

2020.12

12

Vol. 36

· 中小学图书馆装备推荐期刊
· 江苏省教育学会物理教学专业委员会

物理 之友

FRIENDS OF PHYSICS

本期导读

核心素养视域下构造式教学与问题教学的融合

学习进阶视角的物理规律教学设计

浅谈奥斯特电流磁效应的哲学价值

探究液体对容器底部的压力与液体所受重力的关系

物理图像斜率的变化探讨

磁悬浮列车的原理是同名磁极相互排斥吗

南京师范大学 主办
南京物理学会

ISSN 1005-8389
CN 32-1307/O4

物理之友

Friends of Physics

2020年第12期 总第432期

第36卷第12期

(月刊, 1985年创刊)

主管:江苏省教育厅

主办:南京师范大学

南京物理学会

社长:周海忠

主编:刘炳昇

常务副主编:仲扣庄

编委:(按姓氏笔划排序)

丁 骏 于文高 于正荣

孔建华 王文清 王 高

王 瑜 叶 兵 田 宁

李志成 李海岩 成锦平

汤金波 朱行建 朱建廉

朱春晓 朱 琦 刘大华

刘霁华 许亚平 许 志

许 芹 吴志明 何振国

陆天明 陈 浩 张海明

周久璘 周中森 胡 平

顾俊琪 徐 杰 徐祥宝

蔡才福 潘华君 薛祝其

编辑出版:《物理之友》编辑部

通讯地址:南京市宁海路122号

邮 编:210097

电 话:(025)83725348

投稿邮箱:wulizhiyou@126.com

印刷单位:南京捷迅印务有限公司

发行范围:国内公开

出版日期:2020年12月10日

标准刊号:ISSN 1005-8389

CN32-1307/O4

定价:8.00元

目 次

◆名师论坛

核心素养视域下构造式教学与问题教学

——以“滑动变阻器”教学为例

..... 万 庆 郝红军 栗 苹(1)

学习进阶视角的物理规律教学设计..... 董友军 翟春城(5)

基于核心素养的初中物理教学设计

——以“物质的比热容”教学为例

..... 康家豪 董振邦 胡 璜(9)

浅谈奥斯特电流磁效应的哲学价值..... 冯 为 冯 为(12)

探究液体对容器底部的压力与液体密度的关系

..... 傅永宝(15)

◆教学研究

物理图像斜率的变化探讨..... 胡生青 居海军(18)

基于模型建构的初中物理探究性实验教学

——以“光的反射”为例..... 何 幼(21)

原始问题解决与物理课程思政的有机融合

——以交通违章问题为例..... 邹韩仕(25)

基于核心素养的物理实验教学探讨

——以“探究凸透镜成像”为例..... 吉 俊(28)

渗透物理学史 促进科学思维发展

——以“磁场 磁感线”教学为例..... 张绮梦 高 洁(31)

把握核心概念 优化知识结构..... 张少菊(34)

利用《几何画板》辅助高中物理教学

——以“波的干涉”教学为例..... 邓 艾 杜 俊(36)

指向思维生长的初中物理课外实验活动的探索

——以“探究杠杆的平衡条件”为例..... 程万美(38)

◆实验研究

电容器的实验教学..... 鲁 斌 冯子江 张伟芬(41)

“测量小灯泡功率”的实验教学改进..... 王 丹(44)

◆试题研究

磁悬浮列车的原理是同名磁极互相排斥吗

——对几道中考物理试题的商榷..... 任少铎(46)

典型力学平衡问题剖析..... 刘 建(48)

· 教学研究 ·

物理图像斜率的变化探讨

胡生青¹ 居海军²

(1. 江苏省江阴市教师发展中心, 江苏 无锡 214400;
2. 江苏省江阴市青阳中学, 江苏 无锡 214401)

摘要:历年高考物理试卷中都会出现运用函数图像进行表达和分析的试题, 其中有一类试题是判断某一物理量随另一物理量变化的快慢, 即函数图像斜率的变化情况, 是提升学生科学思维能力的较好载体。

关键词:高考物理; 图像; 斜率; 科学思维

科学思维是物理学科核心素养的重要方面, 依托于具体的物理学科内容, 将物理课程目标和课堂教学高度融合, 找准提升学生科学思维能力的着力点, 从定性和定量两个方面进行科学的分析推理, 可培养学生的科学思维和问题解决的能力。

