 部分电路欧姆定律只适用于纯电阻电路,不适用于非

纯电阻电路。

2. 内接电路、外接电路的选择。

3. 电功和电热、电功率和热功率。在纯电阻电路中,电功和电热相等,电功率和热功率相等。在非纯电阻电路中,电功大于电热,电功率大于热功率,要注意多种表达式的不同适用条件。

4. 滑动变阻器的两种接法 分压式、限流式。

**【如何高效复习】** 掌握常见题型,熟练掌握它们的分析思路和分析方法。

本专题有以下几种常见题型:电路分析、电学量( $U$ 、 $I$ 、 $R$ 、 $P$ 、 $Q$ 、 $W$ )计算、含容电路、电路动态变化的判断、故障判断。

**专题9 磁场 带电粒子在复合场中的运动**

**【专题内容概述】** 磁场是一个重要的场,有特有的物理量:磁感应强度、磁

通量;有特有的定则:右手螺旋定则、左手定则。本专题与数学中几何知识联系较多,所以画图找几何关系是必须的。此专题很多知识都是以力学为基础的,只是多了几个力而已,处理方法和前面一样。

**【核心知识点】** 本专题含有的重要考点 磁感应强度、磁感线、磁通量、通

电直导线和通电线圈磁场的方向、安培力、洛伦兹力、带电粒子在匀强磁场中的运动、质谱仪和回旋加速器的工作原理。

**【易失分知识点】** 1. 安培力、洛伦兹力公式的适用条件。

2. 磁感应强度是矢量,磁通量是标量,但磁通量有正负之分。

3. 右手螺旋定则、左手定则,注意两定则使用的场合。

**【如何高效复习】** 电场和磁场有许多相类似的概念,所以将电场和磁场作对比,找到它们的相同点和区别,有利于更加理解“场”这个概念。比如,电场线必须从正电荷指向负电荷(走到无限远的情况除外),而磁感线是闭合曲线,没有源头,所有场的“线”的共同点就是都不能相交。比如,电场的强弱用电场强度  $E$  来描述, $E = F/q$ ,磁场的强弱用磁感应强度  $B$  来描述, $B = F/IL$ (磁场和导线垂直时),共同点为它们的方向都是“线”的切向方向。比如,电场对放入的电荷有力的作用,但是磁场对放入的平行导线是没有安培力作用的,磁场还对放入的静止电荷或者运动方向与磁场方向平行的电荷没有力的作用。比如,电荷在匀强电场中仅受电场力作用是不会做匀速圆周运动的,而运动电荷在匀强磁场中仅受洛伦兹力时是做匀速圆周运动的。比如,电场力可以对电荷做功,但是洛伦兹力对电荷永不做功。

## 专题 10 电磁感应 交流电 传感器

**【专题内容概述】** 本专题中法拉第电磁感应定律是求解感应电动势和感应



电流大小的,而楞次定律是判断感应电动势和感应电流方向的。交变电流是电磁感应的实际应用。

**【核心知识点】** 本专题含有的重要考点 电磁感应现象、法拉第电磁感应定律、楞次定律、描述交变电流的物理量和图象、理想变压器、远距离输电。

**【易失分知识点】** 1. 法拉第电磁感应定律 求平均电动势和瞬时电动势用不同的表达式。

2. 交变电流的三值 有效值、最大值、瞬时值。

3. 变压器的电压关系、电流关系 理想变压器输出与输入功率相等,即  $P_1 = P_2$ ,电压关系是电压与匝数成正比,而电流则不一定,当只有一组副线圈时,电流才与匝数成反比。

**【如何高效复习】** 本专题的复习应注意“抓住两个定律,运用两种观点,分析三种电路”。两个定律是指法拉第电磁感应定律和楞次定律;两种观点是指动力学观点和能量观点;三种电路是指直流电路、交流电路和感应电路。应用电磁感应定律要特别重视  $E = BLv$  的应用:平动切割、转动切割、单杆切割和双杆切割问题。应用楞次定律要理解其实质是阻碍变化,不是阻止,可以用“增反减同”“来拒去留”理解楞次定律。

## 专题 11 实验复习

**【专题内容概述】** 本专题解决的是中学阶段必须掌握的实验。高考除了对

教材中原有的实验进行考查外,还增加了对演示实验的考查,利用考生所学过的知识,对实验器材或实验方法加以重组,来完成新的实验设计。对设计实验的考查将逐步取代教材中对原有的单纯学生实验的考查。现在的实验题类型基本是“一力一电”模式。

**【核心知识点】** 本专题含有的重要考点 力的平行四边形定则(实验、探究)、加速度与物体质量和物体受力的关系(实验、探究)、验证机械能守恒定律(实验、探究)、决定导线电阻的因素(实验、探究)、描绘小灯泡的伏安特性曲线(实验、探究)、测量电源的电动势和内阻(实验、探究)、多用电表的使用。

**【易失分知识点】** 1. 求加速度的多种方法。

2. 分压式电路。

3. 小灯泡的伏安特性曲线的应用。

4. 测量电源的电动势和内阻实验的误差分析。

**【如何高效复习】** 实验复习应从下面几点入手。1. 强调基本技能,熟知各种器材的特性。读数类:游标卡尺、螺旋测微器、多用电表;选器材类:例如选取什么量程的电表和滑动变阻器等。2. 重视实验原理,巧妙变换拓展。例如探究匀变速直线运动的变形和测量电阻的改造等。源于课本又不拘泥于课本一直是高考命题理念所倡导的,所以熟悉课本实验、抓住实验的灵魂——原理,是我们复习的重中之重。3. 提倡分析讨论,讲究实验的品质,像近年高考中的数据处理、误

差分析、方案改良、甚至开放性实验等与课程标准的一标多本思路是交汇的。4.

知识创新型实验,例如设计性、开放性、探讨性实验等都有不同程度的创新,比如利用所学知识设计出很多测量重力加速度的方案。其中力学设计性实验在近年高考中有加强的趋势,应引起高度重视。

## 专题 12 选考部分

**【专题内容概述】** 选修3-3 主要包括分子动理论和热力学定律,并从宏观和微观角度理解固、液、气三态的性质。选修3-4 主要包括了两大类问题:一是机械振动和机械波;二是光和电磁波。

**【核心知识点】** 本专题含有的重要考点 分子动理论的基本观点、阿伏加德罗常数、晶体和非晶体、晶体的微观结构、液晶、液体的表面张力、气体实验定律、理想气体、热力学第一定律、简谐运动、横波和纵波、光的折射定律、折射率、全反射、狭义相对论。

**【易失分知识点】** 1. 阿伏加德罗常数,几个物理量的关系易错。

2. 光的折射定律,需要注意光是由光疏介质进入光密介质的,还是由光密介质进入光疏介质的。

3. 全反射,发生全反射的条件是光由光密介质进入光疏介质并且入射角不小于临界角。

## 【如何高效复习】

考生不能因为选修部分难度不高而在态度上放松。对选修部分应该把目标定得更高,力争在这部分拿高分。

选修3-3、选修3-4有很多零散的知识点。零散的知识点是很难全面掌握的,但如果将它们构建成一个完整的知识网络,我们就可以以一些关键的知识为出发点,以点带面,全面了解和掌握所有知识点。

常言道:万变不离其宗。我们要想掌握坚实的基础知识和基本技能,需以掌握教材内容为出发点,进而才可以从容地面对高考。因此我们一定要加强双基训练。

## 指点迷津

# 平抛运动的命题方式和解题思路

高级教师 陈宏

平抛运动是“曲线运动”的重点,也是一种典型的运动模型。平抛运动的研究方法是研究曲线运动的基本方法,因此它在高中物理中相当重要,基于这一原因,这部分内容也就成为高考的必考内容。应用平抛运动的规律解题主要是将平抛物体的运动正确地沿两个方向分解为两个简单运动,即水平方向的匀速直

线运动和竖直方向的自由落体运动。因为高考是选拔性考试,所以高考试题更注重能力考查,具有一定新颖性。纵观近几年关于平抛运动的试题,主要涉及平抛运动的条件、平抛运动性质、平抛运动规律、平抛运动规律的推论和落点位置的确定等。为了方便同学们复习,本文对这一问题进行分类例析。

### ♣一、考查对平抛运动性质的理解

【例1】 关于平抛运动,下列说法正确的是

- A. 平抛运动是非匀变速运动
- B. 平抛运动是匀速运动
- C. 平抛运动是匀变速曲线运动
- D. 平抛运动的物体落地时的速度一定是竖直向下的

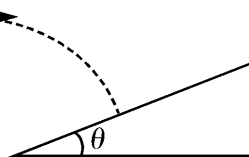
【分析与解】 根据平抛物体的运动性质很容易判定选项 C 正确。

【答案】 C

【规律总结】 由于平抛运动的物体只受重力作用,加速度  $a = g$  (恒定),加速度方向垂直于初速度方向,轨迹是抛物线,所以平抛运动是匀变速曲线运动。

### ♣二、考查对平抛运动规律的掌握

【例2】 一水平抛出的小球落到一倾角为  $\theta$  的斜面上时,其速度方向与斜面垂直,运动轨迹如图甲中虚线所示。小球在竖直方向下落的距离与在水平方向通过的距离之比为



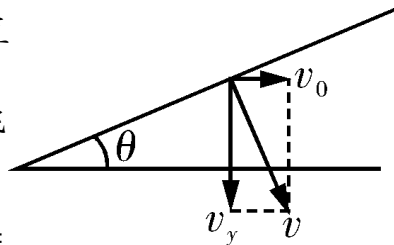
图甲

A.  $\frac{1}{\tan \theta}$

B.  $\frac{1}{2 \tan \theta}$

C.  $\tan \theta$ D.  $2\tan \theta$ 

**【分析与解】** 如图乙所示,小球的末速度与竖直方向的夹角等于斜面倾角  $\theta$ ,设小球的初速度为  $v_0$ ,飞行时间为  $t$ 。由速度三角形可得  $\frac{v_0}{gt} = \tan \theta$ 。故有  $\frac{y}{x} =$



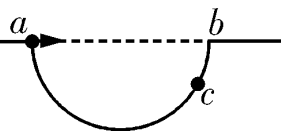
图乙

$$\frac{\frac{1}{2}gt^2}{v_0t} = \frac{1}{2\tan \theta}, \text{即 B 选项正确。}$$

**【答案】** B

**【规律总结】** 平抛运动可以分解成水平方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动。合运动与分运动具有等时性。解答此题的关键是要利用下落到斜面上时“速度与斜面垂直”这一条件,在此基础上利用运动的分解构建合速度与分速度的几何关系,再利用运动规律建立速度、位移与核心物理量时间的关系,通过联立方程进行求解。

**【例 3】** 如图所示,水平地面上有一个坑,其竖直截面为半圆。 $ab$  为沿水平方向的直径。若在  $a$  点以初速度  $v_0$  沿  $ab$  方向抛出一小球,小球会击中坑壁上的  $c$  点。已知  $c$  点与水平地面的距离为圆半径的一半,求圆的半径。

**【分析与解】** 设圆半径为  $r$ ,小球做平抛运动,则

$$x = v_0t$$

$$y = 0.5r = \frac{1}{2}gt^2$$

过  $c$  点作  $cd \perp ab$  与  $d$  点(图略),  $\text{Rt} \triangle acd \sim \text{Rt} \triangle cbd$  可得  $cd^2 = ad \cdot$

$db$ , 即:

$$\left(\frac{r}{2}\right)^2 = x(2r - x)$$

$$\text{联立以上各式解得: } r = \frac{4(7 \pm 4\sqrt{3})}{g} v_0^2$$

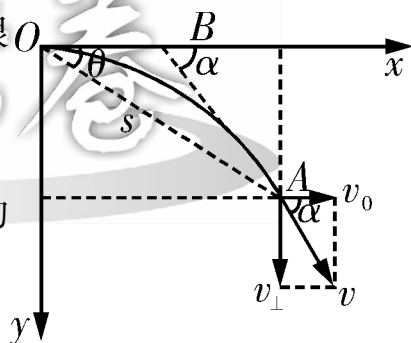
**【规律总结】** 本题属于在圆弧面约束下的一个平抛运动问题, 因此解答此题一定要用到平抛运动位移与圆的直径的关系, 即构建位移与圆的几何关系进行求解。或者也可以用解析几何的方法进行求解, 具体方法就是以某一点为坐标原点, 建立抛体运动的轨迹方程和圆弧面的轨迹方程, 然后联立方程进行求解。

### ♣三、考查灵活运用平抛运动规律的推论解题

在复习平抛运动时, 有一些推论如能记住并灵活运用, 对提高物理解题能力是大有好处的。如根据平抛运动的规律就很容易得到如下的几个推论:

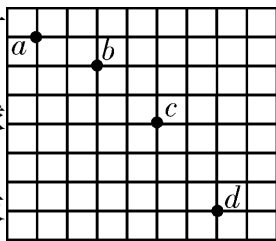
**推论 I :** 任意两相邻的相等的时间间隔  $T$  内的竖直位移差都相等, 且  $\Delta y = gT^2$

