

学习物理过程中常见典型错误分析

刘诚杰 刘景世

(宝鸡文理学院物理系 陕西 721007)

常言道,知己知彼,百战百胜。物理教师只有深入了解学生在学习物理的过程中常犯的典型错误,在备课时才能对症下药,有的放矢,收到事半功倍的效果。学生在学习物理的过程中常见典型错误可以归纳为如下 12 种,认真分析这些典型错误所产生的原因,从中可以受到启发,从而能掌握教好物理的正确方法。



平均速度的概念。平均速度是指质点在一段时间内的总位移与所运动的时间的比值;而有的同学却认为平均速度就是速度的平均值,当然,对于匀变速直线运动,平均速度的值就等于初、末速度的平均值,但这仅仅是一种特殊情况,对于一般的变速运动,平均速度绝不是速度的平均。只从字面去注释

物理概念,是学生在物理学习过程中常犯的典型错误。例如对“电荷的定向移动形成电流”只简单地理解为电荷向一个方向移动形成电流,并未深入分析电荷移动的微观实质,从而把电子定向移动的平均速度与电流的传导速度混为一谈,误认为电荷在导线中移动得非常快,再如对摩擦力的概念,把“相互接触”理解为整个物体接触,因此在分析自行车前后轮所受到的摩擦力时常得出错误结论。学习物理概念时,一定要深入理解物理概念的物理意义,不能用学习语文的方法从字面去注释名词,顾名思义。

一、抛不开错误的生活经验,有碍于对物理概念与规律的深刻理解

对于力和运动的关系,学生在上初中时就看到马拉车的情况,马拉车时,车就运动,马不拉时,车就不动,因而就很容易形成“力是产生速度维持物体运动的原因”这样一个错误概念,这一错误的生活经验有碍于对牛顿第一运动定律的深刻理解,高一物理课本在总结第一定律的内容之前,先讲《历史的回顾》就是为了纠正这一错误观点。“先破后立”的方法是辩证唯物主义最基本的方法,也是教好物理的有效方法之一。

在学习自由落体定律之前,学生因看到鸡毛或纸片比石块下落得慢,就得出错误的结论:物体越重就下落得越快。在学习功的概念之前,就有这样的错误生活经验:只要出力流汗就一定做了功,因而对人提重物在水平公路上运动一段距离后虽然累得满头大汗,然而做功为零的事实感到无法接受。在学习力学时,错误的生活经验特别多,错误的生活经验先入为主,直接影响着对物理概念规律的理解与学习。显然,采取“先破后立”的方法,用实验排除错误的生活经验,是教好物理的有效途径。

二、不深入理解物理概念的物理意义,只从字面去理解注释物理概念

三、抛开物理定律的适用条件和所表达的物理内容,单纯从数学角度去分析讨论问题

任何一条物理定律都是在一定的条件下用大量的实验事实归纳总结出来的,所以,学习物理定律时必须了解它的适用条件,熟知它所表达的物理内容,而不能用学习数学的方法,单纯从数学角度去分析考虑问题,得出与事实不相符的结果。例如,学习了万有引力定律后,有同学误认为,当 $r \rightarrow 0$ 时, $F \rightarrow \infty$,这一数学分析推理完全抛开了万有引力的适用条件:两物体可视为质点。学习库仑定律后,也出现类似的错误,认为两电荷距离很近时,它们之间的相互作用力相当大,而忘记了库仑定律的适用条件是真空中两个点电荷。学习欧姆定律后,有人把欧姆定律的公式写成 $U = IR$ 或 $R = U/I$,说什么 $I = U/R$

为了描述变速运动的快慢,物理学中建立了

与 $U = IR$ 或 $R = U/I$ 是等价的,是一样的。根据欧姆定律所表达的内容,它的数学公式只能表示为 $I = U/R$ 。 $U = IR$ 是表示电流通过电阻后因做功而使电压降低,该式说明了能量的转换与守恒; $R = U/I$ 给出了测量电阻的一种方法——伏安法测电阻,3个数学公式的意义是不同的,用学习数学的方法去学习物理是学不好的。在对物理公式进行数学讨论时不能抛开物理定律的适用条件和所表达的物理内容。

