

高中物理

# 分析方法与解题技巧

GAOZHONGWULIFENXIFANGFAYUJIETIJIAO

修 订 版



覃必清 编著  
彭志成 审订

中国地质大学出版社

高中物理

# 分析方法与解题技巧

覃必清 编著

彭志成 审订

中国地质大学出版社

## 修 订 说 明

承蒙广大读者的厚爱,《高中物理分析方法与解题技巧》一书,有幸重印再版,为了满足广大读者来信提出的要求,这次印刷作了如下修订:

1. 原版以题目的审理、研究对象的选择、物理过程分析为线索介绍了几十种各类试题的一般解法和分析技巧,修订版在此基础上又增补了 51 道例题,介绍了各类具体题型的具体解法。为了便于高一、高二学生上新课时阅读此书的第一、二部分,书末安排了《例题、解题方法,注意事项分章明细表》。

2. 对测试题的安排,采用了“网络”式结构,先固点、联链、按新课本对知识点的安排顺序进行了重新排列(共有  $18 \times 40 = 720$  道选择题)。再织网、组体(分类安排 100 余道综合计算题)。试题既有针对性、系统性、又有独立性、灵活性。试用情况表明,如此设计试题,可减少对必学知识的遗漏,激发学生的学习兴趣,增强对知识的理解与记忆,缩短复习时间。试题可供高三年级复习时使用,也可作为高一、高二年级的同步练习。

本次修订得到不少同志的大力支持,特别是王洪全老师为本书的修订做了大量的工作,在此表示感谢。

## 高中物理分析方法与解题技巧

覃必清 编著

彭志成 审订

责任编辑: 晨 明 宁立波

中国地质大学出版社出版

湖北省京山县印刷厂印刷 湖北省新华书店经销

\*

开本 787×1092 1/16 印张 10.625 字数 307千字

1988年10月第1版 1988年10月第1次印刷

1991年6月修订、第4次印刷

印数: 30,000—40,000册

ISBN 7-5625-0127-0/G·23

定价: 3.40元

# 目 录

## 第一部分 试题解答错因分析

一、知识方面 .....	(1)
二、思维方面 .....	(7)
(一) 思维过程不深入 .....	(7)
(二) 思维过程不全面 .....	(9)
(三) 思维过程僵化 .....	(11)
(四) 判断不准确 推理不严密 .....	(13)
三、心理方面 .....	(16)
(一) 消极的情绪 盲目的冲动 .....	(16)
(二) 过分自信或优柔寡断 .....	(17)
(三) 缺乏毅力 虎头蛇尾 .....	(18)
(四) 粗心草率 任性鲁莽 .....	(19)

## 第二部分 解题分析中的方法与技巧

一 题目的审理 .....	(20)
(一) 去掉表面的 次要的因素 .....	(20)
(二) 抓住关键字句进行分析 .....	(21)
(三) 进行推理 找出题设的隐含条件 .....	(22)
二 研究对象的选择 .....	(23)
(一) 直接法 .....	(23)
(二) 间接法 .....	(24)
(三) 链式法 .....	(25)
(四) 隔离法 .....	(27)
(五) 联体法 .....	(29)
三 物理过程分析 .....	(31)
(一) 回忆 > 联相 > 变通 .....	(31)
(二) 图示 使题意形象化 .....	(34)
(三) 分析临界点 寻找突破口 .....	(36)
(四) 异中求同 同中求异 弄清物理过程的实质 .....	(38)
(五) 等效替换 突破物理分析中的难点 .....	(39)
(六) 转换角度思考 另寻解题捷径 .....	(42)
(七) 采用数学推导法 建立已知量和待求量的桥梁 .....	(44)
(八) 充分发挥“+”“-”号在解题分析中的作用 .....	(45)
(九) 提高定量分析速度常用的技巧 .....	(47)
四 选择题的分析方法 .....	(52)
(一) 直接判别法 .....	(52)
(二) 逐步淘汰法 .....	(53)
(三) 因素分析法 .....	(55)
(四) 计算对照法 .....	(56)

(五) 作图分析法 .....	(57)
(六) 注入反馈法 .....	(58)
<b>五 几类常见计算题的分析方法 .....</b>	<b>(59)</b>
(一) 动(静)力学问题分析方法 .....	(59)
(二) 功能问题分析方法 .....	(64)
(三) 守恒类试题分析方法 .....	(68)
(四) 动量定理解题方法 .....	(73)
(五) 电路分析方法 .....	(74)
(六) 光路分析方法 .....	(76)

### 第三部分 基础与能力测试

一 力 物体的平衡 .....	(79)
二 直线运动 .....	(83)
三 运动和力 .....	(87)
四 物体的相互作用 .....	(91)
五 曲线运动 万有引力 .....	(95)
六 机械能 .....	(99)
七 机械振动和机械波 .....	(103)
八 分子运动论 热和功 固体和液体的性质 .....	(107)
九 气体的性质 .....	(111)
十 电场 .....	(115)
十一 稳恒电流 .....	(119)
十二 磁场 .....	(123)
十三 电磁感应 .....	(127)
十四 交流电 .....	(131)
十五 电磁振荡和电磁波 电子技术初步知识 .....	(135)
十六 光的反射和折射 .....	(139)
十七 光的本性 .....	(143)
十八 原子和原子核 .....	(147)
十九 横向综合分类检测 .....	(151)
(一) 动(静)力学 .....	(151)
(二) 功和能 .....	(154)
(三) 状态量的守恒 .....	(157)
(四) 动量定理 .....	(160)
(五) 电路 .....	(161)
(六) 光路 .....	(162)
附一: 基础知识测试题参考答案(一至十八) .....	(164)
附二: 横向综合分类检测题参考答案 .....	(165)
附三: 例题, 解题方法、注意事项分章明细表 .....	(166)