**推论 II :** 如图所示, 做平抛(或类平抛)运动的物体在任意时刻任一位置处, 设其末速度方向与水平方向的夹角为  $\alpha$ , 位移与水平方向的夹角为  $\theta$ , 则  $\tan \alpha = 2 \tan \theta$ 。



**推论Ⅲ：**做平抛(或类平抛)运动的物体,任意时刻的瞬时速度方向的反向延长线一定通过此时水平位移的中点。

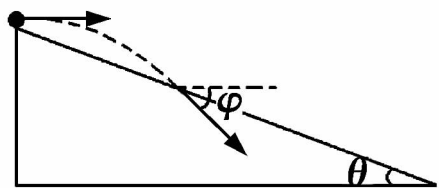
**【例4】** 在研究平抛运动的实验中,用一张印有小方格的纸记录小球的轨迹,小方格的边长 $L = 1.25\text{ cm}$ ,若小球在平抛运动中的几个位置分别为 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ ,如图所示,试求小球在平抛运动中的初速度 $v_0$ 。



**【分析与解】** 由图中 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 三点的位置可知,相邻两点间的时间间隔相等,又因平抛运动是匀变速运动,由推论Ⅰ可知在竖直方向有: $\Delta y = gT^2 = L$ ,故有: $T = \sqrt{\frac{L}{g}}$ ,由推论Ⅲ可知在水平方向又有: $2L = v_0 T$ ,故可得: $v_0 = \frac{2L}{T} = 2\sqrt{Lg} = \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ m/s}$ 。

**【规律总结】** 平抛运动在水平方向做匀速运动,而两个相邻点的水平距离相等,因此相邻两点间的时间间隔相等;在竖直方向做匀加速直线运动,所以有 $\Delta y = gT^2 = L$ 。

**【例5】** 如图所示,一物体自倾角为 $\theta$ 的固定斜面顶端沿水平方向抛出后落在斜面上。物体与斜面接触时速度与水平方向的夹角 $\varphi$ 满足



A.  $\tan \varphi = \sin \theta$

B.  $\tan \varphi = \cos \theta$

C.  $\tan \varphi = \tan \theta$

D.  $\tan \varphi = 2 \tan \theta$

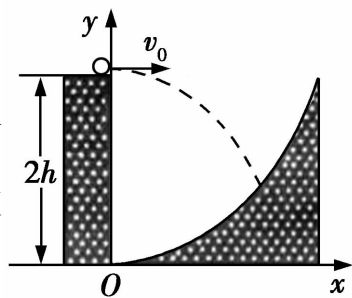


【分析与解】 根据推论Ⅱ可知 D 选项正确。

【规律总结】 只要掌握了平抛运动的三个推论,就可直接得到答案,在解题中可节省不少时间。

#### ♣ 四、考查平抛运动与功能关系的综合问题

【例 6】 一探险队员在探险时遇到一山沟,山沟的一侧竖直,另一侧的坡面呈抛物线形状。此队员从山沟的竖直一侧,以速度  $v_0$  沿水平方向跳向另一侧坡面。如图所示,以沟底的  $O$  点为原点建立坐标系  $xOy$ 。



已知,山沟竖直一侧的高度为  $2h$ ,坡面的抛物线方程为  $y = \frac{1}{2h}x^2$ ,探险队员的质量为  $m$ 。人视为质点,忽略空气阻力,重力加速度为  $g$ 。

(1)求此人落到坡面时的动能;

(2)此人水平跳出的速度为多大时,他落在坡面时的动能最小? 动能的最小值为多少?

【分析与解】 (1)设探险队员跳到坡面上时水平位移为  $x$ , 竖直位移为  $H$ ,

由平抛运动规律得:  $x = v_0 t$      $H = \frac{1}{2}gt^2$ ,

整个过程中,由动能定理可得:  $mgH = E_k - \frac{1}{2}mv_0^2$

由几何关系得:  $y = 2h - H$

坡面的抛物线方程  $y = \frac{1}{2h}x^2$

解以上各式得:  $E_k = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{2mg^2h^2}{v_0^2 + gh}$

(2) 由  $E_k = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{2mg^2h^2}{v_0^2 + gh}$ ,

令  $v_0^2 = ngh$ , 则  $E_k = \frac{n}{2}mgh + \frac{2mgh}{n+1} = mgh(\frac{n}{2} + \frac{2}{n+1})$

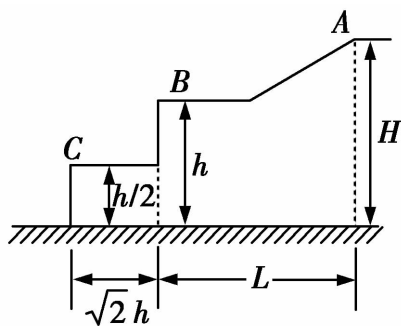
当  $n=1$  时, 即  $v_0^2 = gh$  时探险队员的动能最小, 最小值为  $E_{k\min} = \frac{3mgh}{2}$

$v_0 = \sqrt{gh}$

**【规律总结】** 本题将平抛运动与抛物线方程、机械能守恒定律结合起来, 第(1)问中题目已给出坡面抛物线方程, 解答时需列出水平方向与竖直方向的方程, 利用机械能守恒定律, 结合几何关系可求出人落到坡面时的动能。第(2)问求极限时, 也可用数学中的配方法, 当平方项为零时, 结果最小。

### ♣五、考查平抛运动临界问题

**【例7】** 滑雪者从  $A$  点由静止沿斜面滑下, 沿一平台运动后水平飞离  $B$  点, 地面上紧靠平台有一个水平台阶, 空间几何尺度如图所示, 斜面、平台与滑雪板之间的动摩擦因数为  $\mu$ 。假设滑雪者由斜面底端进入平台后立即沿水平方向运动, 且速度大小不变。求:



(1) 滑雪者离开  $B$  点时的速度大小;

(2) 滑雪者从  $B$  点开始做平抛运动的水平距离  $s$ 。

**【分析与解】** (1) 设滑雪者质量为  $m$ , 斜面长度为  $x$ , 斜面与水平面夹角为  $\theta$ , 滑雪者滑行过程中克服摩擦力做功  $W = \mu mgx \cdot \cos \theta + \mu mg(L - x \cos \theta) = \mu mgL$

由动能定理可得： $mg(H-h) - W = \frac{1}{2}mv^2$

离开  $B$  点时的速度： $v = \sqrt{2g(H-h-\mu L)}$

(2) 滑雪者离开  $B$  点后做平抛运动,是落在台阶上呢? 还是落在台阶下呢? 题目没有明确说明,是模糊条件。但可以用假设法分析求解。

设滑雪者离开  $B$  点后落在台阶上,则根据平抛运动的规律可得:

$$\frac{h}{2} = \frac{1}{2}gt_1^2 \quad s_1 = vt_1 < \sqrt{2h}$$

可解得： $s_1 = \sqrt{2h(H-h-\mu L)}$

此时必须满足  $s_1 < \sqrt{2h}$ , 即  $H - \mu L < 2h$

但当  $H - \mu L > 2h$  时,滑雪者直接落到地面上,  $h = \frac{1}{2}gt_2^2, s_2 = vt_2$

可解得  $s_2 = 2\sqrt{h(H-h-\mu L)}$

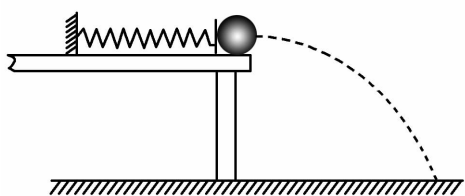
**【规律总结】** 落点在台阶上的问题一般都存在多种情况,必须要进行讨论。对于本题从  $B$  点抛出以后究竟是落在台阶上还是落在地面上要进行必要的讨论。若假设下落的高度为台阶高度时水平方向发生的位移大于台阶宽度则落到地面,小于台阶宽度则落在台阶上;也可以根据水平方向发生的位移大小为台阶宽度时判断在竖直方向下落的高度来确定究竟落在台阶上还是落在地面上。

若题中为多级台阶时可写出平抛运动轨迹方程和台阶的棱所在的直线方程再联立求解,从而确定交点的坐标,最后确定究竟落在哪一级台阶上。

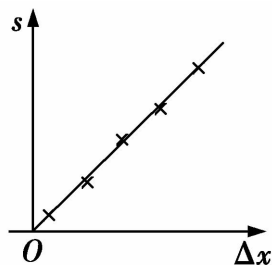
## ♣ 六、考查运用平抛运动知识解决实际问题的能力

**【例 8】** 某同学利用下述装置对轻质弹簧的弹性势能进行探究,一轻质

弹簧放置在光滑水平桌面上,弹簧左端固定,右端与一小球接触而不相连。弹簧处于原长时,小球恰好在桌面边缘,如图(a)所示。向左推小球,使弹簧压缩一段距离后由静止释放,小球离开桌面后落到水平地面。通过测量和计算,可求得弹簧被压缩后的弹性势能。



图(a)



图(b)

回答下列问题:

(1)本实验中可认为,弹簧被压缩后的弹性势能  $E_p$  与小球抛出时的动能  $E_k$  相等。已知重力加速度大小为  $g$ 。为求得  $E_k$ ,至少需要测量下列物理量中的\_\_\_\_\_ (填正确答案标号)。

- A. 小球的质量  $m$
- B. 小球抛出点到落地点的水平距离  $s$
- C. 桌面到地面的高度  $h$
- D. 弹簧的压缩量  $\Delta x$
- E. 弹簧原长  $l_0$

(2)用所选取的测量量和已知量表示  $E_k$ ,得  $E_k =$ \_\_\_\_\_。

(3)图(b)中的直线是实验测量得到的  $s-\Delta x$  图线。从理论上可推出,如果  $h$  不变, $m$  增加, $s-\Delta x$  图线的斜率会\_\_\_\_\_ (填“增大”、“减小”或“不变”);如果  $m$  不变, $h$  增加, $s-\Delta x$  图线的斜率会\_\_\_\_\_ (填“增大”、“减小”或“不变”)。由图(b)中给出的直线关系和  $E_k$  的表达式可知, $E_p$  与  $\Delta x$  的\_\_\_\_\_ 次方成正比。

【分析与解】 (1) 根据平抛运动规律求小球抛出时的动能。动能  $E_k =$

$\frac{1}{2}mv_0^2$ , 根据平抛运动规律有:  $h = \frac{1}{2}gt^2$ ,  $s = v_0t$ , 可得:  $E_k = \frac{mgs^2}{4h}$ , 故需要测量小

球的质量  $m$ 、小球抛出点到落地点的水平距离  $s$  和桌面到地面的高度  $h$ , 选项 A、B、C 正确。

(2) 由(1)问所述可得  $E_k = \frac{mgs^2}{4h}$ 。

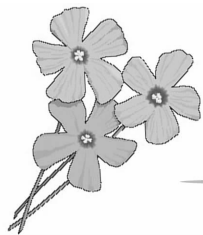
(3) 根据  $E_p = E_k = \frac{mgs^2}{4h}$ , 得  $s = \sqrt{\frac{4hE_p}{mg}}$ , 由于  $s-\Delta x$  图线为直线, 故  $E_p \propto$

$(\Delta x)^2$ 。故  $s-\Delta x$  图线的斜率与  $\sqrt{\frac{h}{m}}$  成正比。若  $h$  不变  $m$  增加, 则斜率减小;

若  $m$  不变  $h$  增加, 则斜率增大。

【答案】 (1) ABC (2)  $\frac{mgs^2}{4h}$  (3) 减小 增大 2

【规律总结】 运用平抛运动的规律可以将速度的测量问题转化为长度的测量问题, 而长度的测量比较容易, 因此与速度相关的物理量一般都可以利用平抛运动来测量。如动能  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 、流量  $Q = Sv$  等都可以利用平抛运动来测量。



## 一道高考题所引发的思考

——如何读懂物理试题中的“隐含条件”

高级教师 阳其保

2013 年新课标全国卷 I 的第 24 题一改以往对运动学问题的考查方式,

通过运动中的数学关系求解连接体的运动情况,由于该关系相当于一重要的隐含条件,致使大多数的考生对此题一筹莫展,使得该题成为了比 25 题得分率更低的一道试题。

**【例题】** (2013 新课标全国卷 I 24 题) 水平桌面上有两个玩具车  $A$  和  $B$ , 两者用一轻质细橡皮筋相连, 在橡皮筋上有一红色标记  $R$ 。在初始时橡皮筋处于拉直状态,  $A$ 、 $B$  和  $R$  分别位于直角坐标系中的  $(0, 2l)$ 、 $(0, -l)$  和  $(0, 0)$  点。已知  $A$  从静止开始沿  $y$  轴正向做加速度大小为  $a$  的匀加速运动;  $B$  平行于  $x$  轴朝  $x$  轴正向匀速运动。在两车此后运动的过程中, 标记  $R$  在某时刻通过点  $(l, l)$ 。假定橡皮筋的伸长是均匀的, 求  $B$  运动速度的大小。

