

Classical
Authoritative

Magi

红魔解题王

Magical Solutions

题型盘点
释疑解难

讲练结合
透视高考



·新·思·路·
·新·技·法·

高考物理

解题技法精讲

王佩军 编著

国防科技大学出版社

红魔解题王

高考物理解题技法精讲

丛书主编	李宗福	罗卫荣	夏晓燕	
丛书编委	王劲松	尹鹏伟	卢昭琼	李作华
	朱颂秋	刘红辉	刘诏文	刘建政
	陈天成	邱爱楨	罗晓红	夏正平
	夏建东	夏哲辉	靳小雨	谌文彪
	蒋楚辉	喻国良	曾凯芳	谭文森
本册编著	夏哲辉	李周奇	曹国军	何新德

国防科技大学出版社

·长沙·

图书在版编目(CIP)数据

高考物理解题技法精讲/夏哲辉等编著. —长沙: 国防科技大学出版社, 2006.8
(红魔解题王)

ISBN 7-81099-317-8

I. 高… II. 夏… III. 物理课—高中—解题—升学参考资料 IV. G634.75
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 051029 号

红魔解题王·高考物理解题技法精讲

总策划: 卢天颢 周艺文

编 著: 夏哲辉 李周奇 曹国军 何新德

责任编辑: 卢天颢

责任校对: 黄 焯

全案策划: 万卷(香港)文化有限公司

湖南艺文出版策划有限公司

电话: (0731) 2801361 邮政编码: 410005

E-mail: zhouyiwen@vip.163.com

出版发行: 国防科技大学出版社

电话: (0731) 4572640 邮政编码: 410073

http: //www.gfkdcbs.com

经 销: 新华书店

湖南书香万卷文化实业有限公司

电话: (0731) 2849636 2849637

印 装: 湖南东方速印科技股份有限公司

电话: (0731) 8807850

开 本: 710×960 1/16

印 张: 18

字 数: 400 千字

版 次: 2006 年 8 月第 1 版

印 次: 2006 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-81099-317-8/G·68

定 价: 19.80 元

如有印刷质量问题, 影响阅读, 请与印刷厂联系调换

红魔解题王系列丛书

高考数学解题技法精讲

¥19.80元

高考物理解题技法精讲

¥19.80元

高考化学解题技法精讲

¥19.80元

高考语文解题技法精讲

¥19.80元

高考英语解题技法精讲

¥19.80元

高考生物解题技法精讲

¥19.80元

高考政治解题技法精讲

¥19.80元

高考地理解题技法精讲

¥19.80元

高考历史解题技法精讲

¥19.80元

www.wj100.com
万卷网

红魔
MAGICAL
www.redmagical.com

www.wj100.com

www.redmagical.com

封面设计：李小清

MAGICAL ENGLISH MAGICAL ENGLISH MAGICAL ENGLISH
L ENGLISH MAGICAL ENGLISH MAGICAL ENGLISH
MAGICAL ENGLISH MAGICAL ENGLISH MAGICAL ENGLISH
L ENGLISH MAGICAL ENGLISH MAGICAL ENGLISH



编写说明

长期以来,我们感到:在总复习阶段,学生们迫切需要一套既能夯实基础,以不变应万变,又能在此基础上掌握解题技巧以及提高应试能力的丛书。

为此,我们精心策划了这套《红魔解题王丛书》,就是期望能为学生们提供最为全面、最为系统、最为实用、最为完备的各科解题方法与技巧。丛书以“突出素质教育、激发创新思维、增强实践应用、培养解题技能”为宗旨,按照各学科的体系分章编写,书中既有各科各章的重点、难点、要点归纳梳理,又有针对不同学科的方法点拨、思维开拓。丛书所有方法灵活巧妙,思路清晰流畅,点拨恰到好处。可以说,本丛书是同学们“学好功课的方法宝库,攻克难题的新式武器”。

编者根据多年的教学经验,为本丛书设计了以下栏目:

【双基扫描】 对各科系内容分章节进行梳理、归纳,把握重点、突出难点、总结规律,以便于学生们对知识点掌握得透彻、明白。

【技法导航】 对各科知识点常用解题技法作精要概括与剖析,强化方法意识,拓宽解题思路,注重一题多解,使学生们能迅速提高解题能力。

本丛书将各学科的基础知识与解题技法作了有机结合,所涉及知识面广、思维层次深、知识跨度宽,因此编写难度较大,我们热忱希望广大师生朋友不吝批评指正以期再版时完善。

最后,愿本丛书能为您撑起一片知识的蓝天,为您顺利实现梦想,跨入理想的学府助一臂之力。

丛书编写组

2006年6月



目 录

第1章 高考物理解题技法总论	(1)
第2章 力、物体的平衡	(16)
第一节 力的概念,力学中常见的三种力	(16)
第二节 力的合成与分解	(26)
第三节 物体的平衡	(34)
第3章 直线运动	(41)
第一节 运动的描述,匀速直线运动	(41)
第二节 匀变速直线运动的规律	(46)
第4章 牛顿运动定律	(55)
第一节 牛顿第一、第二、第三定律	(55)
第二节 牛顿运动定律的应用	(64)
第5章 曲线运动、万有引力	(72)
第一节 曲线运动、运动的合成与分解	(72)
第二节 圆周运动	(78)
第三节 万有引力、天体运动	(88)
第6章 机械能	(97)
第一节 功、功率	(97)
第二节 动能、动能定理	(102)
第三节 机械能守恒定律	(107)
第7章 动 量	(114)
第一节 动量、冲量、动量定理	(114)
第二节 动量守恒定律	(118)



第 8 章 机械运动和机械波	(128)
第一节 机械振动、振动图像	(128)
第二节 机械波、波动图像	(137)
第 9 章 分子热运动、能量守恒、气体	(146)
第 10 章 电 场	(154)
第一节 库仑定律、电场强度	(154)
第二节 带电粒子在电场中的运动	(160)
第 11 章 恒定电流	(170)
第一节 闭合电路的欧姆定律	(170)
第二节 电阻的测量	(179)
第 12 章 磁 场	(186)
第一节 磁场、磁场对电流的作用	(186)
第二节 磁场对运动电荷的作用	(190)
第三节 带电粒子在复合场中的运动	(201)
第 13 章 电磁感应	(209)
第一节 电磁感应现象、楞次定律	(209)
第二节 法拉第电磁感应定律	(215)
第 14 章 交变电流、电磁场和电磁波	(222)
第一节 交变电流	(222)
第二节 电磁场、电磁波	(228)
第 15 章 光的传播	(232)
第一节 光的直线传播、光的反射	(232)
第二节 光的折射、全反射、光的色散	(239)
第 16 章 光的波动性	(246)
第一节 光的干涉、衍射	(246)
第二节 光的电磁说	(250)



第 17 章 量子论初步	(255)
第一节 光电效应、光的波粒二象性	(255)
第二节 能 级	(259)
第 18 章 原子核	(266)
第 19 章 综合实验和实验设计	(273)



第 1 章 高考物理解题技法总论

搞好物理总复习,不仅对于参加高考是必须的,而且对于学生今后的一生都将起到积极作用。因为物理研究的是自然界物质运动的最普通、最基本的规律,它是以实验为基础,以实际应用为目的的学科,学生学习物理的过程,不但学习从纷繁的客观物理事实(现象)中抽象,概括出描述各种物质形式、相互作用和运动形式特点和联系的物理概念、规律、原理、法则等物理知识;而且又应用所学的物理理论,分析、研究各种实际问题,认识这些实际事物的物质形式、运动形式和相互作用的特点和联系,并应用相应的物理概念、规律、原理等物理知识来描述它们的特点和联系,进而说明、研究、解决各种实际问题,初步认识了人类探索、研究未知世界的方法,增强了能力,所以物理学科在素质教育中的作用是显著的,对学生思维能力的培养和提高很有益处。

具体地说,在物理总复习过程中,培养和提高物理学科能力应注意以下几个方面:

(1)培养和提高理解能力,应正确认识物理概念的定义、物理现象产生的条件和现象的特征,物理定律应用的条件和表述。在正确理解概念、现象、规律的基础上,力求在深广度上进一步明确它的内涵,以便更深入认识各知识之间的内在联系,同时注意知识间的区别和联系,才能在似是而非的问题中做出正确的判断。