# 第一部分

## 试题解答错因分析

“例题一看就会，教师一讲就懂，自己一做就错”，这是不少同学在物理知识学习中感到烦恼的一个问题。

是什么原因使“自己一做就错”呢？有的同学认为是自己智力太差，缺乏“物理细胞”，不是一块学习物理的料，这种看法是错误的。实践表明，每一个从小学正常进入初中，又从初中正常考入高中的学生，智力都是正常的。虽然有些差异，但主要还是由于学习中采取的态度不同，所处环境的影响不同，对所学内容努力程度不同造成的。每一个同学都具有学好物理知识的能力。

在解题中出现较多的错误，考试时严重失利，这都是学习过程中不可避免的。暂时的失利，几次的失败，对一个努力获得成功的人来说，并不是一件坏事。常言道：“失败乃成功之母”，这就是说，失败之中已经孕育着成功的因素，当然这不等于说，经过无数次失败之后，会自然而然地得到成功。应该看到，由失败向成功转变是有条件的，只有那些善于分析失败的原因，从失败中吸取教训，善于从失败中领悟到成功秘诀的同学，才能在失败中获得成功。

认真分析“一做就错”的原因，就会发现，原因是多方面的。笼统地认为是物理基础知识太差，是课本没有学好，也是不全面的。如有的同学，物理基础知识掌握得较好，但也有“一做就错”的毛病，不少是由于非智力因素的影响造成的。有的学习态度不端正；有的缺乏一定的毅力；有的容易受到情绪波动的影响；有的平时不严格要求自己养成了毛毛糙糙、粗心草率的坏习惯。这些都严重影响同学们对物理习题的正确解答。

就是基础知识差这一原因，也要认真分析，是课本中的基本内容没有掌握，还是对较高要求不适应？是概念、规律掌握得不准确，还是不善于运用物理知识分析物理问题？是对知识理解的深度不够，还是缺乏一定的广度？或者兼而有之。

弄清这些问题，就跟医生治病一样，要使病情有明显的好转，首先必须对病因进行准确的诊断，确诊之后，才能对症下药。这就是《试题解答错因分析》所要达到的目的。

同学们试题解答中的问题，主要可以归结为以下几个方面：

### 一 知识方面

能够利用物理知识解答物理习题，不能说同学们对物理知识一无所知。出现解答错误，

在知识方面主要是同学们对知识没有完全掌握，或者掌握得不准确造成的。有的同学只从字面上理解了概念与规律，当遇到某个实例，就感到束手无策；有的同学没有理解概念的各个侧面，考察他熟悉的某个侧面时，就得心应手，而考察另一个他未知的侧面时，就无从下手，只好盲目作答；有的同学对物理定理、规律的理解往往停留在课本上介绍的几个实例中，并没有抓住其本质，而用这些规律去研究新的领域时不能说没有困难；有的同学没有抓住相似概念的区别与联系，运用这些概念分析物理问题时，往往张冠李戴；有的同学对物理公式中的物理量的规定不明确，对公式的适用条件不清楚，解答物理习题时，只好一厢情愿地设想物理过程，硬套公式求解，常常顾此失彼，漏洞百出；等。

举例如下：

例 1 如图 1-1-1 所示，一块密度、厚度均匀的矩形被测样品，长  $CD$  为宽  $AB$  的两倍，若用万用表沿两对称轴测其电阻均为  $R$ ，这块样品可能是：

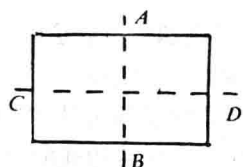


图 1-1-1

- (1) 金属；                      (2) 多晶体；  
(3) 单晶体；                    (4) 非晶体。

这是专门设置的一道了解学生对晶体各向异性理解程度的试题，我们做过这样一个试验，开始以填空题的形式考察单晶体的各向异性，题目是：“单晶体具有\_\_\_\_\_性，举例说明\_\_\_\_\_”。对 53 个考生进行统计，答对率达 90%。一个星期之后，又以例 1 考察这个概念，对 53 人跟踪调查的情况是：

- 选 (3)，29 人；      选 (1、2、4)，7 人；  
选 (1、2)，6 人；      选 (2、4)，5 人；其它，6 人。

由题意可知，长  $CD$  与宽  $AB$  相比较，一个是长度大，横截面积小。一个是长度小，横截面积大。用万用表测得电阻值均为  $R$ ，由电阻定律  $R = \rho L / S$  可以看出，长  $CD$  与宽  $AB$  的电阻率不同。不同方向上电阻率不同，这正是单晶体的各向异性，正确答案是 (3)。

错因分析：错选 (1、2、4)，表明这些同学把单晶体的各向异性与多晶体和非晶体的各向同性搞混了。

错选 (2、4)，错因与以上同，还表明这些同学并不知道金属属于多晶体。

错选 (1、2)，表明这些同学没有理解题意，错误地认为是考察导电与不导电的问题。

两次跟踪调查，总的情况表明，有将近半数的同学对这一概念还处于识记阶段。尽管他们中的不少人能流利地说出：各个方向上物理性质不同属于各向异性。并能举出课本上介绍的一些实例，但他们并没有真正理解这一概念，在他们头脑里建立的概念还缺乏作为基础的一些实例，或者说，课本中叙述的概念与课本中列举的实例在他们的头脑中没有很好地融为一体。

例 2 一个质量为  $m$  的物体在恒力  $F$  的作用下，由静止开始所作的运动：

- (1) 一定是匀加速直线运动；      (2) 可能是匀减速直线运动；  
(3) 可能是变加速直线运动；      (4) 可能是变加速曲线运动。

这是一道判物体运动性质的简单试题，只要抓住物体运动的初始条件（初速度）和使物体运动状态发生改变的条件（合外力），或加速度  $a$ ，就可作出准确的判断，由于  $v_0 = 0$ ， $a$  恒定，应选答案 (1)，可是有不少学生却选了 (2)、(3)、(4)。