**【解析】** 设  $B$  车的速度大小为  $v$ 。如图, 标记  $R$  在时刻  $t$  通过点  $K(l, l)$ , 此时  $A$ 、 $B$  的位置分别为  $H$ 、 $G$ 。

由运动学公式,  $H$  的纵坐标  $y_A$ 、 $G$  的横坐标  $x_B$  分别为

$$y_A = 2l + \frac{1}{2}at^2 \quad ①$$

$$x_B = vt \quad ②$$

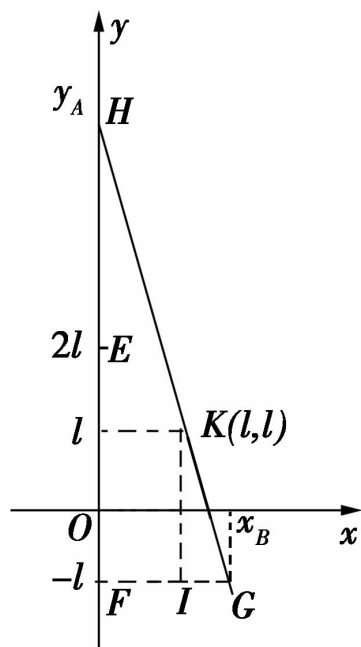
在开始运动时,  $R$  到  $A$  和  $B$  的距离之比为 2:1, 即

$$OE:OF = 2:1$$

由于橡皮筋的伸长是均匀的, 在以后任一时刻  $R$  到  $A$  和  $B$  的距离之比都为 2:1。因此, 在时刻  $t$  有

$$HK:KG = 2:1 \quad ③$$

由于  $\triangle FGH \sim \triangle IGK$ , 有



$$HG:KG = x_B:(x_B - l) \quad ④$$

$$HG:KG = (y_A + l):2l \quad ⑤$$

由③④⑤式得

$$x_B = \frac{3}{2}l \quad ⑥$$

$$y_A = 5l \quad ⑦$$

联立①②⑥⑦式得

$$v = \frac{1}{4}\sqrt{6al} \quad ⑧$$

**【指点迷津】** 本题的解题关键是巧妙利用数学关系,根据橡皮筋的伸长是均匀的,结合几何知识中的三角形相似,对应边成比例这一隐含条件,再由  $A$ 、 $B$  各自的运动分别解出  $A$ 、 $B$  的位置  $y_A$ 、 $x_B$  以及  $B$  的运动速度。在近几年高考的难题中,有较多的试题往往是把一些条件隐含在字里行间,如果不能充分挖掘这些隐含条件,利用隐含条件对题目进行梳理,那么解答该类试题则感觉无从下手。往往隐含条件的挖掘既要求考生拥有扎实的基础知识和相关学科的知识,又要求考生具有一定的综合分析和解决问题的能力以及审题的敏感度。如例题中所隐含的数学关系,则是通过正确分析物理过程,建立清晰的物理图景(常常要画出示意图)找到的。

如何迅速识破高考命题中的隐含条件,这就要求同学们在平常解题中养成通过审题仔细分析推敲关键词语,从物理模型、物理现象、物理过程、物理变化和临界状态中寻找挖掘隐含条件的良好习惯。高中物理试题的隐含条件主要体现在以下几个方面:

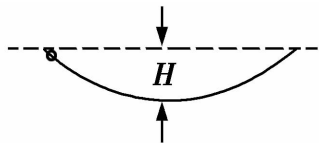


### 从物理模型中挖掘隐含条件

物理模型的基本形式有“对象模型”和“过程模型”。“对象模型”是实

实际物体在某种条件下的近似与抽象,如质点、点电荷、光滑、理想变压器等;  
“过程模型”是理想化了的物理现象或过程,如匀速直线运动、自由落体运动、竖直上抛运动、平抛运动、匀速圆周运动、简谐运动等。

**【例 1】** (2013 上海卷 23 题) 如图,在半径为 2.5 m 的光滑圆环上切下一小段圆弧,放置于竖直平面内,两端点距最低点高度差  $H$  为 1 cm。将小环置于圆弧端点并从静止释放,小环运动到最低点所需的最短时间为 \_\_\_\_\_ s,在最低点处的加速度为 \_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ 。(取  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )



**【指点迷津】** 本题中涉及两个隐含条件,一是隐含的“对象模型”——“光滑”,即忽略摩擦力的影响,小环全过程的运动可认为机械能守恒;二是圆环半径为 2.5 m 远大于两端点距最低点高度差  $H = 1 \text{ cm}$ ,故可以把小环的运动视为单摆模型,利用单摆的周期求解运动时间。

**【解析】** 小环沿圆弧的运动可类比于单摆的简谐运动,小环运动到最低点所需的最短时间为  $t = \frac{1}{4}T = \frac{\pi}{4} \text{ s}$ 。由机械能守恒定律,  $mgH = \frac{1}{2}mv^2$ , 可得小环在最低点处的速度  $v = \sqrt{2gH}$ , 则小环在最低点处的加速度  $a = \frac{v^2}{R} = \frac{2gH}{R} = 0.08 \text{ m/s}^2$ 。

**【规律总结】** 有些试题所设物理模型是不清晰的,不宜直接处理,但只要抓住问题的主要因素,忽略次要因素,恰当地将复杂的对象或过程向隐含的理想化模型转化,就能使问题得以解决。



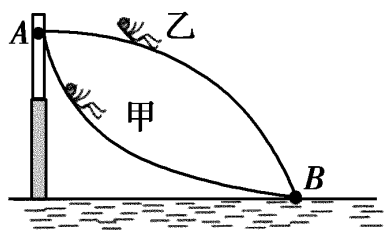
### 从图象中挖掘隐含条件

通过试题所给的图象或者利用图象法,挖掘试题中所隐含的条件,利用



图象的特点解决物理问题。

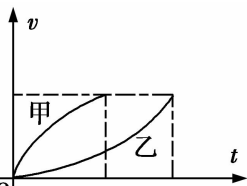
【例2】 (2013 广东卷 19 题) 如图, 游乐场中, 从高处  $A$  到水面  $B$  处有两条长度相同的光滑轨道。甲、乙两小孩沿不同轨道同时从  $A$  处自由滑向  $B$  处, 下列说法正确的有



- A. 甲的切向加速度始终比乙的大
- B. 甲、乙在同一高度的速度大小相等
- C. 甲、乙在同一时刻总能到达同一高度
- D. 甲比乙先到达  $B$  处

【指点迷津】 两条长度相等的光滑轨道隐含着两者运动的路程相同这一条件, 自由滑下则意味着初速度为零, 故可以把两者的运动情况用  $v-t$  图象来描述, 再利用图象法进行比较。

【解析】 若切线的倾角为  $\theta$ , 则这时的加速度为  $g \sin \theta$ , 由于甲的轨道切线倾角并不是都比乙的大, 因此 A 项错误; 根据机械能守恒定律,  $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ , 在同一高度甲、乙的速度大小相等, B 项正确; 甲开始的切向加速度比乙的大, 且这个加速度在竖直方向的分加速度也大, 因此开始时甲在竖直方向的分运动比乙在竖直方向的分运动快, 则 C 项错误; 从如图所示的速率—时间图象可以判断, 甲先到达  $B$  点, D 项正确。



【规律总结】 有些物理试题的部分条件常隐含于题设图形及图形的几何性质中, 需考生通过观察图象, 充分利用图象的特点及规律分析物理问题。



利用物理“习题定律”挖掘隐含条件

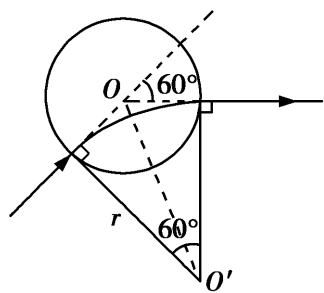
高中的物理习题中,经常可以得到些非常有用的“习题定律”,通过“习题定律”挖掘试题中的隐含条件,可快速解答物理问题。

**【例3】** (2013 新课标全国卷Ⅱ17 题)空间有一圆柱形匀强磁场区域,该区域的横截面的半径为  $R$ ,磁场方向垂直于横截面。一质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  ( $q > 0$ ) 的粒子以速率  $v_0$  沿横截面的某直径射入磁场,离开磁场时速度方向偏离入射方向  $60^\circ$ 。不计重力,该磁场的磁感应强度大小为

- A.  $\frac{\sqrt{3}mv_0}{3qR}$                       B.  $\frac{mv_0}{qR}$   
C.  $\frac{\sqrt{3}mv_0}{qR}$                       D.  $\frac{3mv_0}{qR}$

**【指点迷津】** 由离开磁场时速度方向偏离入射方向  $60^\circ$  可得带电粒子在磁场中运动轨迹所对的圆心角也为  $60^\circ$  这一隐含条件,再利用几何关系可求解磁感应强度。

**【解析】** 画出带电粒子运动轨迹示意图,如图所示。设带电粒子在匀强磁场中运动轨迹的半径为  $r$ ,根据洛伦兹力公式和牛顿第二定律,  $qv_0B = m\frac{v_0^2}{r}$ , 解得  $r = \frac{mv_0}{qB}$ 。由图中几何关系可得:  $\tan 30^\circ = \frac{R}{r}$ 。联立解得:该磁场的磁感应



强度  $B = \frac{\sqrt{3}mv_0}{3qR}$ , 选项 A 正确。

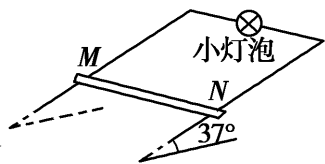
**【规律总结】** 物理试题中的“习题定律”比较多,需要我们在平时的练习中记住并能熟练应用。



充分挖掘包含隐含条件的一些关键词语

物理试题是用一定的文字、示意图等形式描述的,根据表达题意的需要,常用一些关键词语,如:“最多”、“至少”、“刚好”、“缓慢”、“瞬间”等。审题时要以阅读题目为基础,边读边想,抓住关键词语,挖掘隐含条件。

**【例4】** (2013 安徽卷 16 题) 如图所示,足够长平行金属导轨倾斜放置,倾角为  $37^\circ$ ,宽度为  $0.5\text{ m}$ ,电阻忽略不计,其上端接一小灯泡,电阻为  $1\ \Omega$ 。一导体棒  $MN$



垂直于导轨放置,质量为  $0.2\text{ kg}$ ,接入电路的电阻为  $1\ \Omega$ ,两端与导轨接触良好,与导轨间的动摩擦因数为  $0.5$ 。在导轨间存在着垂直于导轨平面的匀强磁场,磁感应强度为  $0.8\text{ T}$ 。将导体棒  $MN$  由静止释放,运动一段时间后,小灯泡稳定发光,此后导体棒  $MN$  的运动速度以及小灯泡消耗的电功率分别为(重力加速度  $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ ,  $\sin 37^\circ = 0.6$ )

A.  $2.5\text{ m/s}$      $1\text{ W}$

B.  $5\text{ m/s}$      $1\text{ W}$

C.  $7.5\text{ m/s}$      $9\text{ W}$

D.  $15\text{ m/s}$      $9\text{ W}$

**【指点迷津】** 小灯泡稳定发光,隐含着导体棒  $MN$  匀速运动这一隐含条件,由平衡条件结合电磁感应规律可求解。

**【解析】** 小灯泡稳定发光时,导体棒  $MN$  的运动速度稳定,所受合力为零,在沿斜面方向上: $mg\sin 37^\circ = \mu mg\cos 37^\circ + ILB$ , 又  $I = \frac{BLv}{R_{\text{总}}}$ , 其中  $R_{\text{总}} = 2\ \Omega$ , 代入

数据可得  $v = 5\text{ m/s}$ , 闭合回路的总功率  $P = \frac{(BLv)^2}{R_{\text{总}}} = 2\text{ W}$ , 小灯泡和导体棒

$MN$  的电阻相等,消耗的电功率相等,都为  $1\text{ W}$ 。

**【规律总结】** 物理试题很多条件隐含在临界状态中,即当物体由一种运动(或现象、性质)转变成另一种运动(或现象、性质)时,“刚好”、“恰好”等通常隐含着物体的临界状态及其临界条件,而“最多”、“最少”则往往对应

着其最值状态。

另外有些物理试题把条件隐含于常识中,特别是分析天体的运动问题、地球的公转周期、自转周期等都可能作为隐含条件;在实验题中,也可能会出现把条件隐含于器材的规格中,解答时应把题设要求与器材规格有机结合起来分析,挖掘隐含条件。本文仅从部分主要隐含条件挖掘角度来说明读懂物理试题中的隐含条件对解答物理试题的重要性,更多的则需要同学们在平时的学习与训练过程中,仔细领悟、体会,真正做到从理解到应用,提高解题能力。



## 浅谈建图析图在物理解题中的应用

◆高级老师 阳其保

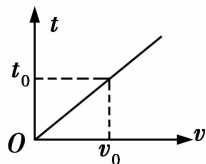
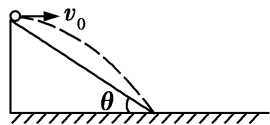
物理图象能形象地表达物理规律、直观地描述物理过程、鲜明地表示物理量之间的相互关系,是分析物理问题的有效手段之一,高考对考生应用图象解决物理问题提出了较高的要求,并列入五项能力考查。应用图象分析物理问题有两种主要类型:一是能根据物体的实际运动过程,通过建立图象,运用图象法分析物理问题,即考查考生的“建图”能力。二是能根据图象反映的函数关系,找到图象所反映的两个物理量间的关系,分析其物理意义和变化规律,即考查考生的“析图”能力。



