



物理

物理学习中的科学方法

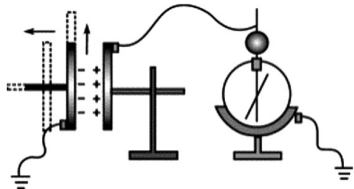
首都师范大学附属中学 詹凯

在物理学习过程中,同学们会遇到不计其数的方法。有一些方法可以总结成好记的顺口溜,比如“高轨低速大周期”“同侧法”“增反减同”等等。然而这些所谓的方法更多是针对某些特定题型的解题套路,离开这些特定的习题和问题,就需要普适的科学方法来解决。科学方法并非解题的套路,而是在学习物理时,需要着重掌握的大概念、大思路。如果能够围绕这些科学方法对考题进行剖析,掌握解题的大思路与共性策略,便会取得事半功倍的复习效果。

一、控制变量法

人教版教材必修一在“实验:探究加速度与力、质量的关系”一节中,介绍了“控制变量”这一方法。在高中物理学习中,除了要有控制变量的意识外,还需要明确变量有哪些,每一步探究控制了哪些量不变,哪个量变化等具体问题。很多物理探究题的考查都离不开控制变量的方法,如“探究向心力大小的表达式”“平行板电容器的电容(拓展学习)”“探究气体等温变化的规律”等。

【例1】(2010年北京理综卷第18题) 用控制变量法,可以研究影响平行板电容器电容的因素(如图)。设两极板正对面积为 S ,极板间的距离为 d ,静电计指针偏角为 θ 。实验中,极板所带电荷量不变,若()



- A. 保持 S 不变,增大 d ,则 θ 变大
B. 保持 S 不变,增大 d ,则 θ 变小
C. 保持 d 不变,减小 S ,则 θ 变小
D. 保持 d 不变,减小 S ,则 θ 不变

【参考答案】A

二、比值定义法

人教版教材必修三在“电场强度”一节中介绍了“用物理量之比定义新物理量”,也就是“比值定义法”。对于比值定义法,我们不能仅停留在“物理量比物理量”这个理解上,而应深入讨论以下问题:

第一,是用A比B定义新物理量,还是用B比A? 比如电场强度用 $\frac{F}{q}$ 定义,那能不能用 $\frac{q}{F}$ 来定义呢? 同学们会发现,前一种定义法比较符合一般的思维习惯,即对同样的检验电荷来说,受力越大,则该处场强越大。

第二,同为比值定义法,也要有所区分。比如加速度 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$,导体的电阻 $R = \frac{U}{I}$,这两个定义式都叫作“比值定义”,但是两者是有区别的,特别是在 $v-t$ 图像和 $U-I$ 图像中就可以看出。根据 v 的定义,加速度是 $v-t$ 图像中每个点切线的斜率;而电阻 R 是 $U-I$ 图像中每个点与原点连线的斜率。再比如,根据磁场对通电导线的安培力所确定的磁感应强度 $B = \frac{F}{IL}$,需要强调“导线与磁场垂直”这个条件,这与电场强度的定义就有所不同。

第三,不能把一些司空见惯的表达式与定义式搞混,如下方例题所示。

【例2】真空中静止的点电荷,电荷量为 Q ,在与其相距为 r 的位置产生的场强为 E ,请用电场强度的定义和库仑定律推导 $E = k\frac{Q}{r^2}$ 。

【参考答案】在点电荷 Q 的电场中距 Q 为 r 的位置放一电荷量为 q 的检验电荷,检验电荷受到的电场力 $F = k\frac{Qq}{r^2}$,根据场强的定义 $E = \frac{F}{q}$,得 $E = k\frac{Q}{r^2}$ 。

说明:若检验电荷受到的电场力表达式为 $F = \frac{QQ}{r^2}$,说明其将检验电荷电荷量也设定为 Q ,则电场强度的定义式应为 $E = \frac{F}{Q}$,两个表达式均正确,此题得满分;若没有设定检验电荷电荷量为 Q ,但电场强度的定义式表达式为 $E = \frac{F}{Q}$,则此公式不得分(因为题目中明确了场源电荷电荷量为 Q)。

同学们应注意,在定义电场强度时要明确区分场源电荷和检验电荷,也需要认识到点电荷的电场强度表达式并非定义式。

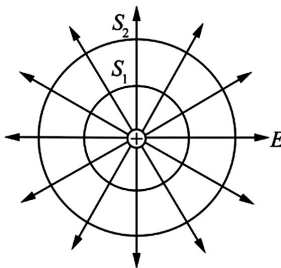
三、抽象与概括法

人教版教材选择性必修一在“弹性碰撞和非弹性碰撞”一节中介绍了“抽象与概括”,指出物理学家在寻找碰撞过程中的物理规律时,逐渐总结和概括出“动量”这个物理量。同学们可以结合以下例题思考:“磁通量”这个概念是否也是物理学家在研究电磁感应现象的过程中总结与概括出来的呢?

