

让分析运动更直观更简洁

——利用运动图像解题

刘月荣

(无锡辅仁高级中学 江苏 无锡 214000)

(收稿日期:2015-09-09)

物理学中,运动图像是一种特殊且简洁、直观、形象的语言和工具.它将数、形巧妙地结合在一起,恰当地表达了各种现象的物理过程和物理规律.在《考试说明》能力要求中明确指出,“要求学生具有阅读图像、描述图像、运用图像解决问题的能力”.在2015年各地高考试题和各地的模拟试题中有均所体现.本文选取一些高考试卷中一些典型题,我们利

用运动图像对这些典型题进行分析,体会运动图像在分析物理运动过程中的简洁、直观、形象的特点.

1 利用运动图像的视觉作用 使抽象的概念直观形象

位移-时间图像的斜率表示物体运动的速度,速度-时间图像的斜率能直观地表示物体运动的加速

关系.

(3) 根据自变量的变化确定应变变量的变化.

例题赏析:

【例4】如图4所示,水平地面上固定着一根竖直立柱,某人用绳子通过柱顶的定滑轮将重物拉住,不计滑轮摩擦.则在人拉着绳子的一端缓慢向右移动的过程中

A. 地面对人的摩擦力逐渐增大,绳对滑轮的压力逐渐减小

B. 地面对人的摩擦力逐渐减小,绳对滑轮的压力保持不变

C. 地面对人的摩擦力逐渐减小,绳对滑轮的压力逐渐增大

D. 地面对人的摩擦力逐渐增大,绳对滑轮的压力保持不变

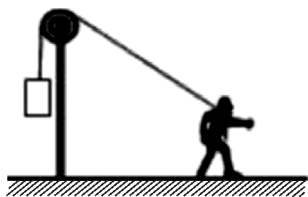


图4

解析:设重物质量为 m_1 ,对重物分析可知二力平衡, $F_T = m_1 g$,设两绳的夹角为 α ,如图5所示.

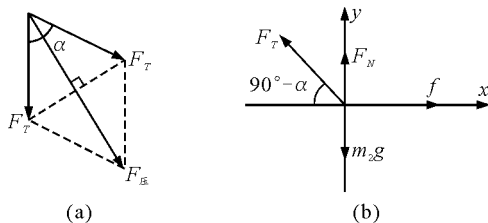


图5

则绳对滑轮的压力为 $F_{压} = 2F_T \cos \frac{\alpha}{2}$,当人缓慢向右移动时,两绳的夹角为 α 增大,故 $F_{压}$ 减小.人缓慢移动时处于平衡状态,受力分析如图5(a),知 $f = F_T \cos(90^\circ - \alpha) = m_1 g \sin \alpha$,则地面对人的摩擦力增大,选项A正确,选项B,C,D均错误.故选A.

由以上例题分析可知,解决此类问题的关键是根据研究对象受力分析的特点寻找相应的解题方法,以分析方法做为突破口,那么关于平衡条件下力的动态分析问题都可以得到解决.

参考文献

- 1 杨文彬. 600分考点700考法. 北京: 外语教学与研究出版社, 2014. 25
- 2 薛金星. 高中物理解题方法与技巧. 北京: 北京教育出版社, 2014. 56
- 3 汪雷. 利用“动态三角形法”求解共点力平衡问题. 中学物理教学参考, 2015(10): 23 ~ 24

度——即单位时间内的速度变化量,图像与 t 轴围成的“面积”表示物体运动的位移……这使得运动图像能够使一些抽象的概念更加直观、形象.如匀变速直线运动的速度图像[如图1(a)]中,从图中我们可以得出很多匀变速直线运动的规律——如:初速度为零的匀变速直线运动的1 s末、2 s末、3 s末…速度之比为 $1:2:3:\dots$;1 s内、2 s内、3 s内…的移之比为 $1:4:9:\dots$ 等;再如从图1(b)中,我们可以看出任意匀变速直线运动相邻相等时间 T 内的位移之差 $\Delta x = aT^2$;从图1(c)中,我们可以看出匀减速直线运动中,中间时刻的速度 $v_{\frac{t}{2}}$ 小于中间位置的速度 $v_{\frac{x}{2}}$ 等.运动图像使得运动学当中一些抽象的概念更加直观、形象.

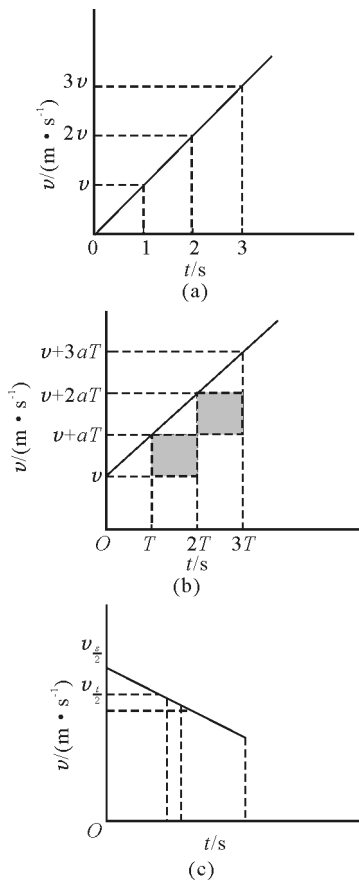


图1

【例1】(2015年高考福建卷第20题)一摩托车由静止开始在平直的公路上行驶,其运动过程的 $v-t$ 图像如图2所示,求:

(1)摩托车在 $0 \sim 20$ s这段时间的加速度大小

a ;

(2)摩托车在 $0 \sim 75$ s这段时间的平均速度大小 \bar{v} .