函数图像问题解决会用到多种物理思维方法, 是培养学生的科学思维的良好载体。函数图像是物理规律等的基本表达形式之一, 它能深刻表征物理过程和物理规律。在历年高考中都会出现运用函数图像进行表达和分析的试题, 体现了考试说明中应用数学处理物理问题的能力、能运用函数图像进行表达和分析能力的考查要求。高中物理中涉及的函数图像包括: (1) 运动学中的 $x-t$ 、 $v-t$ 、 $a-t$ 、 $v-x$ 、 $a-x$ 图像; (2) 动力学中的 $F-t$ 、 $F-x$ 、 $E-t$ 、 $E-x$ 、 $P-t$ 图像; (3) 电磁学中的 $E-x$ 、 $\varphi-x$ 、 $i-t$ 、 $q-t$ 、 $U-I$ 、 $B-t$ 、 $\Phi-t$ 图像; (4) 热力学中的 $F-r$ 、 E_p-r 、 $p-V$ 、 $p-T$ 、 $V-T$ 图像; (5) 光电效应中的 $E_k-\nu$ 图像等。

有一类图像考题要求考生判断某一物理量随另一物理量变化的快慢, 即物理函数图像的斜率变化。在高中物理诸多函数图像中, 有些图像的斜率具有明确的物理意义, 有些则没有实际物理意义, 这需要通过变形转换成熟悉的斜率表达式。以下结合实例, 探讨利用图像的斜率(本文中所述的斜率均指图线上各点的切线斜率)来判断函数的变化快慢问题。

1 斜率有明确物理意义的函数图像

高中物理中有不少函数图像的斜率正好符合某物理量的定义, 如加速度 a 是 $v-t$ 图像的斜率、感应电动势 E 是 $\Phi-t$ 图像的斜率等, 表1中列出了部分函数图像斜率的物理意义。

表1

函数图像	描述	斜率的物理意义
$x-t$	位移随时间的变化	速度
$v-t$	速度随时间的变化	加速度
E_k-x	动能随位移的变化	合外力
$\varphi-x$	x 轴上各点电势的变化	电场强度沿 x 方向的分量
$q-t$	通过导体横截面的电荷量随时间的变化	电流强度
$\Phi-t$	线圈所围面积的磁通量随时间的变化	每匝线圈产生的感应电动势
$E_k-\nu$	光电子的最大初动能随照射光频率的变化	普朗克常量

例1(2018年全国卷Ⅲ): 甲乙两车在同一平直公路上同向运动, 甲做匀加速直线运动, 乙做匀速直线运动。甲乙两车的位置 x 随时间 t 的变化如图1所示, 下列说法正确的是()。

- A. 在 t_1 时刻两车速度相等
- B. 从 0 到 t_1 时间内, 两车走过的路程相等

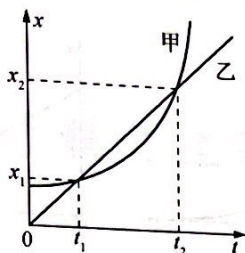


图1

C. 从 t_1 到 t_2 时间内, 两车走过的路程相等

D. 从 t_1 到 t_2 时间内的某时刻, 两车速度相等

解析: $x-t$ 图像的斜率表示速度, 甲、乙两车运动的位移图像在 t_1 时刻它们的斜率不同, 所以两车在 t_1 时刻的速度不相等。甲车运动的位移图像从 t_1 到 t_2 时间内有一时刻图像的切线正好与乙车运动的位移图像的切线平行, 即斜率相等, 速度相等。选项 C、D 正确。

例2(2017年江苏卷): 在 x 轴上有两个点电荷 q_1 、 q_2 , 其静电场的电势 φ 在 x 轴上分布如图2所示, 下列说法中正确的有()。

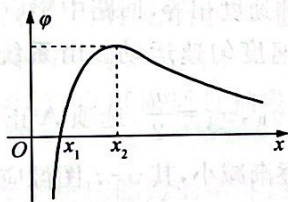


图2

A. q_1 和 q_2 带有异种电荷

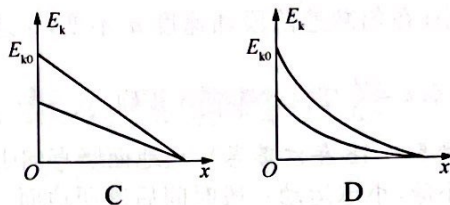
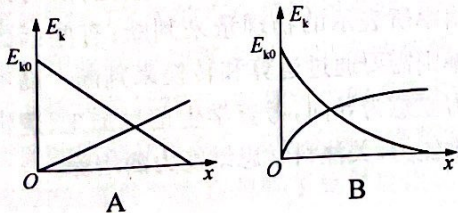
B. x_1 处的电场强度为零

