

浅谈高中物理中切线斜率和连线斜率

杨荣生

(人大附中深圳学校 广东 深圳 518116)

(收稿日期:2018-05-02)

摘要:图像的斜率是高中学生较为难理解的问题,根据不同的定义有不同的物理含义.通过切线的斜率和连线的斜率对比,进一步明确物理概念,理解物理量的物理意义.

关键词:物理 切线 连线 斜率

1 物理图像斜率的含义

物理图像中的斜率,有“切线斜率”与“连线斜率”之分.在图1所示的某物理图像中, P 为图像上一点, PN 为图像上过 P 点的切线, O 为坐标原点. PN 直线的斜率称为 P 点“切线斜率”, PO 直线的斜率称为 P 点“连线斜率”.

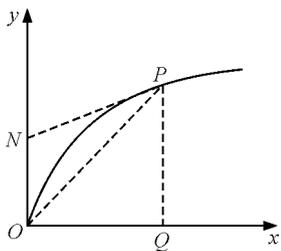


图1 物理图像

(1) 物理图像中的斜率是否具有明确的物理意义?表示什么物理意义?

一般地,斜率的物理意义通过纵坐标物理量与横坐标物理量作比就能揭示出来.如果所作比得到的“比值”与高中物理中某已知物理量的定义式或单位相同,那么该图像斜率就有明确的物理意义,其物理意义正是已知物理量所对应的意义;否则没有明确的物理意义.如 $x-t$ 图像中的斜率表示了速度, $v-t$ 图像中的斜率表示了加速度, $U-I$ 图像中的斜率表示了电阻, $F-x$ 图像中的斜率表示了劲度系数, $F-q$ 图像表示了电场强度, $\varphi-x$ 图像中的斜率也表示电场强度, $W-x$ 图像表示了力等.然而, $E-x$ 图像、 $P-t$ 图像中的斜率没有明确的物理意义.

(2) 物理图像中的斜率是看“切线斜率”还是看“连线斜率”?

一般地,如果纵坐标物理量为横坐标物理量在某方面的积累效果,或者某物理量的定义为微分形式,那么应该看“切线斜率”,如果某物理量的定义为状态量的比值形式,则看“连线斜率”.如在 $x-t$ 图像中,由于速度的定义为 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$,它是一个微分形式,故它的切线的斜率才表示速度.类似的 $v-t$ 图像、 $\varphi-x$ 图像、 $W-x$ 图像应该看“切线斜率”.而 $U-I$ 图像中,由于电阻的定义式为 $R = \frac{U}{I}$,是状态量的比值形式,故它的连线的斜率表示电阻.类似的 $F-q$ 图像应该看“连线斜率”.

特例:

1) 电容器的电容由 $C = \frac{Q}{U}$ 定义,也可以用 $C = \frac{\Delta Q}{\Delta U}$ 来计算.如果用 $Q-U$ 图像表示电容器存储电荷量与极板电压之间的关系,那么图像一定是过原点的直线,“切线斜率”与“连线斜率”完全一致,无需区分.

2) 电路中,定值电阻 $R = \frac{U}{I} = \frac{\Delta U}{\Delta I}$,可变电阻只能用 $R = \frac{U}{I}$ 来计算.

(3) 斜率的正负号具有什么意义?

一般地,如果“比值”所反映的物理量是矢量,斜率的正负号具有方向意义;如果“比值”所反映的物理量是标量,正负号表示数学运算符号.