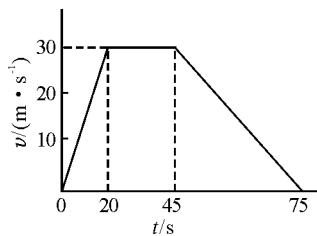


图2

分析:(1)由图知,在 $0 \sim 20$ s内做匀加速运动,图像的斜率表示物体的加速度,根据 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$,可求加速度 $a = 1.5 \text{ m/s}^2$;

(2)根据 $v-t$ 图像与坐标轴围面积表示位移可求在 $0 \sim 75$ s时间内位移为 $x = 1500 \text{ m}$,所以平均速度为 $\bar{v} = \frac{x}{t} = 20 \text{ m/s}$.

由以上两道例题,可以看出,通过运动图像,能够使一些抽象的概念(如加速度等)更加直观、形象.

2 利用运动图像 使动态变化过程简洁明了

【例2】(2015年高考四川卷第9题)严重的雾霾天气,对国计民生已造成了严重的影响,汽车尾气是形成雾霾的重要污染源,“铁腕治污”已成为国家的工作重点,地铁列车可实现零排放,大力发展地铁,可以大大减少燃油公交车的使用,减少汽车尾气排放.

若一地铁列车从甲站由静止启动后做直线运动,先匀加速运动20 s达到最高速度72 km/h,再匀速运动80 s,接着匀减速运动15 s到达乙站停住.设列车在匀加速运动阶段牵引力为 $1 \times 10^6 \text{ N}$,匀速阶段牵引力的功率为 $6 \times 10^3 \text{ kW}$,忽略匀减速运动阶段牵引力所做的功.

(1)求甲站到乙站的距离;

(2)如果燃油公交车运行中做的功与该列车从甲站到乙站牵引力做的功相同,求公交车排放气体

污染物的质量。(燃油公交车每做1 J功排放气体污染物 3×10^{-9} kg)

分析:(1) 作出列车运动的 $v-t$ 图像如图 3, 由速度图像可知, 物体加速运动的位移为 $s_1 = 200$ m, 匀速运动的位移为 $s_2 = 1\ 600$ m, 减速运动的位移为 $s_3 = 150$ m. 故物体运动的总位移为 $s = 1\ 950$ m.

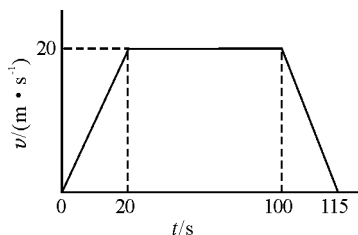


图 3

(2) 地铁列车在从甲站到乙站的过程中, 牵引力在加速过程和匀速过程中做功, 牵引力做的总功为

$$W_1 = Fs_1 + Pt_2$$

根据题意可知, 燃油公交车运行中做的功为

$$W_2 = W_1$$

代入数据解得

$$W_2 = 6.8 \times 10^8 \text{ J}$$

所以公交车排放气体污染物的质量为

$$m = 3 \times 10^{-9} \times 6.8 \times 10^8 \text{ kg} = 2.04 \text{ kg}$$

【例 3】(2015 年高考江苏卷第 5 题) 如图 4 所示, 某“闯关游戏”的笔直通道上每隔 8 m 设有一个关卡, 各关卡同步放行和关闭, 放行和关闭的时间分别为 5 s 和 2 s. 关卡刚放行时, 一同学立即在关卡 1 处以加速度 2 m/s^2 由静止加速到 2 m/s , 然后匀速向前, 则最先挡住他前进的关卡是

- A. 关卡 2 B. 关卡 3
C. 关卡 4 D. 关卡 5

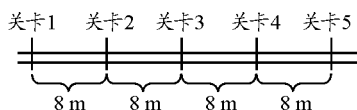


图 4

分析: 作出该同学运动的速度图像如图 5. 由图像可知该同学通过关卡 2, 3, 4, 5, ... 所用的时间分

别为 4.5 s, 8.5 s, 12.5 s, 16.5 s, ...

而关卡关闭时刻为 5 ~ 7 s, 12 ~ 14 s, 19 ~ 21 s, 26 ~ 28 s, ... 故该同学到关卡 4 时用时 12.5 s, 正处于关卡关闭时刻. 故该同学会被关卡 4 拦住. 正确答案为 C.

由例 3 和例 4 两道例题可以看出, 如果物体的运动过程较为复杂, 不妨借助于物体的运动图像, 直观地了解物体的运动过程, 使得运动过程简洁明了, 有助于分析物体的运动过程及规律.

