

刍议比值定义法

唐冬梅

(南京师范大学附中江宁分校 江苏 南京 211102)

(收稿日期:2015-10-11)

摘要:本文阐述了比值定义法的内涵和外延,论述了比值定义法的类型,区分了比值定义式与物理量决定式这两类容易混淆的数学表达式,最后提出了在理解比值定义法时的注意事项,希望从这5方面让大家更深刻地理解比值定义法.

关键词:比值定义法 内涵 外延

1 问题的提出

初高中物理教材中的许多物理概念是运用比值定义法来定义的,比如密度、加速度、场强等.然而在高三复习时遇到这样一个题目:用比值法定义物理量是物理学中一种很重要的思想方法,下列物理量由比值法定义的是

A. 加速度 $a = \frac{F}{m}$

B. 磁感应强度 $B = \frac{F}{Il}$

C. 电容 $C = \frac{Q}{U}$

D. 电流强度 $I = \frac{U}{R}$

答案:B,C.

不但学生的解题情况不尽如人意,许多中学物理教师在被问及比值定义法的定义或本质时,几乎也鲜有人能回答出来.

2 比值定义法的内涵

比值定义法就是指在定义某一个物理量的时候采取比值的形式,即将某一物理量作为分子,另一物理量作为分母,把得到的比值定义为新的物理量的一种方法.

利用比值义法定义新的物理量必须满足以下条件:一是已知的两个物理量与要反映的事物本质属性有关系;二是已知两个物理量的比值具有确定性

和区别性,即对于同一事物或同一事物的某一特点有唯一确定值,对不同事物或同一事物的不同特点一般是不同的,能够将它们区别开;三是两个物理量比值的结果有意义,能反映事物的本质特征.

3 比值定义法的外延

比值定义法的基础是比较法.比较法是确定研究对象之间差异点和共同点的思维过程和方法,是抽象和概括的前提,是物理学常用的方法.比较的程序:首先进行“同中求异”、“异中求同”的比较;总结比较中共同出现的关键物理量;明确比较的统一标准;标准统一比较才有意义,而且要尽量简单到“一个单位”.

譬如速度的定义:因为物体运动的快慢可以用“相同的时间比较路程”.所以速度的定义是“物体在单位时间内所通过的路程叫速度”.这里的“单位时间”在国际单位制中就是1 s.如果不是1 s,而是时间 Δt (单位s)内通过的路程为 Δx ,则平摊到1 s内的路程为 $\frac{\Delta x}{\Delta t}$,所以速度的计算式就变成 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$,速度的国际单位是m/s.如果我们从另一个角度.用“相同的路程比较时间”的方法定义速度.则速度就可以定义为“物体在通过单位路程时所需要的时间叫速度”.速度的计算式就变成: $c = \frac{\Delta t}{\Delta x}$,速度的国际单位就变成:s/m了.

【例1】如果用单位路程所用的时间来表示运动的快慢,速度的单位应该是_____,用这种方法

_____ (能 / 不能) 比较物体运动的快慢. 如果一个物体在 10 s 内运动了 50 m, 如果用这种方法表示它的速度, 其速度大小为 _____. 有甲、乙两个物体的“速度”分别为 0.2 s/m 和 5 s/m, 则运动较快的是 _____ 物体 (答案: s/m, 能, 0.2 s/m, 甲)

通过这个例题, 我们会发现经过改变后的物理量定义初看很别扭, 那是因为我们一直没有这么说, 如果先人采用我们改变后的定义, 我们也会对现在定义感到别扭. 但是通过这样的重新定义, 可以让我们更好地理解“一个单位”, 才能让学生真正理解比值定义的概念. 在日常生活中也常遇到类似的情况, 购买物品时的“单价”就是一例. 此外, “人均占有耕地面积”等, 实际上都是用比值定义的.

4 比值定义法的类型

第一种比值法定义的物理量具有以下共同特征: 某一物理量的变化量除以所用时间, 用得出的比值来表示物理量在变化上的快与慢. 这种比值定义法主要反映的是效果. 下面列举一些用这种方法定义的物理量: 速度 $(v = \frac{\Delta x}{\Delta t})$ 反映了物体位置变化的快慢, 加速度 $(a = \frac{\Delta v}{\Delta t})$ 体现了物体速度变化快慢的物理量, 角速度 $(\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t})$ 反映了物体绕着圆心转动的快慢情况, 功率 $(P = \frac{W}{t})$ 反映的是物体做功的快慢情况.

第二种比值定义法的物理量具有以下共同特征: 两个甚至多个物理量的比值是固定的, 这种比值定义法反映了物质或物体属性, 其大小是取决于物体本身, 和公式中的其他物理量没有任何关系. 下面

列举一些用这种方法定义的物理量: 电场强度 $(E = \frac{F}{q})$ 是用于描述电场力的性质, 是由电场本身性质和空间的位置决定的, 和试探电荷没有关系. 电容器的电容 $(C = \frac{Q}{U})$ 反映了电容器存储电荷的本领, 与电容器是否带电以及带电量的多少没有关系. 磁感应强度 $(B = \frac{F}{IL})$ 可以表示磁场的强弱, 与放入导线的长短、流过导线的电流强度还有电流受到的力没有关系, 它是一个客观存在, 其决定因素是磁场本身.