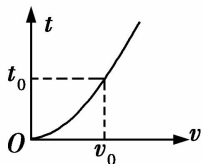
### 一、“建图”能力的考查

主要是通过分析物体的实际运动过程,建立某些物理量随另一变量的变化规律。

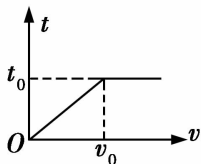
**例 1.** 如图所示,水平面上固定有一个斜面,从斜面顶端向右平抛一只小球,当初速度为  $v_0$  时,小球恰好落到斜面底端,平抛的飞行时间为  $t_0$ 。现用不同的初速度  $v$  从该斜面顶端向右平抛这只小球,以下哪个图象能正确表示平抛的飞行时间  $t$  随  $v$  变化的函数关系



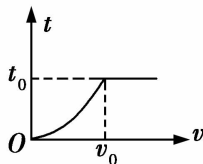
A



B



C



D

**【解析】** 由平抛运动规律可知:  $x = v_0 t$ ,  $h = \frac{1}{2} g t^2$ , 若初速度大于  $v_0$ , 在高度不变时, 水平位移将大于  $x$ , 此时做平抛运动的小球将落在水平面上; 高度不变, 下落的时间不变, 结合图象可知 AB 错误; 若初速度小于  $v_0$ , 则物体将落在斜面上, 此时  $\tan \theta = \frac{gt}{2v}$ , 即  $t = \frac{2v \tan \theta}{g}$ , C 正确, D 错误。

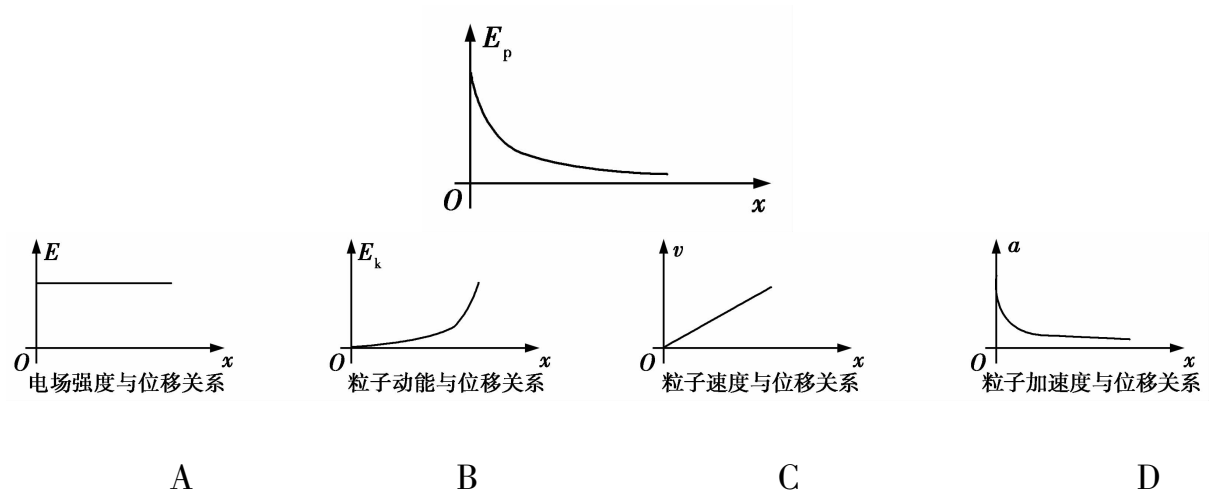
**【规律总结】** 建图过程中要注意两个方面: 一是坐标轴的物理意义, 包括确认横轴、纵轴对应的物理量; 坐标轴物理量的单位; 以及横、纵坐标轴的交点坐标不是  $(0,0)$  的情况关注坐标轴的起点数值。

二是图线的特点: 观察图象形状是直线、曲线还是折线等, 从而弄清图象所反映的两个物理量之间的关系, 明确图象反映的物理意义; 图象的拐点既是坐标点, 又是两种不同变化情况的交界点, 即物理量之间的突变点。

本题中把习惯上横轴表示时间, 纵轴表示其他物理量改为纵轴表示时间, 若按习惯性思维则很容易出错。

**例 2.** 一带电粒子在电场中仅受静电力作用, 做初速度为零的直线运动。

取该直线为  $x$  轴,起始点  $O$  为坐标原点,其电势能  $E_p$  与位移  $x$  的关系如图所示。下列图象中合理的是

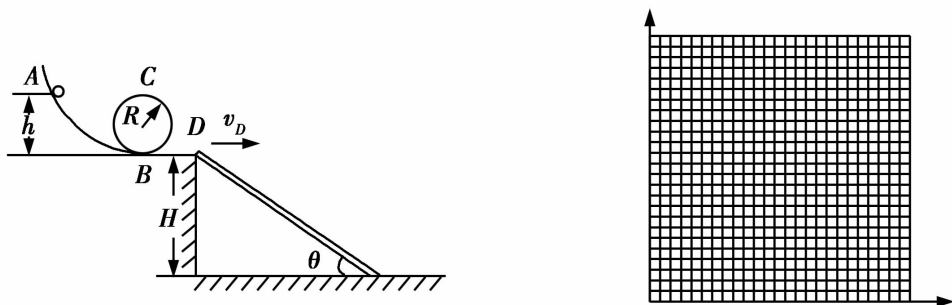


**【解析】** 由电场力做功与电势能的关系可知: $\Delta E_p = -Fx$ ,可知  $E_p-x$  图线的斜率表示静电力  $F$  的大小,所以静电力  $F$  逐渐减小,而  $F = qE$ ,故不是匀强电场,A 错误;根据牛顿第二定律可知粒子运动的加速度减小,由于电势能减小,带电粒子只受静电力作用,故带电粒子的动能增大,即带电粒子做加速度减小的加速运动,速度与位移不成正比,C 错误,D 正确;根据能量守恒可知  $\Delta E_k = -\Delta E_p$ ,图线 B 错误,正确答案为 D。

**【规律总结】** 在判断图象是直线还是折线或其他类型的曲线时,一般是先写出相关物理量变化的函数关系式,再利用函数表达式进行分析。若两物理量的变化关系为反比关系,则可以通过转化为与其倒数成正比,把曲线转化为直线。图象的斜率应用很广泛,而斜率对应的物理量,也是建图的一个主要标准。

**例 3.** 如图所示,让一可视为质点的小球从光滑曲面轨道上的  $A$  点无初速滑下,运动到轨道最低点  $B$  后,进入半径为  $R$  的光滑竖直圆轨道,并恰好通过轨道最高点  $C$ ,离开圆轨道后继续在光滑平直轨道上运动到  $D$  点后抛出,最终撞击到搁在轨道末端点和水平地面之间的木板上,已知轨道末端点

距离水平地面的高度为  $H = 0.8 \text{ m}$ , 木板与水平面间的夹角为  $\theta = 37^\circ$ , 小球质量为  $m = 0.1 \text{ kg}$ ,  $A$  点距离轨道末端竖直高度为  $h = 0.2 \text{ m}$ , 不计空气阻力。  
(取  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ,  $\sin 37^\circ = 0.6$ ,  $\cos 37^\circ = 0.8$ )



- (1) 求圆轨道半径  $R$  的大小;
- (2) 求小球从轨道末端点冲出后, 第一次撞击木板时的位置距离木板上的端的竖直高度有多大;
- (3) 若改变木板的长度, 并使木板两端始终与平台和水平面相接, 试通过计算推导小球第一次撞击木板时的动能随木板倾角  $\theta$  变化的关系式, 并在图中作出  $E_k - \tan^2 \theta$  图象。

**【解析】** (1) 因为小球恰好能通过  $C$  点, 故  $mg = m \frac{v_C^2}{R}$ , 小球由  $A$  点运动到  $C$  点过程中, 由机械能守恒定律有:  $mg(h - 2R) = \frac{1}{2}mv_C^2$ ,

联立并代入数据可得:  $R = \frac{2}{5}h = 0.08 \text{ m}$ 。

(2) 小球从  $A$  点运动到  $D$  点过程中, 由机械能守恒有:  $mgh = \frac{1}{2}mv_D^2$ ,

小球离开  $D$  点后做平抛运动, 设经时间  $t$  落到木板上,

则:  $x = v_D t$ ,  $y = \frac{1}{2}gt^2$ , 且  $\tan \theta = \frac{y}{x}$ ,

综上可得:  $y = 4h \tan^2 \theta = 0.45 \text{ m}$ , 即小球从轨道末端冲出后, 第一次撞击

木板时的位置距离木板上端的竖直高度为： $y = 0.45 \text{ m}$ 。

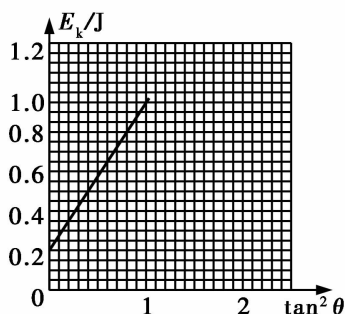
(3) 小球从离开  $D$  点到第一次撞击木板的过程中，

由动能定理有： $mg y = E_k - \frac{1}{2} m v_D^2$ ，解得： $E_k = m g y + \frac{1}{2} m v_D^2$ ，

由(2)中求解可知： $E_k = m g h (4 \tan^2 \theta + 1) = 0.8 \tan^2 \theta + 0.2$ ，

显然当小球落地时动能最大，且  $E_{k m} = m g (h + H) = 1 \text{ J}$ ，

所以有： $0 < \tan^2 \theta \leq 1$ ，对应的图象如图所示。

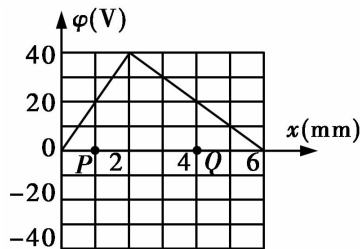


**【规律总结】** 物理情景转化为物理图象，一般是结

合相应的物理规律，得出某些物理量的变化规律，进而应用图象表示出来，故在建图过程中，合理选用物理规律，写出正确的表达式，并结合数学知识确定对应的图象。同时要注意图象中最值状态以及拐点状态的分析与确定。

## 二、“析图”能力的考查

**例 1.** 有一静电场，其电势随  $x$  坐标的改变而改变，变化的图线如图所示。若将一带负电粒子(重力不计)从坐标原点由静止释放，粒子沿  $x$  轴运动，电场中  $P$ 、 $Q$  两点的横坐标分别为  $1 \text{ mm}$ 、 $4 \text{ mm}$ 。则下列说法正确的是



- A. 粒子经过  $P$  点和  $Q$  点加速度大小相等、方向相反
- B. 粒子经过  $P$  点与  $Q$  点时，动能相等
- C. 粒子经过  $P$  点与  $Q$  点时，电场力做功的功率相等
- D. 粒子在  $P$  点的电势能为正值

**【解析】** 由图可知，在  $0 \sim 2 \text{ mm}$  内，沿  $x$  轴正方向，电势增大，而顺着电场线方向电势降低，故电场线沿  $x$  轴负方向，带负电粒子所受的电场力沿  $x$  轴正方向；同理可知，在  $2 \sim 6 \text{ mm}$  内，电场线沿  $x$  轴正方向，所受的电场力沿  $x$  轴负方向，加速度沿  $x$  轴负方



向,带电粒子先做加速运动再做减速运动。因为  $\varphi-x$  图象的斜率表示场强  $E$  的大小,所以  $P$  点的场强大于  $Q$  点的场强,带电粒子在  $P$  点的加速度大于在  $Q$  点的加速度,且加速度方向相反,A 错误;由图可知带电粒子经过  $P$ 、 $Q$  两点时电势相等,故在  $P$ 、 $Q$  两点的电势能相等,由能量守恒可知动能相等,B 正确;粒子经过  $P$  点与  $Q$  点时,速率相等,但电场力不同,由  $P=Fv$  可知,电场力的功率不相等,C 错误;在  $P$  点,因为  $E_p=q\varphi$ ,而  $q<0, \varphi>0$ ,所以  $E_p<0$ ,D 错误。正确答案为 B。

**【规律总结】** 利用图象分析物理问题主要是利用图象的以下几点:

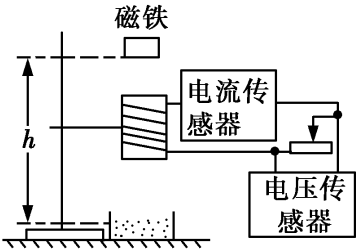
1. 斜率的物理意义及应用:图线上某点的斜率表示两物理量增量的比值,反映该点处一个量随另一个量变化的快慢,通常可理解为图象纵轴表示的物理量与横轴表示的物理量之比。