C. 负电荷从 x_1 移到 x_2 , 电势能减小

D. 负电荷从 x_1 移到 x_2 , 受到的电场力增大

解析: $\varphi-x$ 图像的斜率表示电场强度, 由图像可知 x_1 处电场强度不为零, x_2 处电场强度等于零。从 x_1 移到 x_2 , 图像的斜率逐渐减小, 故电荷受到的电场力减小。选项 A、C 正确。

例3(2017年江苏卷): 一小物块沿斜面向上滑动, 然后滑回到原处。物块初动能为 E_{k0} , 与斜面间的动摩擦因数不变, 则该过程中, 物块的动能 E_k 与位移 x 的关系图线是()。



解析: E_k-x 图像的斜率 $k = \frac{\Delta E_k}{\Delta x}$, 根据动能

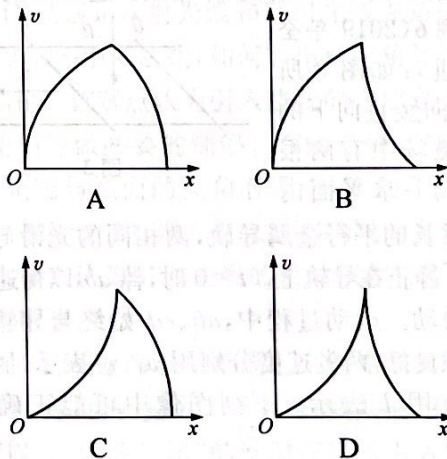
定理即可知道 $\frac{\Delta E_k}{\Delta x} = F$, E_k-x 图像的斜率表示物体所受合外力。由题目所描述的情景知: 物体沿斜面向上滑动和向下滑动时合力大小分别为 $F_1 = mg \sin \theta + f$, $F_2 = mg \sin \theta - f$, 所以 $F_1 > F_2$, 且合力大小不变。选项 C 正确。

从以上三例可以看出, 当函数图像的斜率有确定物理意义时, 利用它所表示的物理量的变化情况, 可判断出函数图像的变化快慢。

2 斜率需要转换的函数图像

有些物理量关系图像的斜率没有明确的物理意义, 需通过求解斜率或经过转换才能判断斜率的大小变化, 从而判断图像的变化情况。

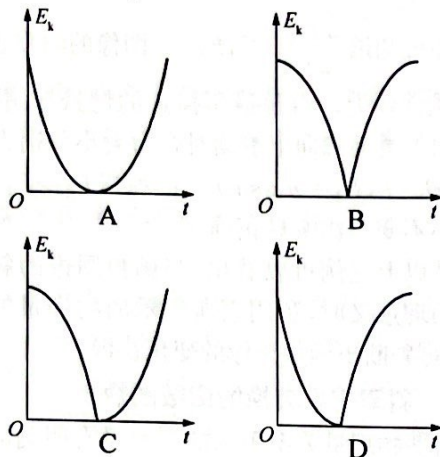
例4(2014年江苏卷): 一汽车从静止开始做匀加速直线运动, 然后刹车做匀减速直线运动, 直到停止。下列速度 v 和位移 x 的关系图像中, 能描述该过程的是()。



解析: 汽车运动的速度随位移的变化图像的斜率没有直接物理意义, 通过变换得到 $v-x$ 图像的斜率 $k = \frac{\Delta v}{\Delta x} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta x} = a \cdot \frac{1}{v} = \frac{a}{v}$, 所以汽车在匀加速阶段由于 a 不变, v 速度变大, 斜率 $k =$