**错因分析：**难道学生对静止的物体，在恒力作用下必然作匀加速直线运动这一问题都不理解吗？带着这个问题，我调查了不少选错答案的学生，谁知那些学生却反问我：“如果物体放在粗糙情况不同的平面上受  $F$  的作用，岂不是 (2)、(3)、(4) 都有可能吗？”我这才恍然大悟，学生并没有把题目描述的这种物理模型从一些具体的实例中完全抽象出来。所以他们考虑这类问题时，总是拖泥带水，与头脑中的某些实例纠缠不清。

当然也有的属于，对一般情况下提到物体受到的恒力  $F$  就是指物体受到的合外力，这一点不清楚。

**例 3** 一根木棒沿水平桌面从  $A$  运动到  $B$ ，如图 1-1-2 所示，若棒与桌面的摩擦力大小为  $f$ ，则棒对桌面的摩擦力和桌面对棒的摩擦力做的功各为：

- (1)  $-fs, -fs$ ;           (2)  $fs, -fs$ ;  
(3)  $0, -fs$ ;           (4)  $-fs, 0$ .

利用这个例子了解学生对公式  $W = Fscos\theta$  的掌握程度还是比较理想的。考试统计表明，几个诱答都十分有效，每一个错误答案都有人选，与选正确答案 (3) 的人数几乎相当。

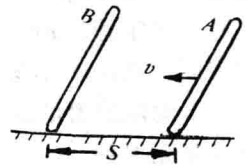


图 1-1-2

**错因分析：**选错误答案的同学如此之多，主要是由于大家对公式  $W = Fscos\theta$  的物理意义不清。对式中每一个物理量的规定不明确造成的。由于同学们对公式  $Fcos\theta$  比较模糊，无法正确利用这个公式来分析题目所描述的物理问题，只能靠头脑中的某些固有观念进行判断与推理。

有的同学认为摩擦力，特别是滑动摩擦力总是做负功，而错选答案 (1)。有的认为作用总是相互的，如果作用力做正功，而反作用力必然做负功，而错选答案 (2)。有的没有认真分析是哪一個力对哪一个物体做了功，而糊里糊涂选了 (4)。

运用公式  $W = Fscos\theta$  分析物体做功问题时，应明确以下几点：

- 公式只适用于物体在恒力作用下发生运动的情况。
- 通常情况下（在中学范围内）位移  $s$  都是相对地面而言的。
- 如果物体受到力的作用，但物体沿该力的方向上没有发生位移，该力对物体做功为零。
- $\theta$  是指力  $F$  与位移  $s$  之间的夹角，在  $F, s$  都不为零的条件下， $cos\theta$  是确定力对物体做正功还是做负功，或者不做功的关键物理量。

注意以上几点，这个题就好判断了。

木棒由  $A$  运动到  $B$  对地面发生的位移为  $s$ ，桌面对木棒的摩擦力与位移  $s$  方向相反，故桌面对木棒的摩擦力对木棒做的功为  $-fs$ 。而在地面上研究相对地面静止的物体，可以认为没有发生位移，故木棒对桌面的摩擦力对桌面做功为零。

**例 4** 在光滑的水平桌面上， $A$  车以速度  $v_0$  做匀速直线运动， $B$  车静止，现在对两车施以相同的力，两车的质量分别为  $m_A, m_B$ ，下面各种说法中正确的结论是：

- 若  $m_A = m_B$ ，力的方向与  $v_0$  相反时，经过相同的时间，动量增量可能不同；
- 若力的方向与  $v_0$  相反， $m_A \neq m_B$ ，经过相同的位移动能的增量相同；
- 若力的方向与  $v_0$  相同， $m_A = m_B$ ，经过相同的时间，两车动量增量相同，但  $A$  车动



能的增量大于  $B$  车;

(4) 若力的方向与  $v_0$  相反,  $m_A = m_B$ , 经过相同距离两车动能增量一定相同。

考完之后, 多数学生对这道题的反映情况是: 已知条件太多, 需要考虑的各种情况太多, 推导过程又比较复杂, 费力推算了很长时间还是选错了答案。

错因分析: 通过反映的情况来看, 他们中的不少人, 把大部分时间都花费在讨论  $m_A$  与  $m_B$  不同,  $F$  与  $v_0$  方向不同或相同等可能出现的情况上面了。由于这些实例多而杂, 只要在推理某个实例的某个环节上出了问题, 或者某一点问题当时没有考虑到, 就会得出错误的结论。

这道题的信息量比较多, 但只要抓住了定理的实质, 只利用其中某几个已知条件就能作出准确而迅速的判断。

对动能定理:  $Fs = \Delta E_k$ , 左边是外力对物体做功的代数和, 右边是动能的增量, 这个公式表明, 对两个不同的物体, 只要外力相同, 使物体发生的位移相同, 做的功就一定相同, 那么动能的增量就一定相同。与相互比较的两个物体的质量、初速度、初速度与外力的方向毫无关系。

同样对动量定理  $Ft = \Delta p$ , 对两个不同的物体相比较, 只要作用力  $F$  相同, 作用时间  $t$  相同, 动量增量就相同。与相互比较的两个物体的质量, 初速度毫无关系。

抓住了两个定理的实质, 就能排除非本质因素的干扰, 居高临下地分析题目所叙述的物理问题。答案 (2) 中的  $Fs$  相同, 故  $\Delta E_k$  相同。答案 (4) 中指的是“相同距离”而距离一般情况下不等于位移, 故“动能增量一定相同”是错误的, 答案 (1) 中,  $F$ 、 $t$  相同, 则有  $\Delta p$  相同, 剩下答案 (3), 经过简单的运算便可确定, 正确答案是 (2、3)。

例 5 如图 1-1-3 所示, 球  $A$ 、 $B$  置于光滑的水平桌面上,  $A$  球的动量为 12 千克·米/秒, 水平向右, 与静止的  $B$  球发生碰撞, 两球动量的改变可能有: (设水平向右为正)

