

有“图”有真相——二轮复习中的图像问题突破

陈 怀

(宁波市鄞州区正始中学 浙江 宁波 315131)

(收稿日期:2016-05-03)

摘要:图像借用数学的“形”承载物理的“质”,它无论是作为信息呈现的方式还是数据处理的方式,都具有直观、简洁、形象的特点,倍受高考命题者的关注,纵观近3年浙江高考真题,其中对物理中各种“图”的考查,每年约占总分值的20%左右,所以图像专题也成了高三复习课教学所要重点突破的内容.如何引导学生更好地认识和应用图像,本人结合一线教学,认为图像问题可以分识图、用图、变图三步循序渐进.

关键词:图像 斜率 面积 化曲为直

1 识图

图像的运用并不是任何一个考生都能熟练掌握的,其中一个重要原因就是考生对图像中各个元素的物理意义理解不到位.

1.1 识图先识“点”

点是构成图像的基本元素,结合横纵坐标轴物理量(包括单位和数量级),明确每个“点”的数值含义,然后回归物理情景,每个点都对应变化过程中的一个“态”.图像的起点、图像与轴的交点、图与图的交点、变化过程中的拐点、突变点等都是发展过程中特殊态,利用这些状态的值,图式结合,从特殊到一般,顺藤摸瓜,去寻找普遍规律.

【例1】如图1(a)所示,一质最为 M 的长木板静置于光滑水平面上,其上放置质量为 m 的小滑块.木板受到随时间 t 变化的水平拉力 F 作用时,用传感器测出其加速度 a ,得到如图1(b)所示的 $a-F$ 图.取 $g=10\text{ m/s}^2$,则

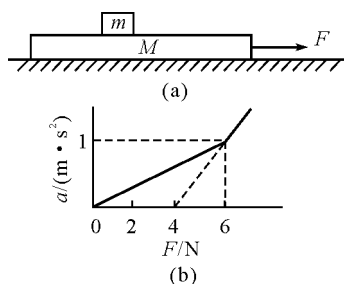


图1

A. 滑块的质量 $m=4\text{ kg}$

B. 木板的质量 $M=6\text{ kg}$

C. 当 $F=8\text{ N}$ 时滑块加速度为 2 m/s^2

D. 滑块与木板间动摩擦因数为 0.1

解析:结合情景分析不难发现当外力 F 较小时,两者一起运动,当 F 较大后两者出现了相对运动.图像的转折点 $(6\text{ N}, 1\text{ m/s}^2)$ 满足两种情景的规律,另外点 $(4\text{ N}, 0\text{ m/s}^2)$ 符合相对运动后的规律,将它们代入相应的规律式,联立方程可得 $M=2\text{ kg}, m=4\text{ kg}, \mu=0.1$.

1.2 “线”是点的集合 更是状态规律的延伸趋势

结合线的“斜率”和“面积”,拓展物理量组合式的新含义.

变式 1.1:(2014年高考重庆卷第4题)以不同的初速度将两个物体同时竖直向上抛出并开始计时,一个物体所受空气阻力可忽略,另一个物体所受空气阻力大小与物体的速率成正比,下列分别用虚线和实线描述两物体运动的 $v-t$ 图像可能正确的是

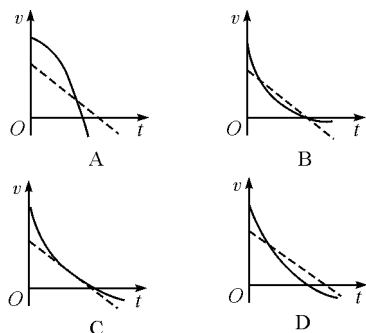


图2

解析: $v-t$ 图像的斜率表示加速度,受阻力的物

体上升至最高点, $v=0, a=g$, 即曲线上该点的切线方向与虚线平行. 正确选项为 D.