2 例题赏析

【例1】(2014年高考江苏卷物理试题)一辆汽车

从静止开始做匀加速直线运动,然后刹车做匀减速直线运动,直到停止.下列速度 v 和位移 x 的关系图像(图2)中,能描述该过程的是()

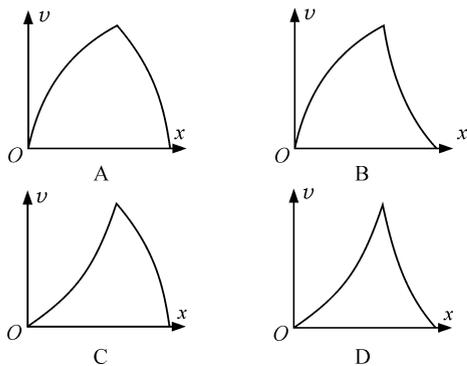


图2 例1题图

解析: $v-x$ 图像中切线的斜率

$$k = \frac{\Delta v}{\Delta x} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \frac{\Delta t}{\Delta x} = \frac{a}{v}$$

汽车一开始做匀加速直线运动,故切线斜率随 v 的增大应该减小;后来汽车做匀减速直线运动, $k = -\frac{a}{v}$ 故切线斜率为负且数值随 v 的减小应该增大.

故本题选 A.

【例2】小灯泡通电后其电流 I 随所加电压 U 变化的图线如图3所示, P 为图线上一点, PN 为图线上过 P 点的切线, PQ 为 U 轴的垂线, PM 为 I 轴的垂线.则下列说法中正确的是()

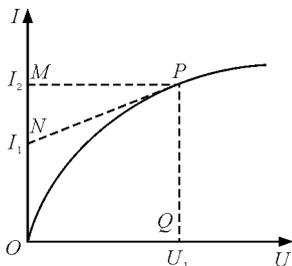


图3 例2题图

A. 随着所加电压的增大,小灯泡的电阻增大

B. 对应 P 点,小灯泡的电阻为 $R = \frac{U_1}{I_2}$

C. 对应 P 点,小灯泡的电阻为 $R = \frac{U_1}{I_2 - I_1}$

D. 对应 P 点,小灯泡电阻为图中矩形 $PQOM$ 所围的面积

解析: P 点的电阻 $R = \frac{U_1}{I_2}$ 为 PO 连线的斜率,故 AB 为正确答案.

【例3】在如图4所示电路中,闭合开关 S ,当滑动变阻器的滑片 P 向下滑动时,4个理想电表的示数都发生变化,电表的示数分别用 I, U_1, U_2 和 U_3 表示,电表示数变化量的大小分别用 $\Delta I, \Delta U_1, \Delta U_2$ 和 ΔU_3 表示.下列比值正确的是()

A. $\frac{U_1}{I}$ 不变, $\frac{\Delta U_1}{\Delta I}$ 不变

B. $\frac{U_2}{I}$ 变大, $\frac{\Delta U_2}{\Delta I}$ 变大

C. $\frac{U_2}{I}$ 变大, $\frac{\Delta U_2}{\Delta I}$ 不变

D. $\frac{U_3}{I}$ 变大, $\frac{\Delta U_3}{\Delta I}$ 不变

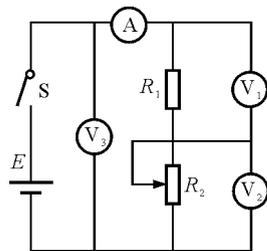


图4 例3题图

解析:将电路进行简化,可得 R_1 与 R_2 串联后接在电源两端. R_1 是定值电阻,所以

$$\frac{U_1}{I} = \frac{\Delta U_1}{\Delta I} = R_1$$

由于 R_2 变化,所以

$$R_2 = \frac{U_2}{I} \neq \frac{\Delta U_2}{\Delta I}$$

$\frac{\Delta U_2}{\Delta I}$ 为期间的定值电阻,即 $\frac{\Delta U_2}{\Delta I} = R_1 + r$,故本题答案为 A.

(上接第44页)

构”,意在强调知识之间的联系,减缓学生知识遗忘的速度;三是将章末复习课的规划写入课程纲要,这里强调对本章所涉及的物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任4方面进行提炼,不仅可以加深学生对知识的理解和记忆,而且可以培育学生的核

心素养.

参考文献

- 1 皮连生.教育心理学.上海:上海教育出版社,2015
- 2 边玉芳.教育心理学.杭州:浙江教育出版社,2011
- 3 中华人民共和国教育部.义务教育物理课程标准(2011年版).北京:北京师范大学出版社,2012