(2)培养和提高推理能力,应认真分析物理情境,把握推理的前提和基础,注意训练思维的严谨和缜密,这是进行正确推理的保证,抓住解题的关键,灵活、熟练运用归纳或演绎推理方法,同时在推理训练中培养思维的敏捷性。

(3)培养和提高分析综合能力,分析综合是一对相辅相成、密不可分的思维过程,分析得合理、透彻,综合起来才能顺理成章。在解题时,经常先有分成若干个过程分别进行分析,然后再加以综合。力学解题常用的“隔离法”就是一个典型的例证。应该明确高中物理往往需要通过分析达到几个目标:(a)找出合理的研究对象;(b)找出解题的直接与隐含的条件;(c)确定解题的方向;(d)找出相应物理量的变化关系。还应注意分析物理问题有时需运用逆向思维方法。

(4)应用数学工具解决物理问题能力的培养。要训练运用数学的语言和方法表述物理概念、物理规律,对于公式,应强调理解它的物理意义,能恰当选用数学工具解决各类物理问题,综合运用数学知识(如比例关系、函数关系、不等式关系、几何图形、极值求法、数学归纳法等等)正确、迅速地进行有关问题的计算。

(5)实验能力的培养。掌握仪器使用方法,在对测量仪器进行读数前,应仔细观



察刻度表示的数值和单位,并了解估读的位数,应把复习的重点放在理解实验原理,能根据实验原理演绎出相应的实验公式,进一步弄清直接测量和间接测量之间的数量关系,掌握实验方法,并能应用公式法或图像法正确处理实验数据得出正确结果,还要加强动手能力的培养,重视实验能力的迁移,增强应变能力。

下面结合例题加以详细阐述。

一、受力分析法

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。

1. 受力分析的步骤:

(1)选取对象——即确定受力物体(可以是单个物体,也可以是多个物体的组合)。

(2)隔离物体——把研究对象从周围的环境中隔离开来,分析周围物体对研究对象的力的作用,按照先场力(重力、电场力、磁场力等),后接触力(弹力、摩擦力),再其他力的顺序进行分析;或先主动力,后被动力(弹力、摩擦力)的顺序进行分析,注意:力既不能多,也不能少;分析的力为性质力,如重力、弹力、摩擦力等,不要分析效果力,如向心力、回复力等。

(3)画受力图——把物体所受的力一一画在受力图上,并标明各力的方向,注意不要将施出的力画在图上。

(4)确定方向——即确定坐标系,规定正方向。

(5)列方程——根据平衡条件或牛顿第二定律,列出在给定方向上的方程(步骤(4)、(5)是针对某些力是否存在的不确定性而增加的)。

2. 受力分析的三个判断依据:

(1)从力的概念判断,寻找对应的施力物体。

(2)从力的性质判断,寻找产生的原因。

(3)从力的效果判断,寻找是否产生形变或改变运动状态(是静止、匀速运动还是变速运动)。

以上三个判断依据,在实际受力分析时,应用最多的是第(3)条,尤其对弹力和摩擦力的判断主要是从形变和运动状态入手分析,面对某些特定的性质力如:电(磁)场力的分析,是从产生的原因即上述第(2)条进行分析的。

3. 研究对象的选取

在进行受力分析时,第一步就是选取研究对象,选取的研究对象可以是一个物体(质点),也可以是由几个物体组成的整体(质点组)。

(1)隔离法

将某物体从周围物体中隔离出来,单独分析该物体所受到的各个力,称为隔离法。

隔离法的原则:

2. **Magical**

把相连结的各物体看成一个整体,如果要分析的是整体内物体间的相互作用力(即内力),就要把跟该力有关的某物体隔离出来,当然,对隔离出来的物体而言,它受到的各个力就应视为外力了。

(2) 整体法

把相互连结的几个物体视为一个整体(系统),从而分析整体外的物体对整体中各个物体的作用力(外力),称为整体法。

整体法的基本原则:

①当整体中各物体具有相同的加速度(加速度不相同的问题,中学阶段不易采用整体法)或都处平衡状态(即 $a=0$)时,命题要研究的是外力,而非内力时,选整体为研究对象。