- (1)  $\Delta p_A = 5$  千克·米/秒,  $\Delta p_B = 5$  千克·米/秒;
- (2)  $\Delta p_A = -5$  千克·米/秒,  $\Delta p_B = 5$  千克·米/秒;
- (3)  $\Delta p_A = 5$  千克·米/秒,  $\Delta p_B = -5$  千克·米/秒;
- (4)  $\Delta p_A = -24$  千克·米/秒,  $\Delta p_B = 24$  千克·米/秒。

动量守恒定律是力学中一个重要定律, 用这个定律计算两个相互碰撞的小球的速度、质量等, 大多数学生不会感到困难, 但用这个定律来解答只有一个正确答案, 设有三个“陷阱”的选择题时, 误入歧途者竟达 70%。

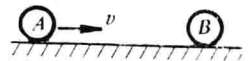


图 1-1-3

错因分析: 动量守恒定律引起广大学生的注意, 这是一个事实, 但翻一翻学生做过的习题, 就会发现, 大部分都是对这个定律的某个侧面 (如用  $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$  进行计算) 所进行的机械地、重复地强化, 忽视了对这个定律其它侧面的研究与探讨, 所以知识面是很窄的。当从不同侧面同时考察学生对这个定律的掌握情况时, 自然得不到理想的成绩。

如关于例 5 的表达式, 除  $m_1v_1 = m_1v_1' + m_2v_2'$  外, 还可用下面几种形式表达:

- a.  $p = C$ ;
- b.  $p_1 = p_2$ ;
- c.  $\Delta p = 0$  或  $\Delta p_1 + \Delta p_2 = 0$  或  $\Delta p_1 = -\Delta p_2$ 。

了解到这一方面就可排除诱答 (1) .

对整体来讲, 动量守恒, 但对  $A$ 、或  $B$  动量是不守恒的, 遵循动量定理. 其表达式有:  $F_{BA}t = \Delta p_A$ ,  $F_{AB}t = \Delta p_B$ , 且作用力的方向与动量变化的方向一致,  $F_{BA}$  与  $F_{AB}$  都是两球接触后相互挤压产生的, 设水平向右为正,  $F_{BA} < 0$ ,  $F_{AB} > 0$ , 由此排出了诱答 (3)

从能量的传递和转化的角度来看, 两个小球发生碰撞只有以下几种情况.

- 发生完全弹性碰撞, 系统无动能损失.
- 发生完全非弹性碰撞, 系统动能损失最严重.
- 发生非弹性碰撞, 动能损失介于以上两者之间.

也就是说, 例 5 中发生的碰撞, 动能不可能增加, 由此排除了诱答 (4). 当然, 也不是说所有的物体间的相互作用动能都不可能增加, 当系统由于某种原因, 如两物体间夹着弹簧、火药爆炸等, 使整体分解成几个部分时, 动量守恒, 动能增加, 因为各个部分之间相互作用的同时, 伴随有其它形式的能和动能之间的转化.

例 6 下面所描述的运动中, 可能的有:

- 速度变化很大, 加速度很小;
- 速度变化方向为正, 加速度方向为负;
- 速度变化越来越快, 加速度越来越小;
- 速度越来越大, 加速度越来越小.

速度、速度的变化, 加速度是几个表面上看起来很相近, 实质上根本区别的概念. 当学生首次遇到辨析这几个概念的习题时, 能正确作答的确实为数不多, 就是间断地做过几次同类习题, 学生的试卷调查表明, 仍有 30% 以上的未能从迷惑中解脱出来.

**错因分析:** 从概念本身来讲, 加速度是联系动力学, 运动学的纽带, 许多公式都涉及到加速度. 也就是说, 它和动力学、运动学中的许多重要的概念都有联系. 这就给学生准确把握这个概念带来了困难.

从学生掌握知识的角度讲, 是由于同学们表面地、片面地理解这一概念造成的. 加速度和速度就是完全不同的物理量, 加速度描述的是速度变化的快慢程度. 加速度变小, 只是速度的变化越来越慢, 比如开始  $a = 10$  米/秒<sup>2</sup>, 后来逐渐变为 9 米/秒<sup>2</sup>、8 米/秒<sup>2</sup>、7 米/秒<sup>2</sup>……, 这个变小只是表示速度由原来每秒增加 10 米/秒, 变为每秒增加 9 米/秒, 8 米/秒, 7 米/秒……. 只要  $v$  与  $a$  的方向一致,  $a > 0$ , 速度每秒钟总在增加, 加速度小, 表示速度比原来每秒钟增加得少了, 变化慢了, 不能说速度也变小了.

再如  $a = \Delta v / \Delta t$  这个公式, 只在  $\Delta t$  一定的条件下,  $a$  才与  $\Delta v$  成正比. 所以不能不加任何条件地说, 速度变化大, 加速度大. 但可以说速度变化快加速度大, 因为“快”就包含了时间这个因素.

$a$  与  $\Delta v$  联系是  $a$  与  $\Delta v$  的方向一致.

综上所述, 正确答案是 (1、4) .

例 7 在图 1-1-4 所示的电路中,  $AB$  接在电压有效值为 220 伏的交流电源上,  $D$  是一只理想二极管,  $R$  是电阻, 那么  $A'B'$  两端电压有效值为:

- 110 伏;
- $110\sqrt{2}$  伏;
- $110/\sqrt{2}$  伏;
- 220 伏.

此题正确答案是 (2), 对 53 人进行统计:

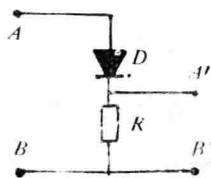


图 1-1-4

选 (1) 19 人; 选 (2) 13 人; 选 (3) 0 人;

选 (4) 21 人.

错因分析: 这道题考察的是有效值, 但波及到平均值和最大值. 同学们解题中出现的错误, 主要是由于这三个概念掌握不准确, 以及相互混淆造成的.