四、将定义式和关系式混为一谈

物理量都有定义和定义式。如 $E = F/q$, $C = Q/U$, $U = W/q$, $R = U/I$ 等分别是电场强度、电容、电势、电阻的定义式,对于任何一个定义式,都不存在正比与反比的关系,它只表示量度该物理量的一种方法。例如 $C = Q/U$, 我们不可说“平行板电容器的电容跟两板上所带的电量 Q 成正比,跟两板间的电压 U 成反比。”因为电容器的电容是客观存在的,当两板不带电时,电容依然存在。 $E = KQ/r^2$ 和 $E = U/d$ 分别表示点电荷的场强大小的关系式和平行板电容器间匀强电场的关系式。 $R = \rho/l$ 表示电阻的关系式。对于任何一个关系式,都可以说正比与反比的关系,因为关系式就是表示该物理量的大小都与哪些因素有关系。在学习物理量时,要将物理量的定义式与关系式严格区分,深刻理解数学公式所表示的物理意义,不可将两者混为一谈。

五、忽视物理公式的适用范围及使用条件,乱套公式解题

物理公式是对物理规律的定量描述,都有一定的适用范围或成立条件。如果忽视这一点而乱套公式,必然会得出错误结果,下面仅举两例作以说明。

例1 一台电动机的线圈内阻是2欧姆,将这台电动机接在220伏的电源上,正常运转时通过线圈的电流是10安培。问:电动机的输出功率是多少?

对于这样一道题,乱套公式有下列3种结果。

(1) $P_1 = UI = 220 \times 10 = 2200W$; (2) $P_2 = I^2 R = 200W$; (3) $P_3 = U^2/R = 24200W$ 。这3种结果都不是电动机的输出功率。 P_1 是电源对电动机的输入电功率; P_2 是电流经过线圈时的电热率; P_3 是短路(如电动机因负载过重而被卡住不转或转速非常缓慢)时的电热率,显然这是一种烧毁电动机的现象。而电动机的输出功率应是 $P_1 - P_2 = 2000W$ 。这3

个物理公式的区别与联系是什么?请读者自己总结。

例2 在平静的水面上,不计水的阻力,总质量为 M 的船以速度 V 向行驶,中途船上人以相对船为 v 的速度向后抛出质量为 m 的物体,求船速?

此题用动量守恒定律求解。动量守恒定律是一个矢量式,定律中的各速度都必须是相对于同一参照系,定律公式中两边各动量必须分别是作用前和作用后同一时刻的量,如果不理解这些条件而乱套公式必然有下列错误:设抛出物体后船速为 V' ,

$$MV = (M - m)V' - m(v - V)$$

$$\therefore V' = V + \frac{m}{M - m}v$$

错误的根源在于: v 和 V 不是同一时刻两相关物体的速度。在物体以相对于船为 v 的速度被抛出的时刻,船速已经变为 V' 了,所以物体相对地面的速度应该是 $v - V'$,因而正确结果应该是 $V' = V + \frac{m}{M}v$ 。

六、不深入理解物理规律中的因果关系及适用条件,常常死记硬背

物理规律都有因果关系。例如,物体因受力而产生加速度;导线因切割磁力线会产生电动势;置于匀强磁场中的金属导体因通电才受到安培力的作用;在反射定律中,因有入射光线才有反射光线,所以反射角等于入射角等等。因果关系贯穿于物理现象的始终,学习物理规律时,不但要弄清数量关系和单位关系,更为重要的是要深入理解物理规律的因果关系,不要死记硬背,表述物理规律时不能因果颠倒。常言道:牢固的记忆是建立在正确理解的基础上。只有深入理解物理现象和物理规律的因果关系,才能学好物理学;而死记硬背,不解其义,在应用的过程中最容易出错。

七、对物理量的引入目的及物理意义不明确,常常将意思相近的概念混为一谈

学习物理量时,一定要明确:为什么要引入这个物理量?这个物理量的物理意义是什么?这个物理量与前面所学过的意思相近的概念有什么区别与联系?只有这样,才能及时澄清容易混淆的物理概念。例如热能、内能、热量和功,电势、电势差和电压,干涉和衍射等都是意思很相近的物理概念,在学习的过程中要及时澄清物理概念,在解题过程中才能思