②整体法要分析的是外力,而不是分析整体中各物体间的相互作用力(内力)。

③整体法的运用原则是先避开次要矛盾(未知的内力)突出主要矛盾(要研究的外力)这样一种辩证的思想。

(3) 整体法、隔离法的交替运用

对于连结体问题,多数情况既要分析外力,又要分析内力,这时我们可以采取先整体(解决外力)后隔离(解决内力)的交叉运用方法,当然个别情况也可先隔离(由已知内力解决未知内力)再整体的相反运用顺序。

【例1】 如图1-1-1所示,质量为 m 的物体 A 放置在质量为 M 的物体 B 上, B 与弹簧相连,它们一起在光滑水平面上做简谐运动,振动过程中 AB 之间无相对运动,设弹簧的倔强系数为 k ,当物体离开平衡位置后的位移为 x 时, A 、 B 间的摩擦力的大小等于()。



图 1-1-1

- A. 0 B. kx C. $\left(\frac{m}{M}\right)kx$ D. $\left(\frac{m}{M+m}\right)kx$

【解析】 A 、 B 间无相对运动即指它们的速度、加速度始终保持相同,可以当做一个整体来看待,这个整体在离开平衡位置的位移为 x 时,只受弹簧的弹力 $F=kx$,因此有: $kx=(M+m)\cdot a\cdots\textcircled{1}$,

单独分析物体 A ,此时只受 B 对它的摩擦力 f ,有 $f=m\cdot a\cdots\textcircled{2}$,单独分析物体 B ,此时受到弹力 F 与 A 对 B 的摩擦力 f ,根据牛顿第三定律可知 f 大小与 f 相等,因此有 $F-f=M\cdot a\cdots\textcircled{3}$ 成立。

综合:物体 A 、 B 的加速度相同,有 $a=\frac{kx}{M+m}$ 。

要求它们间摩擦力大小,只要再选 A 为研究对象,就可以较轻松地得到 $f=ma=\frac{m}{M+m}\cdot kx$ 选择答案 D。

若选用 B 为研究对象,则也可得: $f=F-Ma=kx-M\left(\frac{kx}{M+m}\right)=\frac{m}{M+m}\cdot kx$

但较为麻烦。

从这个例子我们还可以看出,解简单连接体问题时,一般可以整体分析它们的共同加速度,再单独隔离其中某一部分,求出两部分间的相互作用力,这种方法可称之“先整体,后隔离”。

二、等效法

我们所研究的物理问题,常是针对某一过程或者某一状态,根据这些过程或状态中的某些已知因素,要求确定其中的另一些未知因素。而一个过程的发展,一个状态的确定,往往是由多个因素所决定。在一个过程的发展或在一个状态的确定中,若有某些因素所起的作用和另一些因素所起的作用相同,则前一些因素与后一些因素是等效的,它们便可互相代替而对过程的发展或状态的确定的最后结果并无影响。这种以等效为前提而使某些因素互相代替来研究问题的方法被称为等效代替法,简称等效法,它是物理学研究中最重要方法之一。物理学研究中应用等效法往往是用较简单的因素来代替复杂的因素,以使问题得到简化而便于求解。例如,力的合成与分解中,合力与各分力的相互代替,运动学中各分运动与合运动的相互代替,串、并联电路中以总电阻对各分电阻的代替、等效电路的绘制和对电路的简化等等,都是应用等效法研究问题的典范。

(一)物理模型的等效

物理学研究中已建立了很多的物理模型,如质点、单摆、简谐振动、理想气体、理想变压器、平面镜、球面镜等,对于这些模型,其状态的确定、运动变化的规律等,都已经为通晓物理学的人们所熟知了。对于我们在某一物理问题中的研究对象,如果通过分析研究,发现它与我们所熟知的某一物理模型在某方面是等效的,则在求解这一方面有关的有关问题时,就可利用原有模型的已知结论,以简化求解。另外,对于一般的问题来说,通常是没有现成的模型刚好完全与之相符的,这就要求我们能根据题意建立与之相符的物理模型,甚至把这些模型再进行等效变换,以使之或为便于我们求解的形式,如解电学题时画等效电路图等等,就是在这样的思路指引下进行的。