选答案 (1) 的同学认为:  $A$ 、 $B$  两端电压是整个波形, 有效值是 220 伏,  $A'B'$  两端电压只有半个波形, 有效值自然为 110 伏, 这是求电压平均值的思路. 可以看出这些同学把有效值与平均值混淆了.

选答案 (4) 的同学认为: 有效值在数量关系上与最大值有关系, 即  $\varepsilon = \varepsilon_m / \sqrt{2}$ ,  $A'B'$  两端虽然只有半个波形, 但最大值并没有变, 所以有效值仍为 220 伏. 这些同学注意到了有效值与最大值的数量关系, 但没有注意到  $\varepsilon = \varepsilon_m / \sqrt{2}$  是正弦交流电中这两个值的关系, 现在讨论的是脉冲电流, 它们之间是否存在这样的数量关系, 还需要证明, 要确定  $A'B'$  两端电压的有效值与  $AB$  两端电压有效值的关系, 必须利用有效值的定义, 从热效应方面考虑.

设  $A'B'$  两端电压有效值为  $U'$ , 则  $A'B'$  两端电压变化一个周期产生的热量为:

$$Q' = T \cdot U'^2 / R. \text{ 对 } AB \text{ 两端, 在 } T/2 \text{ 内:}$$

$$Q = \frac{T}{2} \cdot U^2 / R, \text{ 显然 } Q' = Q$$

$$U' = U / \sqrt{2} = 110\sqrt{2} \text{ 伏.}$$

例 8 一个理想变压器原线圈的匝数为  $n_1$ , 两副线圈的匝数分别为  $n_2, n_3$ , 它们的端电压分别为  $U_1, U_2, U_3$ , 通过的电流分别为  $I_1, I_2, I_3$ , 功率分别为  $P_1, P_2, P_3$ , 下列等式正确的是:

(1)  $U_1 : U_2 : U_3 = n_1 : n_2 : n_3$ ;

(2)  $I_1 : I_2 : I_3 = n_2 n_3 : n_1 n_3 : n_1 n_2$ ;

(3)  $P_1 : P_2 : P_3 = n_1^2 : n_2^2 : n_3^2$ ;

(4)  $P_1 : (P_2 + P_3) = 1 : 1$ .

对 53 人进行统计, 选正确答案 (1、4) 的有 31 人, 选错答案的有 22 人, 奇怪的是 22 人中有 19 人误选了答案 (2).

错因分析: 容易看出, 误选诱答 (2) 的同学, 运用了变压器计算中匝数与电流成反比的结论. 并将公式  $n_1 / n_2 = I_2 / I_1$  推广到有三个线圈的情形, 即:

$$I_1 : I_2 : I_3 = \frac{1}{n_1} : \frac{1}{n_2} : \frac{1}{n_3}, \text{ 很明显, 这些同学对这组公式的适用条件不清楚.}$$

大家知道, 公式  $\frac{n_1}{n_2} = \frac{I_2}{I_1}$  是由  $\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2}$  与变压器的输入功率与输出功率的关系  $I_1 U_1 = I_2 U_2$  推导出来的. 也就是说, 必须在输入功率与输出功率相等时, 才有匝数与电流成反比的规律. 上例中不满足  $P_1 = P_2 = P_3$  的条件, 不能用  $I_1 : I_2 : I_3 = \frac{1}{n_1} : \frac{1}{n_2} : \frac{1}{n_3}$  进行计算.

忽视公式的适用条件, 是目前学生中普遍存在的问题. 如有的同学由  $F = Gm_1 m_2 / r^2$  认为物体放在地球中心处引力无穷大. 他们没有认识到这个公式只适用两个质点相互作用的情

形,如果把物体深入到地球的内部,地球不能再简化成质点,超出了公式的适用范围,当然会得出荒谬的结论来。

还如在正交的电磁场中,带电离子作曲线运动时,不少学生用  $F=ma$  和运动学公式  $v=at$ ,  $s=\frac{1}{2}at^2$  等结合研究某一运动过程,他们没有认识到后面这几个运动学公式,只适用于物体做匀变速直线运动的情况,由于电磁场中的带电粒子受到洛仑兹力的作用,当运动轨迹为曲线时,洛仑兹力  $f=Bqv$  的方向不断改变,粒子做变速曲线运动,不满足上述公式的适用条件.此类问题通常由功能关系求解.

## 二 思维方面

中学物理题的分析过程是一般到特殊的认识过程,用逻辑学的语言来讲,是运用基本概念,基本物理定律(或定理)对题目所叙述的物理现象进行一系列判断、推理、比较、论证的逻辑思维过程.要提高分析物理问题的能力,要求具有扎实的物理基础知识无疑是非常重要的.因为它决定了思维的内容,大家知道,一个正确的思维过程一定是形式和内容完美的统一.因此,采用恰当的思维形式,注意对思维过程进行分析与研究,克服思维过程中的种种不良倾向,也是提高思维能力的的重要途径.

从思维方面讲,解题分析中通常出现的问题有:

### (一) 思维过程不深入

物理解题的思维过程是习题解答的一个中心环节,物理解题中的问题主要出在这个环节上.据了解,目前有相当一部分学生还没有养成认真思考、认真分析物理问题的习惯.他们遇到物理习题时,总是首先去寻找显而易见的某些已知条件,然后利用头脑里并没有真正理解的、与已知条件相关的物理公式,东拼西凑,硬套求解.

例9 一条足够长的水平传送带以3米/秒的速度从左向右运动,如在左端轻轻地放一个没有初速度的工件,工件与传送带之间的滑动摩擦系数为0.3,工件放上后传送带的速度不变,则工件释放后1.5秒内工件对地面发生的位移为:

- (1) 4.5米;           (2) 3.375米;           (3) 3米;           (4) 7.875米.