【例3】(2018年北京理综卷第24题节选) (1)静电场可以用电场线和等势面形象描述。

点电荷的电场线和等势面分布如图所示,等势面 S_1 、 S_2 到点电荷的距离分别为 r_1 、 r_2 。我们知道,电场线的疏密反映了空间区域电场强度的大小。请计算 S_1 、 S_2 上单位面积通过的电场线条数之比 N_1/N_2 。

【参考答案】 $\frac{N_1}{N_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$ 。



四、理想模型

人教版教材选择性必修三在“气体的等压变化和等容变化”一节中介绍了“理想模型”,诸如质点、点电荷、单摆、弹簧振子、理想变压器、理想气体等概念都是理想模型,我们求解的绝大多数物理问题也都是基于理想模型所进行的推算。同学们可以进一步思考两个问题:一是实际问题抽象为理想模型,应当如何抽象? 二是理想模型求解所得的结果与实际结果的差别能否进行定性半定量的解释,甚至对理想模型进行合理修正,让其更加接近真实情况?

【例4】在人教版教材必修一中,“匀变速直线运动的研究”在其章首有这样一则报道:世界上第一条商业运行的磁悬浮列车——“上海磁浮”,已于2003年10月1日正式运营。据报道,上海磁浮线路总长33km,一次试车时全程行驶了约7min30s,其中以430km/h的最高速度行驶约30s。

学完本章之后,同学们可以根据以下问题串对该列车的运行速度、加速度做一个深入的定量计算。

(1)以“匀加速—匀速—匀减速”为运动过程模型,画出该过程的 $v-t$ 图;

(2)按照你所画的 $v-t$ 图计算列车在7min30s内运行的距离;

(3)如果你计算出来列车运行的总距离与报道中有偏差,你觉得如何改进 $v-t$ 图,就会更接近该列车实际的运行情况呢?

五、演绎推理与归纳推理

人教版教材必修二在“动能和动能定理”一节中介绍了“演绎推理”,选择性必修二在“楞次定律”一节中介绍了“归纳推理”。同为推理,两者却很不相同,“归纳推理”是从物理现象出发研究问题,而“演绎推理”则是由已知物理规律出发研究问题。

同学们所做的大量练习,其实都是演绎推理。而在物理学的发展过程中,包括新概念的提出、新规律的发现,则更需要归纳推理。下面两个例题分别侧重演绎推理和归纳推理,同学们可以对比来看。

【例5】(2022年北京卷第19题节选) 利用物理模型对问题进行分析,是重要的科学思维方法。

(2)设行星与恒星的距离为 r ,请根据开普勒第三定律($\frac{r^3}{T^2} = k$)及向心力相关知识,证明恒星对行星的作用力 F 与 r 的平方成反比。

【参考答案】设行星绕恒星做匀速圆周运动,行星的质量为 m ,运动半径为 r ,运动速度大小为 v 。恒星对行星的作用力 F 提供向心力,则 $F = m\frac{v^2}{r}$,运动周期 $T = \frac{2\pi r}{v}$ 。

根据开普勒第三定律 $\frac{r^3}{T^2} = k$, k 为常量,得 $F = \frac{4\pi^2 km}{r^2}$,即恒星对行星的作用力 F 与 r 的平方成反比。

【例6】(2019年北京理综卷第19题) 光电管是一种利用光照射产生电流的装置,当入射光照在管中金属板上时,可能形成光电流。表中给出了6次实验的结果。

组	次	入射光子的能量/eV	相对光强	光电流大小/mA	逸出光电子的最大动能/eV
第一组	1	4.0	弱	29	0.9
	2	4.0	中	43	0.9
	3	4.0	强	60	0.9
第二组	4	6.0	弱	27	2.9
	5	6.0	中	40	2.9
	6	6.0	强	55	2.9

由表中数据得出的论断中不正确的是()。

A. 两组实验采用了不同频率的入射光

B. 两组实验所用的金属板材质不同

C. 若入射光子的能量为5.0eV,逸出光电子的最大动能为1.9eV

D. 若入射光子的能量为5.0eV,相对光强越强,光电流越大

【参考答案】B

以上总结了高中物理教材中涉及的6种科学方法,同学们在复习备考中需要打破知识模块的壁垒,将力学、电磁、热学、光学等内容横向对比,总结其中相同或相似的思想方法,提升自己对物理学的认识高度。同时,在科学探究的过程中,体会科学研究方法,养成科学思维习惯。