【例2】图1-1-2为一种记录地震装置中的水平摆的示意图,其摆球质量为 m ,固定在边长为 l 、质量可忽略不计的等边三角形的角顶 A 上,它的对边 BC 跟竖直线成一个不大的夹角 α ,摆球可绕固定轴 BC 转动,试求摆作微小振动的周期。

【解析】(1)此摆摆动中,摆球受到重力和 BA 、 CA 对它的力的作用,其中能起回复力作用的是重力

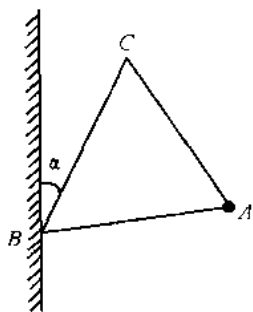


图 1-1-2

的一个分力.由摆的运动情况可知,摆球总在 BC 的中垂面内运动,由此可将重力 G 分解为沿 A 处于平衡位置时 BC 的中垂线 DA 垂直方向的分量 G_2 和沿 DA 方向的分量 G_1 ,如图 1-1-3 所示.显然,摆球 A 不在平衡位置时, G_2 仍在平面 ABC 内,它的作用将由 BA 和 CA 提供的力来平衡而不能使 A 发生动,此时 G_1 则不在平面 ABC 内,它此时的垂直于平面 ABC 的分力就是摆球振动的回复力,同时考虑到摆的其他部分的质量可以忽略不计,可见这个装置与一个摆长为 DA 、摆球质量为 m 、所受重力为 $G_1 = mgsin\alpha$ 的单摆是等效的.

所以由上分析可知此摆与一个摆长为 DA 、对应的重力加速度为 $g' = gsin\alpha$ 的单摆等效,由图 1-1-3 可知

$$l' = DA = \frac{\sqrt{3}}{2} AB = \frac{\sqrt{3}}{2} L$$

对比单摆的周期公式

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

可知此摆的周期 T' 为

$$\begin{aligned} T' &= 2\pi\sqrt{\frac{l'}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{\sqrt{3}}{2}L}{gsin\alpha}} \\ &= 2\pi\sqrt{\frac{\sqrt{3}L}{2gsin\alpha}} \end{aligned}$$

(II)如图 1-1-4,设想在摆处于平衡位置时,自 A 点引竖直线与 BC 轴的延长线交于 E 点,则此摆摆动时,也相当于摆球 A 随着平面 BAE 一道绕固定轴 BE 转动,其中摆球相对于平面 BAE 不能发生运动而只能在垂直于此平面的方向上发生运动,这里使摆振动的回复力仍要由重力的分力来提供,这一分力便是摆球重力垂直于此平面的分力 G_2 .注意到此摆在微小振动过程中, G_2 总与连线 EA 垂直,且 E 点为一固定点, EA 又在竖直平面内运动,同时,除 A 点外,平面其他部分的质量均可忽略不计,这样,此摆显然可与一个以 E 点为悬点,以 EA 为摆长的单摆等效.

由于此摆与一个摆长 $l' = EA$ 的单摆等效,由图 1-1-4 可知

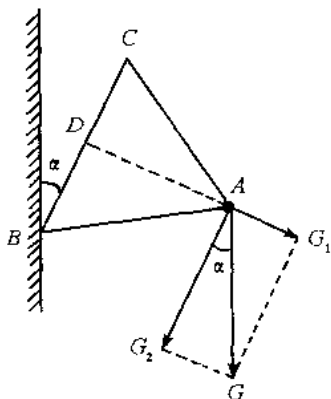


图 1-1-3

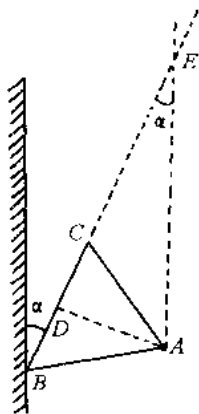


图 1-1-4



$$l'' = AE = \frac{AD}{\sin \alpha} = \frac{\sqrt{3}L}{2\sin \alpha}$$

对比单摆振动的周期公式可得此摆振动的周期 T 为

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l''}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{\sqrt{3}L}{2g\sin \alpha}}$$

(二) 物理过程的等效

若一个研究对象从同一初始状态出发, 分别经过两个不同的过程而最后达到的结束状态是相同的, 则对于研究对象的这个状态变化来说, 上述两个过程是等效的。

【例 3】 设湖岸 MN 为一直线, 有一小船自岸边的 A 点沿与湖岸成角 $\alpha = 15^\circ$ 匀速向湖中驶去。有一人自 A 点同时出发, 他先沿岸走一段再入水中游泳去追船, 已知人在岸上走的速度为 $v_1 = 4$ 米/秒, 在水中游泳的速度为 $v_2 = 2$ 米/秒, 试求船速至多为多少, 此人才能追上船?