5 比值定义式与物理量决定式的区别

比值定义式是根据比值定义法写成的数学表达式. 根据物理量的产生和变化由哪些因素决定而写成的数学式是决定式. 用比值来定义的物理量往往是反映物质的最本质的属性, 揭示了该物理量的物理意义, 它不随定义所用的物理量的大小 (即分子和分母)、取舍而改变. 例如, 加速度 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, 电场强度 $E = \frac{F}{q}$, 电阻 $R = \frac{U}{I}$, 电容 $C = \frac{Q}{U}$ 等等. 所谓决定式, 就是用来揭示物理量的大小取决于什么因素的数学表达式, 如 $a = \frac{F}{m}$ 揭示了加速度的大小与物体所受的合外力成正比, 与物体的质量成反比. 电阻 R 由它的材料 (用电阻率 ρ 表示)、长度 L 和横截面积 S 决定, 电阻的决定式为 $R = \rho \frac{L}{S}$. 表 1 对中学物理中一些用比值来定义的物理量的定义式和决定式做一对比.

表 1 用比值定义物理量的定义式与决定式的对比

物理量	定义式	决定式
压强 p	$p = \frac{F}{S}$	$p = \rho gh$ (液体压强的决定式)
加速度 a	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	$a = \frac{F}{m}$
电场强度 E	$E = \frac{F}{q}$	$E = k \frac{Q}{r^2}$ (点电荷场强的决定式);
电势差 U	$U = \frac{W}{q}$	$U = Ed$ (E 为匀强电场的场强, d 为场强方向上的距离)

续表

物理量	定义式	决定式
电容 C	$C = \frac{Q}{U}$	$C = \frac{\epsilon S}{4\pi kd}$ (平行板电容器的电容, ϵ 为电介质的介电常数)
电阻 R	$R = \frac{U}{I}$	$R = \rho \frac{l}{S}$
磁感应强度 B	$B = \frac{F}{IL}$	$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{r}$ (通电长直导线周围的磁感应强度) $B = \mu_0 nI$ (载流直螺线管内部的磁感应强度)
电流强度 I	$I = \frac{Q}{t}$	$I = neSv$ (微观); $I = \frac{U}{R}$ (部分电路); $I = \frac{E}{R+r}$ (闭合电路)

6 理解比值定义法时的注意事项

在理解比值定义法时一定要注意定义式本身的原型,需要明确定义某物理量的两种不同类型:

$$(1) \frac{y}{x} \left(\text{如电阻定义式 } R = \frac{U}{I} \right);$$

$$(2) \frac{\Delta y}{\Delta x} \left(\text{如加速度定义式 } a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \right)$$

【例 2】如图 1 所示为一小灯泡的伏安特性曲线,横轴和纵轴分别表示电压 U 和电流 I . 图线上点 A 的坐标为 (U_1, I_1) , 过点 A 的切线与纵轴交点的纵坐标为 I_2 , 小灯泡两端电压为 U_1 时,电阻等于

A. $\frac{I_1}{U_1}$

B. $\frac{U_1}{I_1}$

C. $\frac{U_1}{I_2}$

D. $\frac{U_1}{I_1 - I_2}$

答案: B.

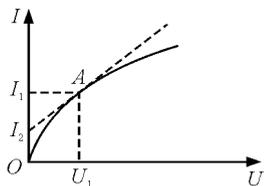


图 1

可见,对电阻来说,其定义式 $R = \frac{U}{I}$, 一般不能用 $\frac{\Delta U}{\Delta I}$ 来描述元件的电阻,只有在 $\frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{U}{I}$ 的情况下才有 $R = \frac{U}{I} = \frac{\Delta U}{\Delta I}$. 同样在伏安特性曲线中不能将曲线中某点的切线的斜率表示为此时的电阻,只有在该特性曲线是通过原点的直线一部分,切线的斜率和直线的斜率相等时才可,即定值电阻时才有

$$R = \frac{U}{I} = \frac{\Delta U}{\Delta I}$$

由此可见,在运用比值定义的概念来解决问题时应明确该概念是根据哪种类型进行定义的,“比”的两个物理量是否存在正比例的线性关系,如弹簧的劲度系数 $\kappa = \frac{F}{x}$, 也可以用 $\kappa = \frac{\Delta F}{\Delta x}$ 来表示. 匀变速直线运动的加速度 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, 因为 v 与 t 不存在正比关系, 所以就不能用 $\frac{v}{t}$ 描述加速度了. 同样在, 在表示 $v-t$ 图像中可以用某点的切线的斜率来表示该时刻的加速度, 而不是取某点与坐标原点的连线的斜率来表示该时刻的加速度

总之,在运用比值法定义物理量时一定要认识到被定义的物理量是反映了物体或物质的某种物理属性,与定义式中的物理量是无关的,新物理量的名称只是为了区分这些具有不同意义的比值,学生只有搞清引入某一物理概念的真正意图,才能对所研究的问题有深入的了解,从而真正掌握物理概念.

参考文献

- 1 邢红军. 按照比值定义法的本质改进高中物理概念的编写. 物理教师, 2004(4)
- 2 王友生. 注意区别两种不同类型的比值定义. 物理教师, 2003(11)
- 3 殷作模. 例谈高中物理比值定义. 中学物理高中版, 2013(4)
- 4 朱文军, 陆建隆. 例谈比值定义法构建物理概念. 物理教学探讨, 2008(10)
- 5 陈文广. 浅析物理量的定义式和决定式. 百度文库