$\frac{a}{v}$ 变小;在匀减速阶段加速度 a 不变, v 速度变小,斜率 $k = \frac{a}{v}$ 变大。选项 A 正确。

例 5(2018 年江苏卷):从地面竖直向上抛出一只小球,小球运动一段时间后落回地面。忽略空气阻力,该过程中小球的动能 E_k 与时间 t 的关系图像是()。



解析:小球在空中运动的动能随时间的变化图像的斜率也没有明确的物理意义,但通过变换得到图像的斜率 $k = \frac{\Delta E_k}{\Delta t} = \frac{\Delta E_k}{\Delta x} \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t} = Fv$,小球在上升过程中所受合力 F 恒定,速度 v 减小,由 $k = Fv$ 知斜率变小;小球下降过程中所受合力 F 恒定,速度 v 增大,由 $k = Fv$ 知斜率增大。选项 A 正确。

例 6(2019 年全国卷 III):如图 3 所示,方向竖直向下的匀强磁场中有两根位于同一水平面内的

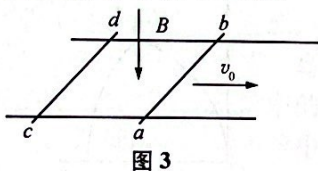
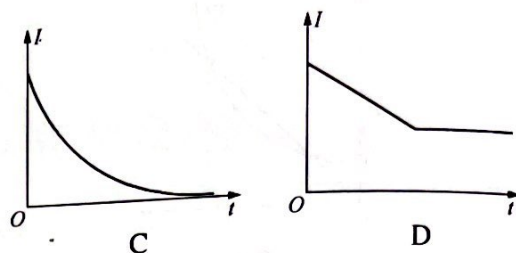
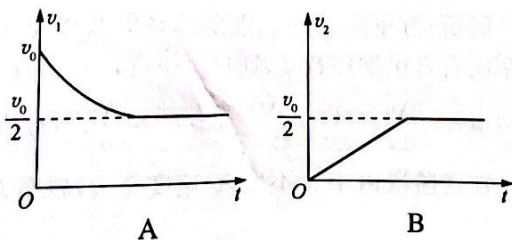


图 3

的足够长的平行金属导轨,两相同的光滑导体棒 ab 、 cd 静止在导轨上。 $t=0$ 时,棒 ab 以初速度 v_0 向右滑动。运动过程中, ab 、 cd 始终与导轨垂直并接触良好,两者速度分别用 v_1 、 v_2 表示,回路中的电流用 I 表示。下列图像中可能正确的是()。



解析:导体棒 ab 向右运动,切割磁感线,产生的感应电流方向为 $a \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow c \rightarrow a$,导体棒 ab 受到向左的安培力作用,速度减小;导体棒 cd 受到向右的安培力作用,速度增大, cd 棒切割磁感线使得回路中产生的感应电流方向为 $c \rightarrow d \rightarrow b \rightarrow a \rightarrow c$ 。设 ab 、 cd 两棒的总电阻为 R ,此时电路中电流 $I = \frac{Bl}{R}(v_1 - v_2)$,两棒运动的加速度大小相等, $a = \frac{B^2 l^2}{mR}(v_1 - v_2)$,方向相反, ab 棒的速度逐渐减小, cd 棒的速度逐渐增大,两者的速度差逐渐减小,加速度也逐渐减小,所以 $v-t$ 图的斜率逐渐减小。最终两棒速度相等,回路中感应电流为零,两棒以共同的速度匀速运动。由系统的动量守恒得: $mv_0 = 2mv_{共}$, $v_{共} = \frac{v_0}{2}$,选项 A 正确;导体棒运动的加速度逐渐减小,其 $v-t$ 图像应该是曲线,选项 B 错误。

对 C、D 两选项,由前面的分析可知:两导体棒做变速运动,感应电流 $I = \frac{Bl}{R}(v_1 - v_2)$,变小,当两棒的速度相等时,电流 I 为零,选项 D 错误。 $\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{Bl}{R} \frac{(\Delta v_1 - \Delta v_2)}{\Delta t} = \frac{Bl}{R}(a_1 - a_2) = \frac{2Bla}{R}$,由于两棒运动的加速度逐渐减小,所以 $I-t$ 图像的斜率减小,选项 C 正确。

3 结语

图像法借助图像进行形象思维和逻辑推理,是实现信息加工、解决物理问题的重要方法。求解物理函数图像斜率的变化是高考物理的难点,针对斜率有明确物理意义的函数图像,可以直接根据斜率所表示的物理量来判断;有些函数图像的斜率则需要通过运算和转换来判断。高考命题以能力立意为导向,考查学生信息加工、逻辑推理等关键能力,关注科学思维能力的培养。