路清晰,迅速准确。物理学中容易混淆的概念很多,如平衡力和反作用力等等都是很容易混淆的物理概念,不少同学之所以感到“物理越学越糊涂,越学越难学”,其原因就是没有及时澄清容易混淆的物理概念。

八、不善于通过弄清物理过程而理出简明的解题思路

对于一些难度较大的综合题,如机械能守恒定律和动量守恒定律的综合应用,力电综合题,电磁感应综合题等,解题的关键在于通过弄清物理过程从而理出简明的解题思路,把物理问题迅速转化为数学问题。对于较复杂的物理问题,首先要弄清物理过程,弄清整个过程的性质、细节和特征,并把整个过程分解为几个较为简单的子过程。根据每个子过程的性质、细节和特征来确定相应的方程,这就把物理问题转化成了数学问题,这一步是最困难的,只有结合各种类型的综合题,进行反复的训练和总结,才能提高综合解题能力,才能学会如何通过弄清物理过程而理出简明的解题思路的方法。

例3 如图1所示, K 闭合时,带电量为 q 的小球静止在平行板电容器的中点,已知电源电动势为 ε ,内阻不计, $R_1 = R_2 = R_3 = R_4$ 。当 K 打开后,小球向某个极板碰撞,不损失机械能。碰撞后,小球带电量发生了变化;小球带有与该极板同种性质的电荷,而且所带电量恰好能使它到达另一极板。求小球碰撞后所带的电量。

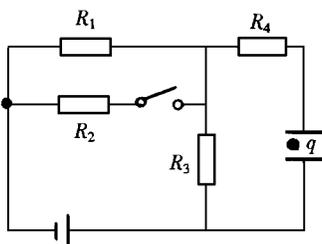


图 1

解: 整个物理过程可化成 4 个子过程:

(1) K 闭合时, 带电小球在电场力和重力作用下平衡,

$$qE = mg, \quad E = U/d,$$

$$\therefore U = mgd/q \quad (1)$$

(2) K 打开后, 两极板间的电压由 U 变为 U' ,

$$U' = \frac{1}{2}\varepsilon, \quad U = \frac{2}{3}\varepsilon,$$

$$\therefore U' = \frac{3}{4}U = \frac{3mgd}{4q} \quad (2)$$

(3) 因电压减小, $qE < mg$, 小球向下运动, 到达下板, 由动能定理:

$$\frac{1}{2}mv^2 - 0 = mg \cdot \frac{d}{2} - q \cdot \frac{U'}{2} \quad (3)$$

(4) 带电小球与下板碰撞后, 动能不变, 向上运动, 到达上板时, 速度为零, 由动能定理:

$$0 - \frac{1}{2}mv^2 = -mgd + q'U' \quad (4)$$

$$\text{②、③、④联立求解得 } q' = 7q/6.$$

通过这道例题不难看出, 弄清物理过程, 理出简明的解题思路是解题的关键。

九、抓不住“隐含条件”及“相关条件”, 致使问题无法解决

所谓“隐含条件”就是题设条件没有明确给出, 而藏匿在某些文字说明中, 在分析题意时, 必须认真寻找题中“隐含条件”。例如在用理想气体状态方程解题时, 题中常有如下隐含条件: “内径均匀”的玻璃, 是指可用长度表示体积; 两容器用“细”玻璃管连接, 是指用来连接玻璃管的体积可以忽略不计; 将一活塞“缓慢”向下推入管中, 是指属于等温变化, 可用玻马定律求解; 容器“与大气相通”是指此过程属于等压变化。在力学中, 小球在“水平面”上运动, 是指重力势能不考虑等等。

所谓“相关条件”是指两个研究对象之间的相互制约关系及相互联系。在热学中具体表现为研究对象之间的压强关系和体积关系。在物体的转动中具体表现为角量和线量的关系, 例如一匀质圆柱沿桌面“只滚不滑”地向前运动, 是指相关条件是 $a = R\beta$ 。如果抓不住隐含条件和相关条件, 就可能会感到已知条件“不足”而无法求解。