变式 1.2: 沿电场中某条直线电场线方向建立 x 轴, 该电场线上各点电场强度 E 随 x 的变化规律如图 3 所示, 坐标点 $0, x_1, x_2$ 和 x_3 分别与 x 轴上 O, A, B, C 4 点相对应, 相邻两点间距相等. 一个带正电的粒子从 O 点附近由静止释放, 运动到 A 点处的动能为 E_k , 仅考虑电场力作用. 则

- A. 从 O 点到 C 点, 电势先升高后降低
- B. 粒子先做匀加速运动, 后做变加速运动
- C. 粒子在 AB 段电势能变化量大于 BC 段的
- D. 粒子运动到 C 点时动能小于 $3E_k$

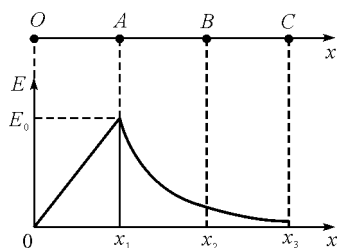


图 3

解析: 选项 A 和 B 考查的是场强的大小和方向, 可以从图像中“点”的坐标值大小及符号中获得相关信息, 粒子一直做变加速运动, 电势一直在降低. C 和 D 选项则从“线”的角度, 拓展图像与坐标轴所夹“面积”大小反映电势差, 由此获得功和能量变化的大小, 所以 C, D 选项均正确.

以题说法: “斜率”和“面积”的应用对跨学科综合能力的培养是大有裨益的, 除了上述提到的函数曲线外, 还有常见的如: $a-t$ 图面积对应 Δv , $F-v$ 图面积对应 P , $W(E)-x$ 图斜率表示相应 F , $U-I$ 图斜率表示 $R(r)$ ……

2 用图

用图像法来分析某些物理量非线性变化规律时, 显得更游刃有余.

【例 2】(2014 高考安徽卷第 15 题) 如图 4 所示, 有一内壁光滑的闭合椭圆形管道, 置于竖直平面内, MN 是通过椭圆中心 O 点的水平线. 已知一小球从 M 点出发, 初速率为 v_0 , 沿管道 MPN 运动, 到 N 点的速率为 v_1 , 所需的时间为 t_1 ; 若该小球仍由 M 点以初速率 v_0 出发, 而沿管道 MQN 运动, 到 N 点的速率为 v_2 , 所需时间为 t_2 . 则

- A. $v_1 = v_2, t_1 > t_2$
- B. $v_1 < v_2, t_1 > t_2$
- C. $v_1 = v_2, t_1 < t_2$
- D. $v_1 < v_2, t_1 < t_2$

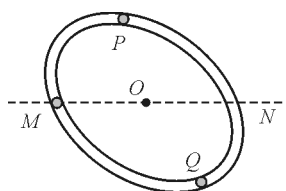


图 4

解析: 由于是内壁光滑的闭合椭圆形管道, 运动中只有重力做功, 机械能守恒, MON 在同一水平线上, 故 $v_1 = v_2 = v_0$; 初末速度相同, 路程一样, 可以在同一坐标系中做出两者的速率关于时间的图像(如图 5 所示), 可得 $t_1 > t_2$, 所以选项 A 正确.

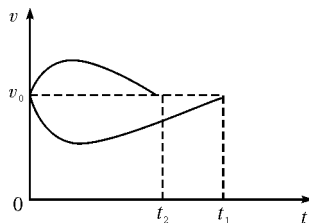
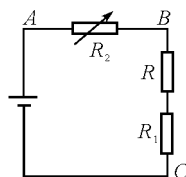


图 5

变式 2: 如图 6(a) 所示, 其中 R 两端电压 U 随通过该电阻的直流电流 I 的变化关系如图 6(b) 所示, 电源电动势为 7.0 V (内阻不计), 且 $R_1 = 1\ 000 \ \Omega$ (不随温度变化). 若改变 R_2 , 使 AB 与 BC 间的电压相等, 这时



(a)

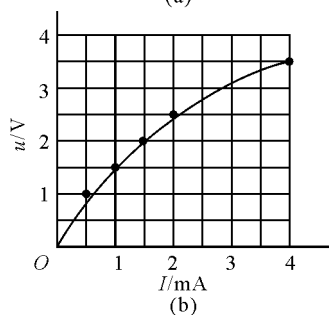


图 6

- A. R 的阻值为 $1\ 000\ \Omega$
 B. R 的阻值为 $1\ 300\ \Omega$
 C. 通过 R 的电流为 $1.5\ \text{mA}$
 D. 通过 R 的电流为 $2.0\ \text{mA}$

解法 1: 在同一坐标系中画出 R_1 的伏安特性曲线[如图 7(a)], 根据串联电路的特点得

$$U_R + U_{R_1} = 3.5\ \text{V} \quad I_R = I_{R_1}$$

不难找到满足题意值为

$$I_R = I_{R_1} = 1.5\ \text{mA} \quad U_R = 2\ \text{V}$$

选项 B, C 正确.