2. 面积的物理意义及应用:图线与横轴所围的面积常代表一个物理量,这个物理量往往就是纵、横轴所表示的物理量的乘积的物理意义。

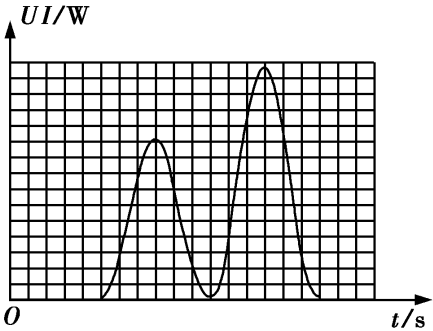
3. 图线交点的物理意义及应用:交点往往表示不同对象达到的某一物理量的共同点。

**例 2** 某同学利用图甲装置研究磁铁下落过程中的电磁感应有关问题。打开传感器,将磁铁置于螺线管正上方距海绵垫高为  $h$  处静止释放,穿过螺线管后掉落到海绵垫上并静止(磁铁下落过程中受到的磁阻力远小于磁铁的重力,不发生转动),不计线

圈电阻,计算机荧屏上显示出图乙的  $UI-t$  曲线,图乙中的两个峰值是磁铁刚进入螺线管内部和刚从内部出来时产生的,对这一现象相关说法正确的是



图甲



图乙

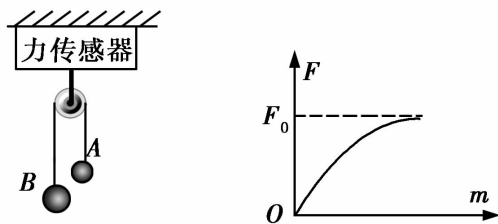
- A. 若仅增大  $h$ ,两个峰值间的时间间隔会增大
- B. 若仅减小  $h$ ,两个峰值都会减小
- C. 若仅减小  $h$ ,两个峰值可能会相等
- D. 若仅减小滑动变阻器的值,两个峰值都会增大

**【解析】** 图中  $UI$  值与线圈中产生的感应电动势以及电路中的总电阻有关,若仅增大  $h$ ,由  $v = \sqrt{2gh}$  可知,磁铁进入线圈时的速度增大,磁铁从进入线圈到穿出线圈的时间减小,两个峰值间的时间间隔减小,A 错误;仅减小  $h$ ,磁铁进入线圈时的速度减小,所以线圈中产生的感应电动势减小,两个峰值都会减小,B 正确;因为产生了感应电流,磁铁同时受向上的磁场力作用,但磁铁仍有一段加速过程,故两个峰值不可能相等,C 错误;若仅减小滑动变阻器的值,由于电路中的电流增大,故两个峰值都会增大,D 正确。正确答案为 BD。

**【规律总结】** 应用图象分析物理问题时,要注意图象拐点的分析,很多情况下图

象的拐点对应着物体运动过程中的临界状态或最值状态,如本题中的最高点则对应着最大值,确定最值变化情况的主要依据仍然是相关的物理规律,若能写出具体的函数表达式,最好能利用函数表达式帮助分析最值的变化情况。

**例 3.** 如图所示,细绳跨过光滑的轻质定滑轮连接  $A$ 、 $B$  两球,滑轮悬挂在一个力传感器正下方。 $B$  球换用质量  $m$  不同的球,而  $A$  球质量  $m_0$  始终不变,通过计算机描绘得到传感器拉力  $F$  随  $B$  球质量  $m$  变化关系如图所示, $F = F_0$  直线是曲线的渐近线,重力加速度为  $g$ 。则



- A. 根据图线可以确定  $A$  球质量  $m_0 = \frac{F_0}{4g}$
- B. 根据图线可以计算  $B$  球为某一质量  $m$  时其运动的加速度  $a$
- C.  $A$ 、 $B$  球运动的加速度  $a$  一定随  $B$  质量  $m$  的增大而增大
- D. 传感器读数  $F$  一定小于  $AB$  球总重力

**【解析】** 因为力传感器拉力  $F = 2F_T$ , 对  $A$ 、 $B$  两球由牛顿第二定律有:  $(m_0 - m)g = (m + m_0)a$ ,  $a = \frac{m_0 - m}{m + m_0}g$ , B 正确; 对  $B$  球有:  $F_T - mg = ma$ , 所以:  $F = \frac{4mm_0}{m + m_0}g$ , 由图象可知  $F = F_0$  直线是曲线的渐近线, 故  $A$  球质量  $m_0 = \frac{F_0}{4g}$ , A 正确; 因为  $m$ 、 $m_0$  的大小关系不确定, 所以 CD 错误。正确答案为 AB。

**【规律总结】** 渐近线在物理图象中的应用, 对考生的理解能力提出了更高的要求。图象中的渐近线一般表示某一物理量达到最大值, 而另一物理量趋近于某一固定值, 故要求能写出两物理量的变化函数关系, 由数学知识得出最终的条件与结果, 即对

应着物理学中的极限思维方法。

应用图象分析物理问题虽分为“建图”与“析图”两大类,但分析过程中,实质基本相同,注意无论哪一类型,若能通过物理规律写出对应的表达式,则尽可能把图象与函数关系式相结合,充分利用斜率与面积的特点进行分析;同时也可以利用拐点的含义,即特殊值法进行分析;若涉及图象的渐近线,则可以结合极限法分析求解。

## 数理方法



# 物理解题中不可忽视的数学方法

高级教师 杜占英

应用数学知识处理物理问题的能力是高考要求学生必须具备并重点考查的五种基本能力之一,因此数学方法成为高考一个不可或缺的手段和工具。所谓数学方法,就是要把客观事物的状态、关系和过程用数学语言表达出来,进行推导、演算和分析,以形成对问题的判断、解释和预测。实际上每一物理问题的分析、处理过程都是数学方法运用的过程。这里所说的数学方法是中学物理常用的特殊而典型的方法,如极值法、几何法、图象法、数学归纳推理法、微元法、数列法、三角函数法、估算法和解析法等。

### ❖一、极值法

极值法是在物理模型的基础上借助数学手段和方法,从数学的极值角度进行分析、归纳的数学处理方法。物理极值问题的讨论中常用的极值法有:三角函数极值法、二次函数极值法、一元二次方程的判别式法、均值不等式等。对于追及相遇问题中两物体相距最远(最近)、求解某物理量的最大值和最小值问题、比较两个物理量大小类问题、判断物理量的变化规律类问题,应用极值法会水到渠成。

**【例1】** 在斜坡底端有一辆汽车甲以初速度  $v_0 = 10 \text{ m/s}$ 、加速度大小  $a_1 = 1 \text{ m/s}^2$  沿斜坡向上做匀减速运动,此时在斜坡上距离底端  $L = 5 \text{ m}$  有一辆汽车乙正以恒定牵

引力匀加速启动,欲使两车不相撞则乙车的加速度至少为多大?

**【解析】** 设乙车的加速度为  $a_2$ ,只要在甲车速度减为和乙车速度相等时相撞不了,则之后就不能相撞。甲乙两车经过时间  $t$  时的位移差为  $s$ ,

$$\text{则 } s = L + \frac{1}{2}a_2t^2 - (v_0t - \frac{1}{2}a_1t^2),$$

$$\text{代入数据整理得: } s = \frac{1}{2}(1 + a_2)t^2 - 10t + 5,$$

欲使两车不相遇,则只需判别式  $\Delta < 0$ ,解得  $a_2 > 9 \text{ m/s}^2$ 。

**【点评】** 匀加速和匀速直线运动间的追及问题,可采用判别式法、顶点坐标公式、配方法等数学方法。对于匀减速运动务必要注意速度减为 0 情形的处理。

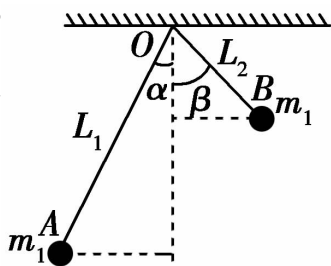
## ❖ 二、几何法

常用的几何法有三角形的相似、解直角三角形及一些几何公理的应用等。利用几何方法求解物理问题时,常用到“对称点的性质”、“两点间直线距离最短”、“直角三角形中斜边大于直角边”以及“全等、相似三角形的特性”等相关知识,如带电粒子在有界磁场中的运动问题常用这些方法,已知三角形中边长关系、并且物体在三个力作用下的平衡问题也常用相似三角形法。在平衡问题中应用三角形相似法要注意在原题图上分析受力,同时应用三角形定则,常会产生柳暗花明之感。

**【例 2】** 如图所示,两个带有同种电荷的小球 A、B 用绝缘轻细线相连悬于 O 点,已知  $q_1 > q_2$ ,  $L_1 > L_2$ ,平衡时两球到过 O 点的竖直线的距离相等,则

A.  $m_1 > m_2$

B.  $m_1 < m_2$



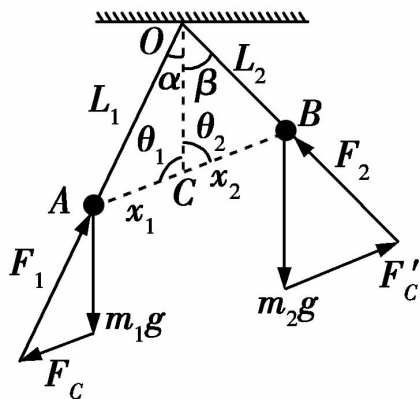
C.  $m_1 = m_2$

D. 不能确定

【解析】 对两小球 A、B 受力分析如图所示 (OC 距离为  $L$ 、 $F_c$  与  $F'_c$  为所受库仑力)。由力三

角形和边三角形相似,对  $m_1$  有  $\frac{m_1 g}{F_c} = \frac{L}{x_1}$ ,对  $m_2$  有

$\frac{m_2 g}{F'_c} = \frac{L}{x_2}$ ,由于  $F_c = F'_c$ ,可得  $\frac{m_1}{m_2} = \frac{x_2}{x_1}$  ①;根据  $\theta_1 +$



$\theta_2 = 180^\circ$ ,有  $\sin \theta_1 = \sin \theta_2$ ,根据边三角形的正弦

定理,在  $\triangle AOC$  中有  $\frac{\sin \alpha}{\sin \theta_1} = \frac{x_1}{L_1}$ ,在  $\triangle BOC$  中有  $\frac{\sin \beta}{\sin \theta_2} = \frac{x_2}{L_2}$ ,可得  $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{x_1 L_2}{x_2 L_1}$

②;由题意可知  $L_1 \sin \alpha = L_2 \sin \beta$  ③。由①②③联立解得  $m_1 = m_2$ ,所以正确答案为 C。

【点评】 先对两球分别受力分析,再应用三角形相似寻找等式关系,然后应用角度关系和正弦定理联立构成方程组,最后进行数据处理便得结果,注意两球质量关系与两球带电量的比值无关。

### ❖ 三、图象法

图象法具有简明直观的特点,对一些较抽象的物理问题,恰当地引入物理图象,可化抽象为形象,突破难点、疑点。物体分阶段做匀变速运动的问题应用  $v-t$  图象求解简单快捷;对于给定图象的问题,注意从图象的斜率、面积、截距的物理意义入手分析求解。

【例 3】 物体做加速度越来越小的加速直线运动,在一段时间内的初速度和末速度分别为  $v_0$ 、 $v_t$ ,在这段时间内的平均速度为  $\bar{v}$ ,则  $\bar{v}$  和  $v_1 = \frac{v_0 + v_t}{2}$  的大小关系为

A.  $\bar{v} > v_1$

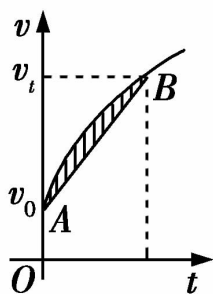
B.  $\bar{v} < v_1$

C.  $\bar{v} = v_1$

D. 无法确定

**【解析】** 抓住比较的两个量分别表示的物理意义,  $\bar{v}$  为变加速直线运动的平均速度、 $v_1$  为初速和末速分别为  $v_0$ 、 $v_t$  的匀变速直线运动的平均速度, 所以应用  $v-t$  图求解。作出  $v-t$  图如图所示, 连接  $AB$ , 则  $AB$  为初末速度分别为  $v_0$  和  $v_t$  的匀变速直线运动、其平均速度为  $v_1 = \frac{v_0 + v_t}{2}$ ,  $\bar{v}$  对应的面积比匀变速直线运动对应的面积多而时间

相同, 可得  $\bar{v} > v_1$ , 所以正确答案为 A。



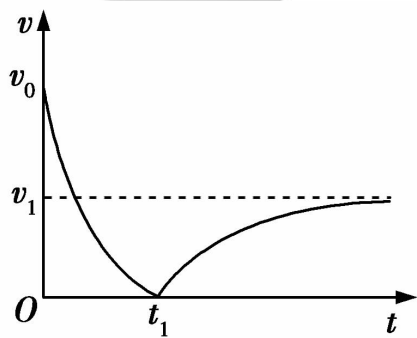
相同, 可得  $\bar{v} > v_1$ , 所以正确答案为 A。

**【点评】** 对于加速度变化频繁的问题, 应用  $v-t$  图象求解会事半功倍。比较大小的选择题, 搞清楚不等号两边的量分别表示的物理意义是解题的关键。

#### ❖ 四、微元法

利用微分思想的分析方法称为微元法。微元法是分析、解决物理问题中的常用方法, 也是从部分到整体的思维方法。它是将研究对象(物体或物理过程)进行无限细分, 从其中抽取某一微小单元即“元过程”, 进行讨论, 因为每个“元过程”所遵循的规律相同, 对这些“元过程”进行必要的数学方法或物理思想处理, 进而使问题得以解决。对于整个过程无法应用规律列方程求解, 而把整个过程分成无数小过程能推导而得出表达式、再累加能得到整个过程规律方程的问题, 注意应用微元法求解。