十、不善于利用各种方法寻找替换方案

分析解决物理问题的方法要灵活多样。在长期的实践中, 人们总结出分析解决物理问题的方法有物理模型法、等效法、虚设法和补偿法、逆向思维法、正交分解法、物理图线法、整体法和隔离法等等。对于不同的问题就要用不同的方法。对同一道物理题, 这种方法不行, 可以寻找替换方案用另一种方法求解。正向思维解决问题有困难时, 可用逆向思维法。用方程求解有困难时可改用物理图线法分析求解。要掌握各种方法的特点和技巧, 善于利用各种方法寻找替换方案, 这样才能学好物理学。

科学家正在揭开太阳中的微子之谜

周道其

(湘潭机电高等专科学校物理系 湖南 411101)

揭开太阳中微子之谜已成为即将过去的 2001 年物理界最引人注目的事件之一,著名俄罗斯物理学家、科学院院士维塔利·金兹堡在接受俄通社-塔斯社记者采访时指出,“问题在于,在所有实验中记录的来自太阳的中微子流都低于理论预期值,这种偏差已成为激烈科学争论的原因,这一问题会影响到我们关于太阳内部结构以及太阳内部发生核反应的概念是否正确。现在我们只知道 3 种中微子——电子中微子、 μ 子中微子和 τ 子中微子,物理学家在一定程度上相信,实验也将继续证明,这几种中微子在从太阳内部飞向地球的过程中一定会互相转化。这非常重要地表明,可能是一种中微子,也可能是两种中微子具有静止质量并经常会发生所谓的振荡——从一种中微子转化成另一种中微子的变态作

用”。金兹堡认为,获得的这一结果具有重大意义,因为它给一系列天体物理学和物理学问题带来了光明。

金兹堡还认为,在宇宙学领域还会发生或将会发生“最令人震惊的事件”,首先,这与发现所谓的“暗能量”有关,“暗能量”与“暗质量”毫无共同之处。其次,是巨大的看不见的宇宙物质部分。现在越来越清楚,“暗物质”要比普通的重子物质多得多,它只是以某种未知的形式存在,有可能是以新的引力相互作用粒子形式存在。他指出,至于“暗能量”,它绝不是粒子,而仿佛是在充满宇宙空间的物理真空中散发出来的某种能量,它在很多情况下确定我们宇宙在大爆炸之后的膨胀进程。

(译自俄《宇宙信息分析高架网》2002 1 15)

十一、习惯思维的定势影响,容易使人对问题做出错误的判断或者把简单的问题复杂化

学习力学后,我们认识到:输出功率最大时,效率就一定最高,在学习电学时,若要问电源的输出功率最大时,其效率是否最高?有人可能回答:是。这就是力学定势思维对我们的影响,使人们对问题做出错误的判断。电源的输出功率最大时,效率仅有 50%。

十二、以主观判断代替客观的物理事实

对于任何一种物理现象,只有用物理学的基本知识进行正确的分析论证之后,才能给它下一个确切的结论,从而做出正确的判断;如果只凭主观印象去猜测,往往会做出错误的结论。要养成良好的学习习惯和正确分析问题的方法,对问题所做出的每一个判断都必须以物理学的基本概念和基本规律为依据。

例 4 为了抓住水中的鱼,问:人应该如何去抓?

不少同学拿到这道题后,凭主观印象去猜测,得出错误的判断:“手朝前抓”,“手朝前上方抓”,“朝后抓”等。

如果用折射定律进行正确的作图,会发现,鱼的像在鱼的后上方,人眼所看到的鱼实质是水中的鱼经水面折射后所成的像,而鱼是在它的像的下方略朝前,所以要抓到鱼,必然朝前下方抓。

通过对 12 种典型错误的分析,我们不难看出,要学好物理,就必须抓住物理学的特点,掌握学习物理的方法,灵活正确地运用各种方法去分析解决问题。在学习物理的过程中,为什么会出现一学就“会”、一看就“懂”、一用就错的现象呢?其根本的原因就是没有认真纠正这些典型的错误,没有真正掌握学习物理的方法。