这是由一道简单计算题改编成的选择题,同学们分析过程中出现的错误大致有以下几种:

a. 抓住“传送带的速度不变”和“3米/秒”的条件,认为放上工件后工件的速度也为3米/秒,由公式  $s=vt$ , 得  $s=3 \times 1.5=4.5$  米.

b. 利用放上工件时,工件初速度为零的条件,与相对滑动时,加速度  $a=\mu g=3$  米/秒<sup>2</sup>,

由公式  $s = \frac{1}{2}at^2$  得  $s = \frac{1}{2} \times 3 \times 1.5^2 = 3.375$  米。

c. 还有的同学同时考虑初速度、加速度，由公式  $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$  得， $s = 7.875$  米。

错因分析：不认真分析物理过程，盲目地套用公式，是出现解答错误的主要原因。工件对地究竟作什么运动，需要认真分析。对工件：

$$v_0 = 0 \quad a = \mu g = 3 \text{ 米/秒}^2 \quad \text{由 } v = at$$

只需要 1 秒钟就会达到与传送带相同的速度，那么工件前 1 秒作初速度为零的匀加速运动，后 0.5 秒作速度为 3 米/秒的匀速运动，1.5 秒内发生的位移等于两段运动的位移之和：

$$s = v_0t_2 + \frac{1}{2}at_1^2 = 3 \times (1.5 - 1) + \frac{1}{2} \times 3 \times 1^2 = 3 \text{ 米。}$$

例 10 两辆汽车在水平公路上同时同地同向出发，甲车初速度为 10 米/秒，加速度为  $-8$  米/秒<sup>2</sup>，乙车初速度为零，加速度为 2 米/秒<sup>2</sup>，则乙车追上甲车的时间为：

- (1) 2 秒；            (2) 2.5 秒；            (3) 3.3 秒；            (4) 以上都不对。

由题目中的“同时”“同地”“同向”“追上”学生都容易理解，要乙车追上甲车必须在相同的时间内发生相同的位移。依据题目给定的已知条件，代入数据便可以得出：

$$10t - \frac{1}{2} \times 8 \times t^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times t^2 \quad t = 2 \text{ (秒)}$$

错因分析：从数学角度看，以上解答似乎没有任何漏洞。但运用数学知识解决物理问题时，必须考虑公式的物理意义和题目叙述的实际情况。也就是说，在 2 秒钟内，两车是不是始终作公式所表达的运动？

不难想象，甲车所作的减速运动是由于刹车，或自由滑行引起的，由

$$t = \frac{\Delta v}{a} = \frac{0 - 10}{-8} = 1.25 \text{ 秒可知，甲车在 1.25 秒末就停下来了，它不可能在 2 秒钟内始$$

终做匀减速直线运动，不可能运动到最远处后又倒转过来和乙车相遇。因而乙车追上甲车的时间比 2 秒要长一些。

$$\text{正确的解法是：} \frac{v_{\text{甲}}}{2} \cdot t_{\text{甲}} = \frac{1}{2} a_{\text{乙}} t_{\text{乙}}^2$$

$$\frac{10}{2} \times 1.25 = \frac{1}{2} \times 2 \times t_{\text{乙}}^2 \quad t_{\text{乙}} = 2.5 \text{ 秒。}$$

例 11 在图 1-2-1 所示的电路中， $\varepsilon = 10$  伏， $r = 0.1$  欧， $R = 24$  欧， $L$  为“6V3W”的小灯，闭合电键  $K$  后，将滑动触头  $P$  由右端滑至左端，在这过程中， $PA$  间可达到的最大电压值是：

- (1) 9.23 伏；            (2) 10 伏；            (3) 6 伏；            (4) 9.5 伏。

算出  $R_{\text{外}} = \frac{U^2}{P} = \frac{36}{3} = 12$  欧之后，按以下两种方式解答的同学比较多。

解法一，由全电路欧姆定律和部分电路欧姆定律，关于  $PA$  两端电压的表达式为：

$$U_{PA} = \frac{\varepsilon}{R + R_{灯} + r} R_{灯}$$

要  $U_{PA}$  最大, 可变电阻阻值应为最小, 即为零。  
于是有:

$$U_{PA} = 12 \times \frac{10}{12 + 1} = 9.23 \text{ 伏.}$$

解法二, 由于  $L$  的额定电压为 6 伏, 因而  $U_{PA}$  只能小于或等于 6 伏, 所以  $U_{PA}$  的最大值为 6 伏。

**错因分析:**  $U_{PA}$  就是小灯泡两端的电压, 小灯泡的额定电压隐含在“6V3W”的条件中, 由于小灯泡的额定电压为 6 伏,  $R_{灯} = 12$  欧,  $U_{PA} = 9.23$  伏是不会成立的, 在达到 9.23 伏之前小灯泡早已烧毁, 电路断开。解法一没有认真分析整个过程, 忽视了小灯泡额定电压为 6 伏的条件, 硬套公式造成了错误。

解法二注意到了小灯泡额定电压为 6 伏的条件, 试图依据这个条件来研究问题, 看来这部分同学对进行实验和电路计算时必须考虑用电器的额定值的问题是比较清楚的。但例 11 中的电路计算并没有暗示这种条件, 恰恰相反, 在“由右端滑至左端”的字里行间中已明确指出需要研究  $R$  由 24 欧变为 0 的整个过程。这个过程中, 在  $U_{PA}$  达 6 伏之前满足  $U_{PA}$  的一般表达式, 超过 6 伏后, 继续滑动变阻器, 电路一直处于断路状态, 所以  $U_{PA}$  的最大值为  $U_{PA} = \varepsilon = 10$  伏。

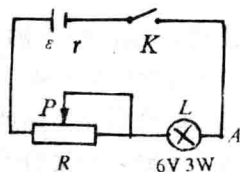


图 1-2-1

## (二) 思维过程不全面

每个考生在解答试题时, 都希望自己的解题过程完美无缺, 但和标准答案校对之后, 无不发出唉叹声、惋惜声。有的考虑掉了某些条件, 有的忽视了公式的适用范围, 有的注意到了问题的这一方面, 而忽视了问题的另一方面, 奇怪的是: 那些被遗漏的问题, 对同学们来说并不是一无所知, 可是为什么偏偏在考试的时候遗忘呢? 下面几个例题的错因分析中将有关于这个问题的答案。