解法 2: 将 BC 部分单独作为电路, 电源电动势为 $3.5\ \text{V}$, 将 R_1 视为电源内阻, 则此“电源”单独对 R 供电, 在同一坐标系中作出此电源的路端电压随电流变化规律图像[如图 7(b)], 图像交点即电阻 R 的工作点, 由此正确选项为选项 B, C.

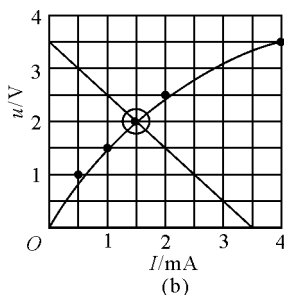
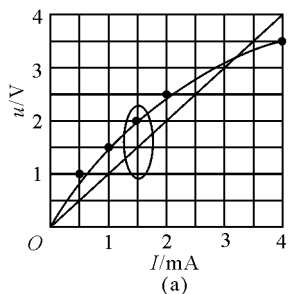


图 7

以题说法: 利用图像能将复杂的问题简单化, 使人豁然开朗, 巧妙解决运用解析法可能复杂或者无法解决的问题.

3 变图

结合物理量间关系, 利用逻辑推理, 进行图像的转化, 化曲为直, 化难为易. 使得所要体现的物理规律更加直观, 简洁.

3.1 化曲为直

【例 3】(2015 高考安徽卷第 21 题) 某同学为了

测量一节电池的电动势和内阻, 从实验室找到以下器材: 一个满偏电流为 $100\ \mu\text{A}$, 内阻为 $2\ 500\ \Omega$ 的表头, 一个开关, 两个电阻箱 ($0 \sim 999.9\ \Omega$) 和若干导线.

(1) 由于表头量程偏小, 该同学首先需将表头改装成量程为 $50\ \text{mA}$ 的电流表, 则应该将表头与电阻箱_____ (填“并联”或“串联”), 并将该电阻箱阻值调为_____ Ω .

(2) 接着该同学用改装的电流表对电池的电动势及内阻进行测量, 实验电路如图 8 所示, 通过改变电阻 R 测相应的电流 I , 且作相关计算后一并记录如表 1.

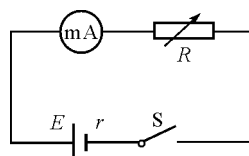


图 8

表 1 实验测量和计算的数据

R/Ω	95.0	75.0	55.0	45.0	35.0	25.0
I/mA	15.0	18.7	24.8	29.5	36.0	48.0
IR/V	1.42	1.40	1.36	1.33	1.26	1.20

1) 根据表中数据, 中已描绘出 4 个点, 请将第 5, 6 两组数据也描绘在图 9 中, 并画出 $IR - I$ 图线;

2) 根据图线可得电池的电动势 E 是_____ V , 内阻 r 是_____ Ω .

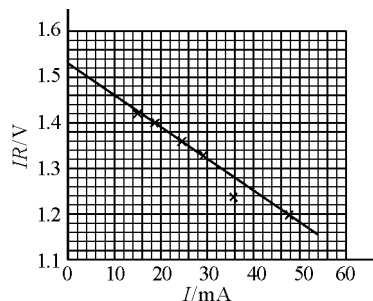


图 9

以题说法: 此图坐标量的设计就是化曲为直的思想, 如果以直接测得的变量, 做得 $I - R$ 图像, 显然是条曲线, 不够直观. 考虑到教材中出现的伏安思想, 用 IR 来替代 U , 达到相同的效果. 另外也可以结合表达式的变换得 $\frac{1}{E} = \frac{1}{E}R + \frac{r}{E}$, 做 $\frac{1}{E} - R$ 图像, 也