**【例 4】** 从地面上以初速度  $v_0$  竖直向上抛出质量为  $m$  的球, 若运动过程中受到的空气阻力与其速率成正比, 球运动的速率随时间变化的规律如图所示,  $t_1$  时刻到达最高点, 再落回地面, 落地时速率为  $v_1$ , 且落地前球已经做匀速运动, 求:



(1) 球上升的最大高度;

(2)整个过程的运动时间。

【解析】 (1)设上升过程中速度为  $v$  时加

速度为  $a$ , 则有  $-(mg + kv) = ma$ , 即  $a = -g - \frac{k}{m}v$ ,

取极短时间  $\Delta t$ , 其速度变化为  $\Delta v$ , 有  $\Delta v = a\Delta t$ , 即  $\Delta v = -g\Delta t - \frac{k}{m}v\Delta t$ ,

又因为  $v\Delta t = \Delta h$ ,

对上升全过程有:  $\Sigma\Delta v = -g\Sigma\Delta t - \frac{k}{m}\Sigma\Delta h$ , 即  $0 - v_0 = -gt_1 - \frac{k}{m}H$ ,

对于下落过程中球做匀速运动有  $mg = kv_1$ ,

解得  $H = \frac{(v_0 - gt_1)v_1}{g}$ ;

(2)球下落过程的加速度  $a_2 = g - \frac{k}{m}v$ ,

取极短时间  $\Delta t$ , 其速度变化为  $\Delta v$ , 有  $\Delta v = a\Delta t$ , 即  $\Delta v = g\Delta t - \frac{k}{m}v\Delta t$ ,

又因为  $v\Delta t = \Delta h$ , 设下落过程需时间  $t_2$ ,

对下落过程有:  $\Sigma\Delta v = g\Sigma\Delta t - \frac{k}{m}\Sigma\Delta h$ , 即  $v_1 = gt_2 - \frac{k}{m}H$ ,

又上升过程有  $0 - v_0 = -gt_1 - \frac{k}{m}H$ ,

整个过程运动时间  $t = t_1 + t_2$ , 解得  $t = \frac{v_0 + v_1}{g}$ 。

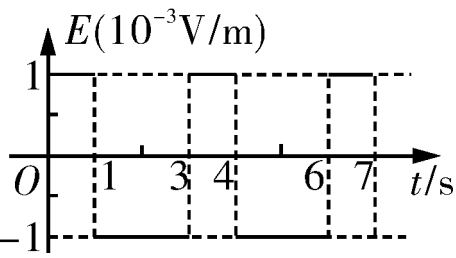
【点评】 首先根据题意分析球的受力情况, 应用牛顿第二定律找到加速度表达式是解题的前提, 取时间微元找到高度微小变化与时间微元的关系是解题的难点和重点, 进而累加(积分)可得答案。

## ❖ 五、数列法



凡涉及数列求解的物理问题都具有过程多、重复性强的特点,但每一个重复过程均不是原来的完全重复。随着物理过程的重复,某些物理量逐步发生着前后有联系的变化,该类问题求解的基本思路:首先逐个分析开始的几个物理过程;然后利用归纳法从中找出物理量变化的通项公式(这是解题的关键);最后分析整个物理过程,应用数列特点和规律求解。对于合外力周期性变化的问题注意应用  $v-t$  图象和数列法求解。

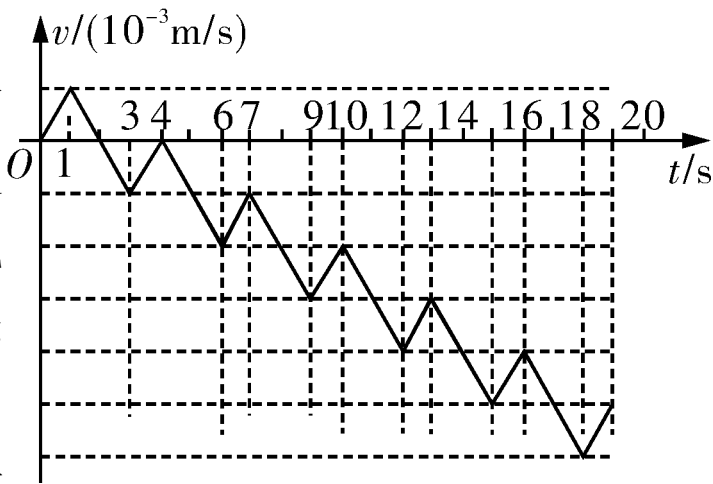
**【例 5】** 在光滑绝缘水平面上静止着一个带正电的小球,小球质量为  $m = 500 \text{ g}$ 、所带电荷量为  $q = 2 \times 10^{-6} \text{ C}$ 。从  $t = 0$  开始,在地面上方加一水平方向的匀强电场,其场强大小的变化规律如图甲所示(规定向右为正方向),求小球在  $100 \text{ s}$  内的位移。



**【解析】** 根据图甲可知,小球加速度大小不变,变为  $a = qE/m = 4 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2$ 。作出小球速度随时间变化的规律图线  $v-t$  (如图乙所示),在前  $4 \text{ s}$  内位移为 0。

观察图线可知,从  $4 \text{ s}$  末开始,每  $3 \text{ s}$  内的位移构成一个等差数列,首项为  $a_1 = 1.4 \times 10^{-2} \text{ m}$ 、公差为  $d = 1.2 \times 10^{-2} \text{ m}$ ,根据等差数列求和公式可得小球位移大小为  $s = 6.4 \text{ m}$ 。

**【点评】** 凡是作用力(两平行金属板间的电压、场强)随时间做周期性变化的问题,转化为  $v-t$  图求解会更直观;注意观察怎样构成等差、等比数列,再应用等差、等比求和公式计



图乙

算,事半功倍。等差数列求和公式  $S_n = \frac{n(a_1 + a_n)}{2} = na_1 + \frac{n(n-1)}{2}d$  ( $d$  为公

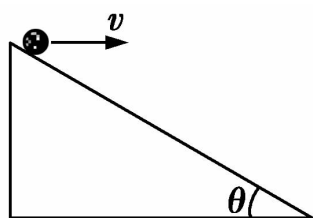
差);等比数列求和公式  $S_n = \frac{a_1(1-q^n)}{1-q} = \frac{a_1}{1-q}$  ( $q$  为公比)。

## ❖ 六、解析法

所谓解析法便是找出位置间关系的方法,即用坐标间关系来表示和研究空间图形的性质。简而言之解析法就是用坐标的方法来解决几何图形问题,凡是题目涉及位置关系的问题便可用解析法。

应用解析法解题三部曲:首先选择合适的坐标原点、合理建立坐标系;其次确定已知定点和动点的坐标;然后根据物体的运动规律建立轨迹方程组联立求解。

**【例6】** 如图甲所示,在倾角为  $\theta$  的足够长的斜面上,以初速度  $v$  水平抛出一小球,则从抛出开始小球经多长时间离斜面最远? 最远距离为多大?



图甲

**【解析】** 因为这是一个动点到一条直线的最大距离问题,所以可用解析法。

以抛出点为坐标原点,初速度方向为  $x$  轴正方向、竖直向下为  $y$  轴正方向建立坐标系(如图乙)。A 为抛物线上任意一点,坐标为  $A(x, y)$ 。

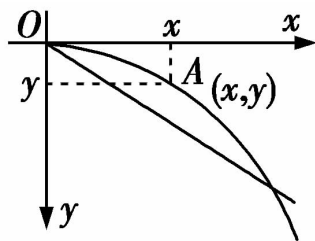
水平方向:  $x = vt$ ,

竖直方向:  $y = gt^2/2$ ,

斜面所在直线方程:  $(\tan \theta)x - y = 0$ ,

根据点到直线间距离公式有:  $h = \frac{vt \tan \theta - gt^2/2}{\sqrt{1 + \tan^2 \theta}}$ ,

整理得:  $\frac{1}{2}gt^2 - vt \tan \theta + \frac{h}{\cos \theta} = 0$ ,



图乙

因为  $t$  有解, 所以判别式  $\Delta \geq 0$ , 得  $h \leq \frac{v^2 \sin^2 \theta}{2g \cos \theta}$ , 即最远距离  $h_{\max} = \frac{v^2 \sin^2 \theta}{2g \cos \theta}$

此时  $t = \frac{v \tan \theta}{2 \times (\frac{1}{2}g)}$ , 即  $t = \frac{v \tan \theta}{g}$ 。

**【点评】** 应用数形结合的方法来分析解决物理问题, 注意应用判别式法来解决极值问题。

数学是“物理学家的思想工具”, 它使物理学家能“有条理地思考”并能想象出更多的东西。可以说, 正是有了数学与物理学的有机结合, 才使物理学日臻完善。除上述之外, 数学归纳推理法、估算法、放缩法、不等式公式法、比较大小中的比商法和比差法都是我们经常使用的数学方法, 这里不再一一赘述, 关键在于合理使用、巧妙求解。



## 由2014年高考物理试题引发的思考

——解答复合场试题不可忽视的数理方法

◆高级教师 陈宏

俗话说, “数理是一家”, 即数学知识与物理学存在相当大的联系。物理学的任务是探索大自然中的自然现象, 并发现支配其运动的规律。数学则是解决物理问题的重要工具, 我们借助数学方法可使一些复杂的物理问题呈现出明显的规律性, 进而达到化繁为简、长驱直入地解决问题的目的。高考物理《考试大纲》对考生应用数学方法解决物理问题的能力作出了明确的要求, 要求考生有“应用数学处理物理问题的能力”。对这一能力的考查在

往年高考试题中均有体现,特别是带电粒子在电磁场中的运动问题对应用数学处理物理问题能力的考查更为突出,如 2015 年安徽卷第 23 题、2015 年浙江卷第 25 题、2014 年新课标全国卷 I 第 25 题、2014 年山东卷第 24 题、2014 年广东卷第 36 题等。在此,本文结合往年部分高考试题谈谈对于应用数理方法求解带电粒子在复合场中运动问题的几点思考。



### 思考一:“比例算法”在高考试题中出现的频率越来越高

比例算法可以避免与解题无关的量,直接列出已知量和未知量的比例式进行计算,使解题过程大为简化。应用比例法解物理题,要讨论物理公式中变量之间的比例关系,要清楚公式的物理意义和每个量在公式中的作用,以及所要讨论的比例关系是否成立。解决带电粒子在场中运动常用的比例关系有:点电荷在电场中的电势能与电势成正比;在匀强电场中,沿任一直线上两点的电势差与这两点间的距离成正比;粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动的时间与圆心角成正比等。比例算法在 2014 年新课标全国卷 I 等多套试题中都有涉及。

【例 1】(2014·新课标全国卷 I)如图 1 所示, $O$ 、 $A$ 、 $B$  为同一竖直平面内的三个点, $OB$  沿竖直方向, $\angle BOA = 60^\circ$ , $OB = \frac{3}{2}OA$ 。将一质量为  $m$  的小球以一定的初动能自  $O$  点水平向右

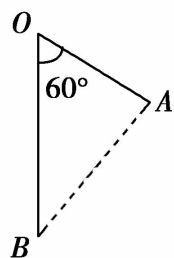


图 1

抛出,小球在运动过程中恰好通过  $A$  点。使此小球带电,电荷量为  $q$  ( $q > 0$ ),同时加一匀强电场,场强方向与  $\triangle OAB$  所在平面平行。现从  $O$  点以同样的初动能沿某一方向抛出此带电小球,该小球通过了  $A$  点,到达  $A$  点时的动能是初动能的 3 倍;若该小球从  $O$  点以同样的初动能沿另一方向抛出,恰好通过  $B$  点,且到达  $B$  点时的动能为初动能的 6 倍。重力加速度大小为  $g$ 。求:

(1) 无电场时, 小球到达  $A$  点时的动能与初动能的比值;