例 12 在粗糙的水面上, 一个质量为  $m$  的物块在水平推力  $F$  的作用下由静止开始运动, 经过  $t$  秒后, 速度为  $v$ , 若使速度由零增至  $2v$ , 可采用下面哪些方法:

- (1) 保持力不变, 使物体的质量减为原来的一半;
- (2) 其它条件不变, 将水平推力增为  $2F$ ;
- (3) 推力和质量保持不变, 将时间变为  $2t$ ;
- (4) 将质量、推力、时间都增加为原来的 2 倍;
- (5) 使推力变为原来的 4 倍, 质量变为原来的 2 倍。

在运动学和动力学结合的试题中, 例 12 算不上一道难题, 但对 63 位学生进行统计, 误选错误答案 (1)、(2)、(5) 的却有 31 人。

**错因分析:** 多选答案, 在解答多重选择题中是经常发生的事情, 但这个“多”并不是考虑得太多, 太全面的结果, 而是思维片面性的反映, 是一些限制错误答案入选的因素没有注意造成的, 以上题为例, 误选 (1)、(2)、(5) 的原因主要有以下几个方面:

①审题时，没注意到“粗糙的水平面”的含义，分析受力情况时考虑掉了物体受到的摩擦力。

②对公式  $F=ma$  中  $F$  的理解是片面的，没有认识到  $F$  是物体受到的合力，而不是其中某个推力。有的学生也理解了这一点，但理解到运用还有一个过程。有一个从不熟悉到比较熟悉、从比较熟悉到完全熟悉的适应阶段。这在认识过程中是不可避免的。

③有的学生缺乏一定的推理能力，不经过周密的思考、严格的运算，只凭头脑中那些不全面的记忆，和物理量之间的表面联系，靠一时冲动选择了错误答案。

只要列出关于  $v$  的表达式，正确选项就容易确定了。

由  $v=at$ ,  $F_{\text{合}}=ma$  得

$v=(F-\mu mg)t/m$ ，要使  $v'=2v$ ，答案 (3、4) 是可行的。

例 13 在盛水的容器内，用一根轻弹簧把密度小于水的木块和容器底部相连，如图 1-2-2 所示，使木块全部浸入水中，容器竖直向上作加速运动，则有：

(1) 容器加速上升时，木块将超重，所以弹簧被压缩；

(2) 木块加速上升时，木块将超重，水的浮力同样增加，所以弹簧长度不变；

(3) 由于水的密度和木块的密度不同，加速上升时，弹簧的长度将增加；

(4) 由于水的密度和木块的密度不同，加速上升时弹簧的长度将减小。

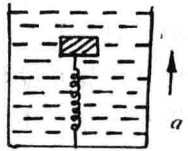


图 1-2-2

这是一道单式选择题，按几率分布，每个答案被选中的机会占  $1/4$ ，试题解答情况表明，每个结论的选答率均在  $0.3-0.2$  之间，这确实是一个巧合。

错因分析：每一个答案都有人选，正是这道试题的绝妙之处，它把学生对这一问题的认识水平分成了四个不同的等级，把学生知识方面和思维方面的问题暴露得清清楚楚。

看到了容器加速上升时木块处于超重的一面，而忽略了水对木块浮力的变化，或者认为浮力是不会变化的，就选了错误答案 (1)。

注意到了两者的变化，而忽略了由于两者密度不同，两者增加的数值是不同的，或者认为两者在加速度相同的条件下，增量是相同，就选了错误答案 (2)。

错选 (4) 的学生应该说是考虑得比较全面的，但由于推理过程草率，最终未能得出正确结论。

要正确解答这道习题，必须抓住浮力的变化这一关键，大家知道，浮力是液体对物体的压力之差，这与一个木块放在桌面上受到水平面的支承力本质上是相同的。假如放在桌面上的物体静止时，支承力  $N=mg$ ，当桌面以加速度  $a$  向上作加速运动时，则支承力  $N'=m(g+a)$ 。同理，在液体中的物体受到的浮力，静止时等于排开液体的重量，即：

$F=m'g$ ，容器加速上升时， $F'=m'(g+a)$ 。

所以，在加速系统中，可以把阿基米德定律中排开液体的重量理解为视重， $a=0$  时，排开液体的视重与实重相等，就还原成了阿基米德定律原来的形式。

理解这一点之后，再以木块为分析对象，受力图如 1-2-3 所示： $F$ 、 $f$  分别表示木块受到的浮力与弹簧的拉力。系统静止时： $F_0=f_0+mg$  即

$$V\rho_{\text{水}}g = kx_0 + V\rho_{\text{物}}g \quad ①$$

系统加速上升时：对木块 由  $F = ma$  得

$$V\rho_{\text{水}}(g+a) - V\rho_{\text{物}}g - kx = V\rho_{\text{物}}a \quad ②$$

将①②变形得：  $k(x-x_0) = \rho_{\text{水}}Va - \rho_{\text{物}}Va$ .

由于  $\rho_{\text{水}} > \rho_{\text{物}}$ ,  $x-x_0 > 0$ , 弹簧将伸长, 其伸长量为:

$$\Delta x = Va(\rho_{\text{水}} - \rho_{\text{物}}) / k.$$

例 14 四个小球 A、B、C、D, 已知 A 带负电, B 排斥 A, C 吸引 B, D 吸引 C, 则 D 球:

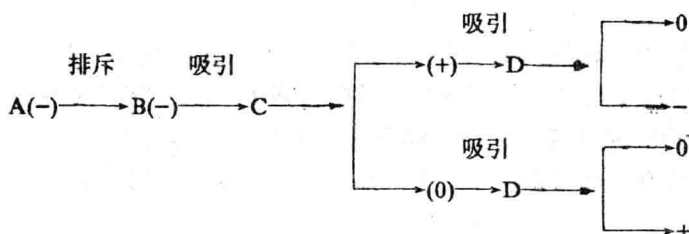
- (1) 一定不带电;                      (2) 不会带正电;  
 (3) 一定带负电;                      (4) 带电或不带电均可.