能得到较为直观的规律。

变式3.如图10(a)所示,左侧接有定值电阻 $R=2\ \Omega$ 的水平粗糙导轨处于垂直纸面向外的匀强磁场中,磁感应强度 $B=1\ \text{T}$,导轨间距为 $L=1\ \text{m}$.一质量 $m=2\ \text{kg}$,阻值 $r=2\ \Omega$ 的金属棒在拉力 F 作用下由静止开始从 CD 处沿导轨向右加速运动,金属棒与导轨间动摩擦因数 $\mu=0.25$, $g=10\ \text{m/s}^2$.金属棒的速度-位移图像如图10(b)所示,则从起点发生 $s=1\ \text{m}$ 位移的过程中

- A. 拉力做的功 $W=9.25\ \text{J}$
 B. 通过电阻 R 的感应电荷量 $q=0.125\ \text{C}$
 C. 整个系统产生的总热量 $Q=5.25\ \text{J}$
 D. 位移为 $1\ \text{m}$ 时金属棒的热功率 $1\ \text{W}$

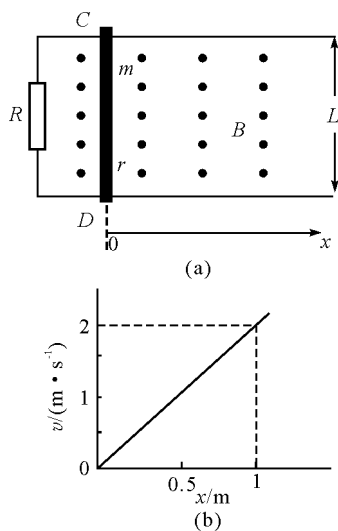


图 10

解析:由图10(b)得, $\frac{\Delta v}{\Delta x} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta x} = \frac{a}{v}$,随着速度增加,加速度也在增加,变加速运动,因此拉力随着安培力的变化,很复杂,应先解决安培力做的功,再由动能定理求拉力做功,安培力也是变力

$$F_A = \frac{B^2 L^2 v}{R+r} = \frac{v}{4} = \frac{1}{2}x$$

将 $v-x$ 图像转化成 F_A-x 图像,便可由图像与坐标轴所夹面积,求其做的功为 $0.25\ \text{J}$,由此不难得到正确选项为A,C,D.

3.2 化难为易

变式4:(2014年高考广东卷第34题)某同学根据机械能守恒定律,设计实验探究弹簧弹性势能与压缩量的关系。

(1)用滑块压缩弹簧,记录弹簧的压缩量 x ;释放滑块,记录滑块脱离弹簧后的速度 v ,释放滑块过程中,弹簧的弹性势能转化为_____。

(2)重复第一步中的操作,得到 v 与 x 的关系如图11(b).有图可知, v 与 x 成_____关系,由上述实验可得结论:对同一根弹簧,弹性势能与弹簧的_____成正比。

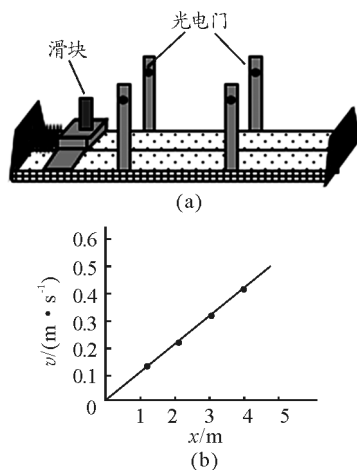


图 11

以题说法:在探究性实验和验证性实验中,图像法作为数据处理的方法,更有它举足轻重的地位.探究弹性势能与形变量关系,结合已有的规律只要探究滑块动能与形变量的关系,进而只要探究滑块获得的速度大小与形变量的关系,这种“曲线救国”的设计,使测量变得简单,误差小,规律的体现也更加的直观、准确.

总结与展望:物理乃万物之理,这其中的“理”呈现方式有很多,图像作为一种特殊的数学语言是呈现物理规律的一种重要手段,它将静态的毫无生机的语言,枯燥的公式和抽象的规律演变成坐标系中一条条生动的曲线,带领我们从已知通向未知,这也象征着物理学是一门具有鲜活生命力的动态的自然科学.在课堂教学中引导学生进行“看图说话”“用图说话”“变图说话”,使物理的图像成为物理学研究及解题过程中“化繁为简、化抽象为具体”的重要工具,传授学生知识的同时,也有利于培养学生提取有效信息的能力,数形结合的能力和逻辑思维能力,符合新课改提出的为了提高学生科学素养的目标和以生为本,为了每一位学生的发展的核心理念.