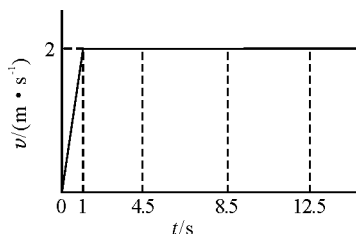


图 5

3 利用运动图像 使物理量之间的关系明确 清晰

【例 4】(2015 年高考山东卷第 14 题) 距地面高 5 m 的水平直轨道 A 和 B 两点相距 2 m, 在 B 点用细线悬挂一小球, 离地高度为 h , 如图 6. 小车始终以 4 m/s 的速度沿轨道匀速运动, 经过 A 点时将随车携带的小球由轨道高度自由卸下, 小车运动至 B 点时细线被轧断, 最后两球同时落地. 不计空气阻力, 取重力加速度的大小 $g = 10 \text{ m/s}^2$. 可求得 h 等于

- A. 1.25 m B. 2.25 m
C. 3.75 m D. 4.75 m

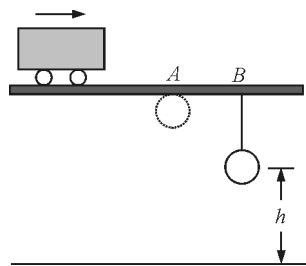


图 6

分析: A 球运动到 B 球正下方用时

$$t_1 = \frac{x}{v} = 0.5 \text{ s}$$

A 球从起点落到地面用时

$$t_2 = \sqrt{\frac{2H}{g}} = 1 \text{ s}$$

当A球运动到B球正下方时,B球开始下落,与A球同时落到地面,故B球下落时间为 $t_3 = 0.5 \text{ s}$.

作出两球竖直方向的运动图像如图7,由图像可知,B球下落的高度为A球下落高度的 $\frac{1}{4}$,即1.25 m. 正确答案为A.

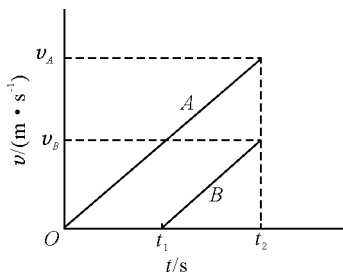


图7

【例5】将质量为 $2m$ 的长木板静止地放在光滑水平面上,如图8(a)所示.第一次,质量为 m 的小铅块(可视为质点),在木板上以水平初速度 v_0 由木板左端向右运动恰能滑至木板的右端与木板相对静止.第二次,将木板分成长度与质量均相等的两段1和2,两者紧挨着仍放在此水平面上,让小铅块以相同的初速度 v_0 由木板1的左端开始滑动,如图8(b)所示.设铅块与长木板间的动摩擦因数为 μ ,重力加速度为 g ,对上述两过程,下列判断正确的是

- A. 铅块在木板1上滑动时两段木板间的作用力为 μmg
- B. 铅块在木板1上滑动时两段木板间的作用力为 $\frac{1}{2}\mu mg$
- C. 小铅块第二次仍能到达木板2的右端
- D. 系统第一次因摩擦而产生的热量较多

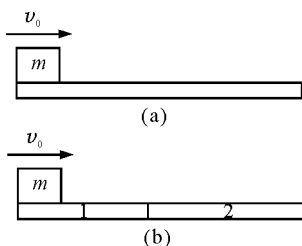


图8

分析:当滑块在木板1上滑动时,滑块对木板1的摩擦力为

$$f = \mu mg$$

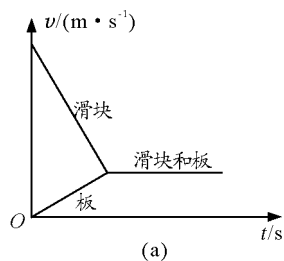
此时对木板1和木板2两物体分析,两物体产生的加速度为

$$a = \frac{\mu mg}{2m}$$

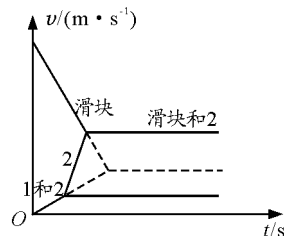
故木板1对木板2的作用力为

$$F = ma = \frac{1}{2}\mu mg$$

当两板未被分开时,作出滑块与板的运动图像如图9(a);当两板被分成两部分时,分别作出滑块、木板1和木板2的运动图像如图9(b),并将其图像与原运动图像进行比较,可见,滑块不能滑到木板2的右端,且第二种情况下,滑块与板1和板2之间的相对位移小于板长,故因摩擦产生的热量比第一种情况要小. 故正确答案为A,B,D.



(a)



(b)

图9

由例5和例6两题可以看出,对于两个有着相对运动的物体,在比较两物体的物理量时,借助于物体的运动图像,不仅使得物体的运动过程简洁明了,还可以使得两物体物理量之间的关系很明确、清晰.

因此,对于一些直线运动,我们不妨借助于物体的运动图像,帮助我们理解物理概念,建立物理模型,简化物理过程,这样使得运动直观明了,也会使我们的解题思路更加清晰,并能使解题结论一目了然.