(2) 电场强度的大小和方向。

【解析】 (1) 设小球的初速度为  $v_0$ , 初动能为  $E_{k0}$ , 从  $O$  点运动到  $A$  点的时间为  $t$ , 令  $OA = d$ , 则  $OB = \frac{3}{2}d$ , 根据平抛运动的规律有:

$$d \sin 60^\circ = v_0 t, d \cos 60^\circ = \frac{1}{2} g t^2$$

$$\text{又 } E_{k0} = \frac{1}{2} m v_0^2$$

$$\text{联立解得: } E_{k0} = \frac{3}{8} m g d$$

设小球到达  $A$  点时的动能为  $E_{kA}$ , 则由动能定理有:  $\frac{1}{2} m g d = E_{kA} - E_{k0}$

$$\text{解得: } \frac{E_{kA}}{E_{k0}} = \frac{7}{3}$$

(2) 加电场后, 小球从  $O$  点到  $A$  点和  $B$  点, 高度分别降低了  $\frac{d}{2}$  和  $\frac{3d}{2}$ , 设电势能分别减小  $\Delta E_{pA}$  和  $\Delta E_{pB}$ , 由能量守恒可得:

$$\Delta E_{pA} = 3E_{k0} - E_{k0} - \frac{1}{2} m g d = \frac{2}{3} E_{k0}$$

$$\Delta E_{pB} = 6E_{k0} - E_{k0} - \frac{3}{2} m g d = E_{k0}$$

在匀强电场中, 沿任一直线, 电势的降落是均匀的。设直线  $OB$  上的  $M$

点与  $A$  点等电势,  $M$  到  $O$  点的距离为  $x$ , 如图 2 所示, 则有:  $\frac{x}{\frac{3}{2}d} = \frac{\Delta E_{pA}}{\Delta E_{pB}}$ , 解得:

$$x = d$$

$MA$  为等势线, 电场必与其垂线  $OC$  方向平行。设电场方向与竖直向下

的方向的夹角为  $\alpha$ , 由几何关系得:  $\alpha = 30^\circ$ , 即电场方向与竖直向下的方向的夹角为  $30^\circ$ 。

设电场强度的大小为  $E$ , 有:  $qEd\cos 30^\circ = \Delta E_{pA}$

$$\text{解得: } E = \frac{\sqrt{3}mg}{6q}$$

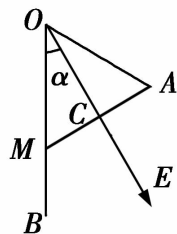


图 2

**【启示指导】** 本题考查带电小球在重力和电场力作用下的运动, 因为电场强度的方向是未知的, 且电场强度的方向与初速度方向的关系也是不确定的,  $OB$  的长度也是未知的, 因此直接求解本题有一定难度。但根据在匀强电场中, 沿任一直线, 电势的降落是均匀的, 找到两次运动的势能变化和图中几何关系的比例方程, 就容易找到解决问题的突破口。



## 思考二: “几何方法”的应用是高考试题中的考查重点

利用几何方法求解物理问题时, 常用到的有“对称点的性质”、“两点间直线距离最短”、“直角三角形中斜边大于直角边”、“全等、相似三角形的特性”以及“圆的性质”、“解析几何”等相关知识, 对于带电粒子在有界磁场中的运动类问题, 经常要用到相似三角形法、作图法等。与圆有关的几何知识在带电粒子在匀强磁场中做圆周运动类问题中应用最多, 此类问题的难点往往在圆心与半径的确定上, 确定方法有以下几种:

1. 依切线的性质确定。从已给的圆弧上找两条不平行的切线和对应的切点, 过切点作切线的垂线, 两条垂线的交点为圆心, 圆心与切点的连线为半径。

2. 依垂径定理(垂直于弦的直径平分该弦, 且平分弦所对的弧)和相交

弦定理(如果弦与直径垂直相交,那么弦长的一半是它分直径所成的两条线段的比例中项)确定。如图3所示。

$$\text{由 } EB^2 = CE \cdot ED = CE \cdot (2R - CE), \text{得: } R = \frac{EB^2}{2CE} + \frac{CE}{2}$$

$$\text{也可由勾股定理得: } R^2 = (R - CE)^2 + EB^2$$

$$\text{解得: } R = \frac{EB^2}{2CE} + \frac{CE}{2}。$$

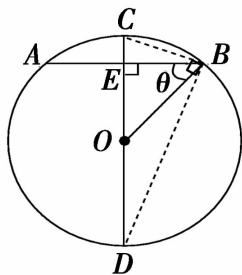


图3

以上两种求半径的方法常用于求解“带电粒子在匀强磁场中的运动”这类试题。

**【例2】** (2014·广东卷)如图4所示,足够大的平行挡板  $A_1$ 、 $A_2$  竖直放置,间距  $6L$ 。两板间存在两个方向相反的匀强磁场区域 I 和 II,以水平面  $MN$  为理想分界面, I 区的磁感应强度为  $B_0$ ,方向垂直纸面向外。 $A_1$ 、 $A_2$  上各有位置正对的小孔  $S_1$ 、 $S_2$ ,两孔与分界面  $MN$

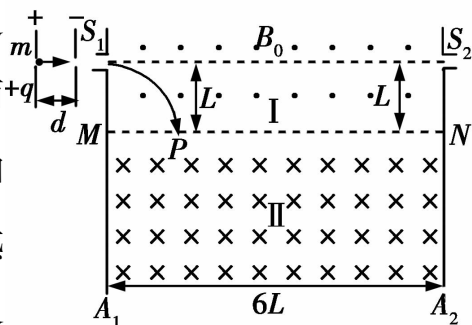


图4

的距离均为  $L$ 。质量为  $m$ 、电荷量为  $+q$  的粒子经宽度为  $d$  的匀强电场由静止加速后,沿水平方向从  $S_1$  进入 I 区,并直接偏转到  $MN$  上的  $P$  点,再进入 II 区。 $P$  点与  $A_1$  板的距离是  $L$  的  $k$  倍。不计重力,碰到挡板的粒子不予考虑。

(1) 若  $k=1$ ,求匀强电场的电场强度  $E$ ;

(2) 若  $2 < k < 3$ ,且粒子沿水平方向从  $S_2$  射出,求出粒子在磁场中的速度大小  $v$  与  $k$  的关系式和 II 区的磁感应强度  $B$  与  $k$  的关系式。

**【解析】** (1) 当  $k=1$  时,设粒子在 I 区中做圆周运动的轨迹半径为  $r_0$

则有  $r_0 = L$ ①

洛伦兹力提供向心力,所以  $qvB_0 = m \frac{v^2}{r_0}$  ②

由动能定理得,  $qEd = \frac{1}{2}mv^2$  ③

$$E = \frac{qB_0^2 L^2}{2md}$$
 ④

(2) 当  $2 < k < 3$  时,粒子在 II 磁场区域中仅有一个圆弧轨迹,且整体轨迹相对中间线左右对称,如图 5 所示

$$\text{由 } qvB_0 = m \frac{v^2}{r} \text{ ⑤}$$

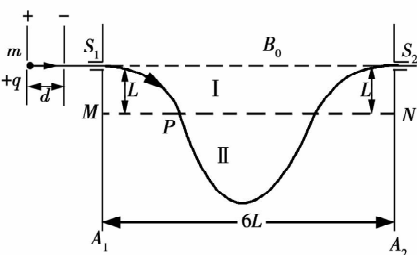


图 5

由几何关系知:  $(r - L)^2 + (kL)^2 = r^2$  ⑥

$$\text{联立 ⑤⑥ 式得 } v = \frac{qB_0 L}{2m} (1 + k^2) \text{ ⑦}$$

在 II 区中,洛伦兹力提供向心力,设粒子运动的圆弧半径为  $R$ ,

$$\text{则有: } qvB = \frac{mv^2}{R} \text{ ⑧}$$

$$\text{而由几何关系得 } \frac{R}{r} = \frac{3L - kL}{kL} \text{ ⑨}$$

$$\text{联立 ⑤⑧⑨ 式得 } B = \frac{k}{3 - k} B_0 \text{ ⑩}$$

**【启示指导】** 本题考查带电粒子在电场中的加速和在匀强磁场中的偏转,意在考查考生运用数学知识解决物理问题的能力。求解本题的关键是根据对称性作图,将物理问题转化为几何问题,再根据几何知识求解相关问题。因为题目给出  $2 < k < 3$ ,所以粒子只能两次通过两磁场区域的分界线  $MN$ ,否则粒子沿  $MN$  方向运动的距离就会超过  $6L$ 。





### 思考三：“分类讨论的数学思想”是今后高考试题的命题趋势

三角函数反映了三角形的边、角之间的关系,在物理解题中有较广泛的应用。在求解带电粒子在复合场中的运动问题时,有时要用到三角函数的知识和分类讨论的数学思想。近几年高考试题中常出现试题给的已知条件不明确的现象,要求考生在求解的过程中补充必要的条件,然后再针对补充的不同条件进行求解。且不同的补充条件会产生不同的计算结果,对应不同的物理情景。这种试题对考生的能力要求更高,要求考生有较强的分析判断能力、逻辑推理能力、物理表达能力以及创新能力,而这也是今后高考的命题趋势。

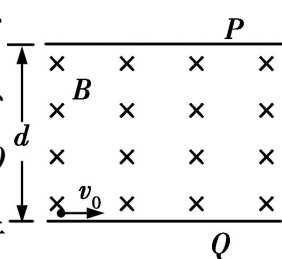
#### 【例 3】 (2014 · 山东

卷)如图 6 甲所示,间距为  $d$ 、垂直于纸面的两平行板  $P$ 、 $Q$  间存在匀强磁场。取垂直于

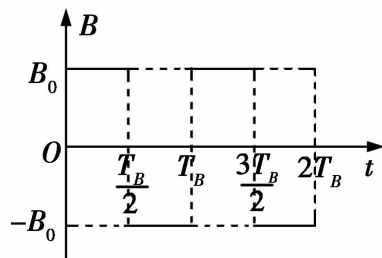
纸面向里为磁场的正方向,磁感应强度随时间的变化规律

如图 6 乙所示。 $t=0$  时刻,一

质量为  $m$ 、带电荷量为  $+q$  的粒子(不计重力),以初速度  $v_0$  由  $Q$  板左端靠近板面的位置,沿垂直于磁场且平行于板面的方向射入磁场区。当  $B_0$  和  $T_B$  取某些特定值时,可使  $t=0$  时刻入射的粒子经  $\Delta t$  时间恰能垂直打在  $P$  板上(不考虑粒子反弹)。上述  $m, q, d, v_0$  为已知量。



甲



乙

图 6

(1) 若  $\Delta t = \frac{1}{2}T_B$ , 求  $B_0$ ;

(2) 若  $\Delta t = \frac{3}{2}T_B$ , 求粒子在磁场中运动时加速度的大小;

(3) 若  $B_0 = \frac{4mv_0}{qd}$ , 为使粒子仍能垂直打在  $P$  板上, 求  $T_B$ 。

【解析】 (1) 设粒子做圆周运动的半径为  $R_1$ , 由牛顿第二定律得:

$$B_0 q v_0 = m \frac{v_0^2}{R_1}$$

据题意由几何关系得:  $R_1 = d$ , 联立解得:  $B_0 = \frac{mv_0}{qd}$

(2) 设粒子做圆周运动的半径为  $R_2$ , 加速度大小为  $a$ , 由圆周运动公式得:  $a = \frac{v_0^2}{R_2}$

据题意由几何关系得:  $3R_2 = d$ , 联立解得:  $a = \frac{3v_0^2}{d}$

(3) 设粒子做圆周运动的半径为  $R$ , 周期为  $T$ , 由圆周运动公式得:

$$T = \frac{2\pi R}{v_0}$$

由牛顿第二定律得:  $B_0 q v_0 = m \frac{v_0^2}{R}$

由题意知  $B_0 = \frac{4mv_0}{qd}$ , 代入上式得:  $d = 4R$

粒子运动轨迹如图 7 所示,  $O_1$ 、 $O_2$  为圆心,  $O_1 O_2$  连线与水平方向的夹角为  $\theta$ , 在每个  $T_B$  内, 只有  $A$ 、 $B$  两个位置粒子才有可能垂直击中  $P$  板, 且均要求  $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ ,

$$\text{由题意可知 } \frac{\frac{\pi}{2} + \theta}{2\pi} T = \frac{T_B}{2}$$

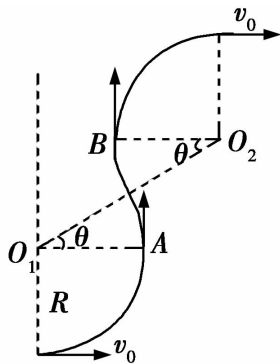


图 7

设经历完整  $T_B$  的个数为  $n$  ( $n = 0, 1, 2, 3 \dots$ )

若在  $A$  点击中  $P$  板,据题意由几何关系得: $R + 2n(R + R\sin \theta) = d$

当  $n=0$  时,无解

当  $n=1$  时,联立解得: $\theta = \frac{\pi}{6}$  (或  $\sin \theta = \frac{1}{2}$ )

联立解得: $T_B = \frac{\pi d}{3v_0}$

当  $n \geq 2$  时,不满足  $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$  的要求

若在  $B$  点击中  $P$  板,据题意由几何关系得: $R + 2R\sin \theta + 2n(R + R\sin \theta) = d$

当  $n=0$  时,无解

当  $n=1$  时,联立解得: $\theta = \arcsin \frac{1}{4}$  (或  $\sin \theta = \frac{1}{4}$ )

联立解得: $T_B = (\frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{1}{4}) \frac{d}{2v_0}$

当  $n \geq 2$  时,不满足  $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$  的要求