对本题选答率的统计结果是:

- (1) 0.12;                      (2) 0.13;                      (3) 0.46;                      (4) 0.29.

错因分析: 选择正确答案 (4) 的学生只占 29%, 说明大多数学生对知识的理解是片面的, 或者推理过程是不完整的. 有 46% 的学生选错误答案 (3), 反映了这些学生对带电体与不带电的导体由于静电感应有相互吸引这个问题没有弄清.

此题的思维过程可用下图表示 (“0”表示不带电)



如果学生不全面考虑, 停留在某一思路上, 就会得出错误的结论.

如果只考虑到 C 为 “+”, D 为 “-”就选了答案 (3); 如果只考虑 C 为 “+”, D 为 “0”就选了答案 (1); 如果只考虑到 C 为 “+”, D 可 “0”可 “-”就选了答案 (2). 可见, 只有全面考虑, 才可选出正确答案.

当然, 有一部分学生选答失误, 还有其它方面的原因, 比如, 这道题的叙述别致, 说 “B 排斥 A” 而不是说 “A 排斥 B”, 这就在解答前还有一个理顺的问题, 另外这一试题的字数不多, 信息量却很大, 有 A、B、C、D 四个小球, 还有带 “+” 电, 带 “-” 电、不带电等各种情况. 不能排除, 不少考生, 不一定读懂了题目, 而是靠一时的兴趣随意作答造成的.

### (三) 思维过程僵化

这类问题在学生中不同程度的存在. 造成这类问题的原因主要是由于学生对知识掌握得过死, 不注意从不同侧面去理解、记忆, 不注意了解知识与知识之间的联系, 靠反复训练某些类型的习题, 使之强化, 达到反应 “自动化” 的程度, 死背某些题型和基本解法, 久而久之造成思维僵化.

当某种题目的提问方式变换之后, 当题目中的关键字句调整之后, 仍然按原来的模式去

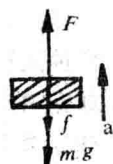


图 1-2-3



套，按头脑里固有的方法去机械地处理问题。这类“症状”比较明显的同学，对新题型一般望而生畏，束手无策。

例 15 一架飞机以 150 米/秒的速度在高空沿水平方向匀速飞行，某时刻让 A 球落下，相隔 1 秒钟又让 B 球落下，不计空气阻力，关于 A 球与 B 球的位置关系，正确的是：

- (1) A 球在 B 球的前下方； (2) A 球在 B 球的后下方；  
 (3) A 球在 B 球的正下方 5 米处； (4) 以上说法都不对。

对试题解答情况进行统计，出现的情况是：两头少，中间多，选 (1) 或 (2) 只占 10%，有 72% 的学生选择错误答案 (3)，能选出正确答案 (4) 的只占 19%。

错因分析：对这类问题的探讨在各类资料中都不少见，据调查，学生在接触这题之前，已经做过几次这类习题，反复训练的结果，在学生头脑中形成了一个固定的模式：A 与 B 必在一条竖直线上，至于 5 米处，粗略地考虑，1 秒末正好 A 在 B 下方 5 米处。不少考生自作聪明地认为这道题的关键就是“前下方”“后下方”“正下方”的选择。这种思想对学生迅速选择 (3) 起了决定性作用，掩盖了学生的解答与题目要求之间的矛盾。所以做完之后，很少有人怀疑自己的解答有错误。

仔细分析，题目要求 A 和 B 的位置关系，显然两球之间的位置不是固定的，而是随着时间的推移在不断的变化，正确的位置关系是： $\Delta h = \frac{1}{2}g(2t - 1)$

例 16 有一段 12 厘米长的汞柱在均匀玻璃管中封住一定质量的气体，若开口向上将玻璃管放置在倾角为  $30^\circ$  的光滑斜面上，则被封住气体的压强为： $(p_0 = 76 \text{ 厘米汞柱})$

- (1) 76 厘米汞柱；(2) 82 厘米汞柱；(3) 88 厘米汞柱；(4) 70 厘米汞柱；

这道题来不及统计，没有具体数据，不过有一点是十分清楚的，选择正确答案 (1) 的考生很少，很少。

错因分析：据学生考完后透露，他们遇到这道试题的时候，首先被排除的就是答案 (1)，因为大量这类习题的训练，使他们产生了这样一个印象：玻璃管中的气体被水银柱封住之后，如果水银柱不水平，就一定要考虑水银柱重力的压强，肯定不会等于  $p_0$ ，连角度都没有考虑的就选择了答案 (3)。考虑了倾角，进行过一些简单的运算的就选择了答案 (2) 或 (4)。

可以想象，学生平常做的那些求玻璃管中气体压强的习题，大都是玻璃管处于静止状态的情形，所用的是静力学中的方法。现在讨论的玻璃管处于加速运动状态，不少学生适应不了这种变化，仍用静力学中的方法来处理动力学问题，当然会得出错误的结论来。

正确的思维过程是：

以水银柱为研究对象，其受力情况如图 1-2-4 所示，无论玻璃管是否具有初速度，也无论玻璃管的初速度是沿斜面向上还是沿斜面向下，在不计摩擦的条件下，玻璃管的加速度为： $a = g\sin\theta$ ，方向沿斜面向下，即研究对象水银柱的加速度。由  $F = ma$ ，关于水银柱的方程为： $p_0S + mg\sin\theta - pS = ma$ ，由于  $a = g\sin\theta$ ，解之得  $p = p_0$ 。



图 1 2 1

刚好是被大部分考生首先视为错误的正确答案。