【解析】 如图 1-1-5, 设人在 B 点刚好追上船, 则人可能走很多条途径, 如 $A \rightarrow C \rightarrow B$ 、 $A \rightarrow D \rightarrow B$ 、 $A \rightarrow E \rightarrow B$ 等等, 在这些路径中费时最少者即对应着允许的最大船速。如图, 在湖岸的这边作 $\angle NAP = 30^\circ$, 自 C 、 D 、 E 各点分别向 AP 引垂线 CK 、 DH (设 BDH 刚好为一直线) 和 EF , 设想图中 MN 的下侧也变成是湖水区域, 则人由 K 点游泳至 C 点的时间与人在岸上由 A 点走至 C 点的时间是相等的 (因为 $v_1 = 2v_2$, 而 $AC = 2KC$), 故入按题设情况经过路径 $A \rightarrow C \rightarrow B$ 所用的时间和假想人全部在水中游过路径 $K \rightarrow C \rightarrow B$ 等时。同理, 与上述的另两条实际路径等时的两条假想路径是 $H \rightarrow D \rightarrow B$ 和 $F \rightarrow E \rightarrow B$, 由于在这些假想路径中速度大小都一样, 故路径最短的费时最少, 显然是沿直线 HDB 费时最少。

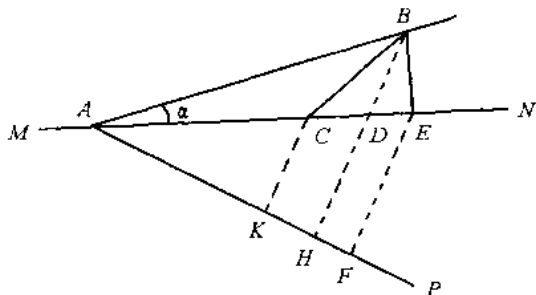


图 1-1-5

由上述分析知, 人沿等效路径 HDB 刚好在 B 点追上船时, 对应着允许船速的最大值, 设其为 v , 则有

$$\frac{AB}{V} = \frac{BH}{v_2}$$

由于 $\triangle AHB$ 为等腰直角三角形,故

$$AB = \sqrt{2} BH$$

$$\therefore v = \sqrt{2} v_2 = 2\sqrt{2} \text{ 米/秒}$$

【例4】如图1-1-6所示, ab 是半径为 R 的圆的一条直径,该圆处于匀强电场中,场强大小为 E ,方向一定,在圆周平面内,将一带正电 q 的小球从 a 点以相同的动能抛出,抛出方向不同时,小球会经过圆周上不同的点,在这些所有的点中,到达 c 点时小球的动能最大.已知 $\angle cab = 30^\circ$,若不计重力和空气阻力,试求:

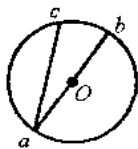


图1-1-6

(1)电场方向与 ac 间的夹角 θ 为多大?

(2)若小球在 a 点时初速度方向与电场方向垂直,则小球恰好能落到 c 点,那么初动能多大?

【解析】 本题欲确定 E 的方向进而确定它与 ac 间的夹角.因为电场力做功与路径无关,所以不同的粒子以相同的初动能从 a 点出发经过圆环上的不同点可以等效成同一带电粒子从 a 点出发经过圆环上的各点,它在 c 点的动能最大.说明它运动到 c 点时其速度方向与场强 E 相垂直,也即 c 处的场强方向沿 Oc . CO 为圆心连线向外,电场方向与 ac 夹角为 $\theta = 30^\circ$.