**【启示指导】** 本题考查带电粒子在周期性变化磁场中的运动问题,其中第(1)、(2)两问较简单,只需要应用几何方法求出轨迹半径即可解决。但在求解第(3)问时要首先根据牛顿第二定律求出半径  $R$  与  $d$  的关系式  $d=4R$ ,通过作图分析可知,粒子垂直打到  $P$  板上有两种可能,因此求解要进行分类讨论,分别针对两种情况(即在  $A$  点击中  $P$  板和在  $B$  点击中  $P$  板)讨论,在分析计算时要应用三角函数的知识和运动的周期性,然后再根据题给的条件确定解。



# 把握高考脉搏，提高复习效率

高级教师 阳其保

紧张的高三生活在暑期基本上已拉开了序幕,高三学子们在如何提高复习效率、高效学习方面普遍感觉有点茫然,特别是近年来高考物理试题的难度比较大,让他们在复习中感觉压力很大,有的认为复习的成效太低,甚至主动放弃物理这一学科。本文就高三物理复习中的学子们存在的一些困惑,以及如何在有限的时间内提高复习的“高效性”进行粗略的探索。



## 研习近年高考题,把握高考脉搏

利用暑假的时间可以先做一做近三年本地的高考试题(外地的试题往往由于高考的要求不同,一般不作要求),对于部分难题不会做没关系,可以通过仔细研习近年高考题,了解高考试题的题型特点,以及试题的难易程度,明白高考重点会考什么,做一个复习的有心人。在今后复习到每一个章节、每一个知识点时,可以与近几年的相关考题联系起来,此时再仔细地研究、解答,亲身体验高考试题的知识与技能、方法与过程的考核要求,掌握解决常规题、典型题的切入点,了解相关试题可能存在的命题空间,达到以少胜多的有效复习效果。



## 细化复习计划,提高时间利用率

数学家华罗庚说过:“成功的人无一不是利用时间的能手!”。高三物理复习阶段,面临复习内容多、时间紧、任务重的局面,功课又多,很容易出现顾此

失彼,或者是时间利用率低等现象,导致部分高三学子情绪低落。而制定详细的复习计划则是提高时间利用率的有效措施,在制定复习计划时,首先要注意量力而行,其次是松弛有度,特忌那种“冷热病”,即哪科月考考砸了,就花大量的时间恶补该科,考好了,就认为自己已经掌握得差不多,这样虽在短时间内显得有点效果,但很难保证在高考中能取得优秀的成绩。



### 紧抓课堂复习,追求复习实效性

课堂复习是根本,但有部分高三学子对学校课堂复习并不重视,认为该学的知识已经学过了,特别是一些优秀的学生,感觉老师在课堂上所讲的内容太基础,听不听无所谓,还不如自己独自作战。其实各个任课教师对学生的情况比较了解,教师的复习针对性很强,他们对重点、难点的复习与学生中存在的问题把握更准确,特别是学生容易犯错的内容,在课堂中经常会对一些典型进行分析。高三学子在复习课上一要认真听课,二要手、脑、耳并用,边听边记边想,对基本概念、定义、定理、公式、解题方法、典型例题与习题等深入理解,不要走马观花,对每一知识点做到一个字——“细”,真正提高课堂复习的实效性。



### 加强题目训练,提高解题能力

金考卷

“百闻不如一见,百看不如一练”,物理学科是一门理科特征很明显的学科,必须要有一定的训练题作为基础,往往可以通过训练,寻找方法,总结规律,摸清思路,提高能力,在平时的训练过程中要注意以下几点:

1. 课后训练要坚持独立思考。部分高三学子往往有边做题边看答案的习

惯,甚至还没看明白题就急着去翻答案,做题的作用类似于校对,答案想通了就认为自己会了,盲目追求做题数量。要知道考试时是单兵作战,没有任何外来的提示,所以平时的训练中需要独立思考,并做好题后总结、反思、归类,多进行一题多变的训练,尽量做好错题分析,达到做一题会一类的效果。

2. 量体裁衣——瞄准“中档题”。近几年高考试题基本上以中档题为主,因此训练目标应是瞄准中档题,真正吃透题中描写的物理图景,分析清楚物理过程,领悟解题思路。个别尖子生以及参加自主招生的部分同学则可以适当分一些精力研究近年高考卷中难度较高的压轴题,以取得更好的成绩。

3. 加强限时训练。高考的理综考试中,总是有相当一部分的同学感觉时间太紧,这就要求平时的训练要限时,若平时做题不限时间,精神很容易放松,一旦进入考试,精神一下子紧张起来感觉时间越不够用,人就越紧张,导致最终脑袋一片空白,直接影响考试成绩。

4. 重视解题的规范化。解题不规范是近年来高考计算题失分的重要原因之一,如何避免该类问题的出现。首先可以多参考近年高考试题提供的参考答案的解题过程,了解计算题解答的规范。其次在解题时严格要求,对于多过程、多状态的物理问题,尽量用图示或文字加以说明,使阅卷人一目了然。



## 构建知识网络,提升学习能力

近年来高考越来越重视能力的考查,每道高考试题一般会综合多个知识点进行考查,故要求高三学子通过复习能够建立相关的知识体系,由点到线,由线成网。在高三的复习中应注意以下两点:

1. 善于归纳总结。当每章复习结束时,要理一理本章知识线索和知识网络,理清前后知识联系。归纳总结也可以把平时老师讲的,对自己有用的结

论、方法、典型题结合自己的理解和领悟总结下来,加以记忆。

2. 重视思想方法。在复习过程中要重视对各种物理思想方法的进一步掌握。如解力学问题常用的隔离法、整体法;处理复杂运动常用的运动合成与分解法;追溯解题出发点的分析法;简单明了的图线法;以易代难的等效代换法等等。同时对于怎么建立物理模型;怎样随着审题而描绘物理情景;怎样分析物理过程;怎样寻找临界状态及与其相应的条件;如何挖掘隐含条件等等。这些,都远比列出物理方程完成解题任务更有意义。一旦领悟、掌握了方法,就如虎添翼,达到更为高效的复习。

总之,高三物理复习必须要做到有计划、按步骤地合理进行,只有这样我们才能提高复习效率,取得良好的复习效果。



## 由高考考生常犯的错误,引发的思考

### ——如何防微杜渐,做到完美终结

◆高级老师 阳其保

在全国高考中,大多数考生通过积极、扎实地复习迎战高考,充分发挥出自己的真实水平,但也有一部分考生在考场上犯糊涂,出现不应有的失误,从而影响考生的正常发挥。高考试题以选择题、实验题和计算题三大类为主,在此笔者试针对考生面对这三种题型时普遍存在的一些问题进行简单剖析,希望对2018届广大高三考生有所帮助。



#### 一、解答选择题存在的问题及应对策略

高考中的选择题通常具有知识点涵盖面广,区分度大,推理较多,计算量

小等特点,特别是对于多项选择题的解答,更是失分的“重灾区”,以下做简单剖析:

### 【存在的问题】

#### 1. 直觉经验为主导,贸然判断而误选

因理综考试时间通常很紧,很多考生为了节约时间,单纯求快,解答时只凭直觉和经验,而出题者往往就是抓住了同学们的这种心理,故意设置误区。

#### 2. 模棱两可间徘徊,捉摸不定而误选

这是考生解答选择题常见的问题,选择题中的四个选项分别考查不同的知识点,要求考生对不同的知识有深刻的印象,特别是对概念的内含、外延和规律的使用条件、表达形式等要有很清晰的认识。若考生平时缺乏对这方面知识的积累和辨别,则很容易导致误选。

#### 3. 物理情景浅分析,仓促建模而误选

物理试题中通常会涉及一些新的情景试题,要求考生能通过正确建立物理模型,选取合适的物理方法进行解答,若对物理情景或者过程分析不透彻,抓不住问题的主要方面和次要方面,就会出现建模失误,造成误选。

### 【应对策略】

#### 1. 审题干,准确把握题意方向

在审题干时要注意以下三点:首先,明确选择的方向,即题干要求是正向选择还是逆向选择。正向选择一般用“什么是”、“包括什么”、“产生以上现象的原因”、“这表明”等表示;逆向选择一般用“错误的是”、“不正确的是”、“不是”等表示。其次,明确题干的要求,即找出关键词句——题眼。最后,明确题



干规定的限制条件,即通过分析题干的限制条件,明确选项设定的具体范围、层次、角度和侧面。只有正确理解了题意,解题才不至于方向失准,避免因习惯性思维而犯错。

## 2. 看选项,寻找解题突破口

选择题根据选项的内容可以把题目分为三类:

(1)统一型选项:四个选项说明的是同一个问题,它们从不同的物理现象或从不同角度考查同一知识点,这样的题目一般只有一个正确选项。(2)发散型选项:四个独立选项,分别考查不同的概念、规律和应用,知识覆盖面广,正确选项的个数不确定。(3)分组型选项:选项可分为两组或三组。每一组中只能有一个正确或该组无正确的选项。因此考试中应统览所有选项,明确题目考查的知识点,分辨各选项的区别、联系,寻找解题“突破口”。

## 3. 慎选择,提高解答有效分

解答多项选择时“保三争六”,当难以确定的选项的可确定率低于70%时,宁可少选不多选。



## 二、解答实验题存在的问题及应对策略

高考中的实验题侧重对实验设计能力、实验探究能力、对图象的分析解读能力及创新和迁移能力的考查。实验题近几年来难度有所下降,但同时为了提高试题区分度,往往评卷要求很严,成为广大考生的拉分阵地。

### 【存在的问题】

#### 1. 实验操作能力不过关

由于部分考生只重视实验试题的解答,忽视了实验动手操作的重要性,以至于对部分实验仪器的使用、读数规则等掌握不到位而不能正确进行读数,特别是有关螺旋测微器的读数以及电表的读数方面,此外实物图的连接,也是经

常出错之处。

## 2. 实验原理理解不透彻

在实验方案的设计,实验数据的处理中因不理解实验原理,而导致不能正确设计实验方案,分析实验数据,分析实验误差。同时易受思维定势影响,不能对已掌握的实验原理、仪器的使用进行新情景下的迁移应用,缺乏创新意识。

### 【应对策略】

1. 平时做实验过程中,尽量亲身经历,发现实验操作中应注意的事项。
2. 熟悉各种常见实验仪器的读数,特别是对估读原则的理解,有的仪器必须估读,如刻度尺、螺旋测微器;有的仪器不用估读,如游标卡尺、电阻箱。
3. 对实验结果有效数字及单位的要求,避免因粗心而失分。
4. 实验误差的分析与实验数据的处理一般是以实验原理为基础,故应熟悉各实验的原理,正确进行分析。



## 三、解答计算题存在的问题及应对策略

计算题一般文字叙述量较大,涉及多个物理过程,所给物理情景较复杂;涉及的物理模型较多且不明显,甚至很隐蔽;要运用较多的物理规律进行论证或计算才能求得结论;题目的赋分值也较大,对考生的书面表达能力要求较高,特别是压轴题,有时成为考生的“0分”区。

### 【存在的问题】

#### 1. 不能正确审题而失分

审题过程中抓不住题中的关键字、词,不能有效挖掘题中隐含条件,没有形成清晰的物理情景,没有审清题中临界条件,感到题目无从下手或无法列出关键的物理方程,导致高考失分严重。

## 2. 书面表达欠规范而失分

主要表现为表述语言不准确,字母不规范,步骤不规范,方程表达不规范,单位使用不规范等。

### 【应对策略】

#### 1. 审题从慢,答题从快

审题从慢,就是要仔细,要审透,关键的词句理解要到位,深入挖掘试题的条件,提取解题所需要的相关信息,排除干扰因素。要做到这些,必须通读试题,特别是括号内的内容,千万不要忽视,否则有可能会因漏掉了某些条件而导致解题的方向发生重大的偏离。

#### 2. 建立模型,化大为小

高考中的计算题虽然涉及的过程较多,涉及的研究对象也多,但可以通过化大为小,即把多物体的全运动过程,逐一进行分解,画出整个物理过程的思维导图,对于物体的运动和相互作用过程,直接画出运动过程草图;在图上标出物理过程和对应的物理量,建立情景链接和条件关联,从而避免那种无头绪式的解题。

#### 3. 规范表达,卷面整洁

尊重习惯书写法,以规定的字母表示对应的物理量,多过程、多物体的分析用下标加以区别,以规范的形式写出原始方程式,切忌只写结果式,或写成连等式,而导致本可以计分的方程式不能计分,同时还要注意卷面整洁,这也会隐含着“印象”分呢!

## 关注金考卷,天天有赠书!

一样的交流,不一样的收获! 登录金考卷官方 QQ 空间、官方网站分享图书使用体验,获取增值服务,赢金考卷畅销图书!

**金考卷官网:**<http://jkj.tesoon.com>(听力下载、图书动态、学习指导,增值服务)

**金考卷官方 QQ 空间:**<http://2281515101.qzone.qq.com>(参与互动,获赠图书)

**老师投稿信箱:**[ljpkjwl@163.com](mailto:ljpkjwl@163.com)

**读者信箱:**[txjyjkj@163.com](mailto:txjyjkj@163.com)

**读者 QQ 交流群:**248686092

**购书热线:**0371—68698015

**答疑热线:**0371—68698026

**来信请寄:**郑州市伏牛南路 209 号金帝大厦 18 层天星教育《金考卷》编辑部(450006)