(三)物理条件的等效

在物理学中,一定的物理现象,是在一定的条件下产生的.而不少的物理定律、规律,正是对这种某条件下产生某现象的关系的描述.同样这里有着对同一条件从不同角度叙述而形式不同但实质等效的情况.例如,对于一个电动势为 $\frac{\mathcal{E}}{2}$,或者电源输出的电流为 $\frac{\mathcal{E}}{2r}$,或者电源的总功率为 $\frac{\mathcal{E}^2}{4r}$,都同样对应着电源的输出功率最大,同样可以作为电源输出功率最大的判断条件.又如,判断一个质点的运动,从动力学的角度,如果质点所受合外力的大小与其位移成正比且方向相反时,则质点的运动为简谐振动;从运动学的角度,如果质点的运动方程满足 $x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$ 的形式,则质点的运动即为简谐振动.显然,上述的两条在判断一运动是否为简谐振动上是等效的.

【例5】有一块长条形的纯净半导体硅,其横截面积为 2.5 厘米^2 ,内通有电流为 2 毫安 ,此时,其内自由电子定向运动的速率为 $7.5 \times 10^{-5} \text{ 米/秒}$,空穴定向移动的速率为 $2.5 \times 10^{-5} \text{ 米/秒}$.已知硅的密度为 $2.4 \times 10^3 \text{ 千克/米}^3$,原子量是 28 ,试估算此半导体材料中平均多少个硅原子才释放出一个自由电子? 电子的电量为 $e =$

1.6×10^{-19} 库。

【解析】在物体内,若一个电荷 $+q$ 由 A 点移至 B 点,从物体上电荷的分布(进而也联系到电荷的移动)及其所形成的电流的情况来看,与在相等时间内将一个电荷 $-q$ 从 B 点移至 A 点是等效的。在题述的半导体内,自由电子和空穴带等量异号的电荷,在外加电场的作用下,它们的定向移动方向也相反,故两者对应形成的电流方向却相同,而从总的效果上看导体中的电流应为此两部分电流之和。

设此半导体单位体积内有 n 个自由电子(因此也有 n 个空穴),以 s 表示此半导体的横截面积, v_+ 和 v_- 分别表示半导体中空穴和自由电子的定向移动速率, I_+ 和 I_- 分别表示半导体中空穴定向移动形成的电流和自由电子定向移动形成的电流,则半导体中的电流强度为

$$I = I_+ + I_- = nsev_+ + nsev_- = nse(v_+ + v_-)$$

$$\therefore n = \frac{I}{se(v_+ + v_-)}$$

另一方面,半导体单位体积内的原子个数为

$$n' = \frac{\rho}{M} N$$

上式中 N 为阿伏伽德罗常数, ρ 为硅的密度, M 为硅的摩尔质量。由上两式可得

$$\begin{aligned} \frac{n}{n'} &= \frac{IM}{N\rho se(v_+ + v_-)} \\ &= \frac{2 \times 10^{-3} \times 28 \times 10^{-3}}{6.02 \times 10^{23} \times 2.4 \times 10^3 \times 2.5 \times 10^{-4} \times 1.6 \times 10^{-19} \times (7.5 + 2.5) \times 10^{-5}} \\ &\approx \frac{1}{1 \times 10^5} \end{aligned}$$

即此半导体材料中,平均约 1×10^5 个硅原子才释放出一个自由电子。

三、图像法

物理图像可以直观形象地揭示物理规律及物理量间的相互依据关系,高考能力要求中,“应用数学工具处理物理问题”一项中,就有“必要时能运用几何图形、函数图像进行表达、分析”的要求,因此,图像问题便成为高中物理的一个热点。

处理图像问题的关键是,搞清图像所揭示的物理规律或物理量间的函数关系,明确有关斜率、截距、面积所表达的物理意义。在运用图像法求解物理问题时,还需要具有将物理现象转化为图像问题的能力。

【例6】如图 1-1-7(a)所示,一质量为 M , 长为 l 的长方形木板 B 放在光滑水平地面上,若右端放一质量为 m 的小木块 A , $m < M$ 。现以地而为参照系,给 A 和 B 以大小相等、方向相反的初速度,使 A 开始向左运动, B 开始向右运动,但最后 A 刚好没有滑离 B 板。以地而为参照系。(1)若已知 A 和 B 的初速度的大小未知,求它们最后的速度大小和方向。(2)若初速度的大小未知,求小木块 A 向左运动到达