考 点 解 读

第一章　运动的描述　匀变速直线运动

1.1　运动的描述　匀变速直线运动的规律

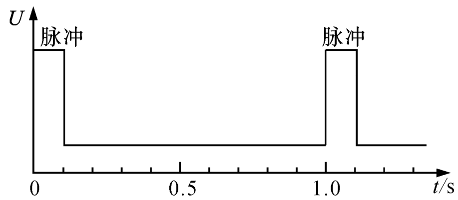
1 考纲解读 教材诠释·课堂学案

考点	内容解读	要求	高考示例	常考题型	预测热度
1. 参考系、质点、位移、速度和加速度	①考查对概念的理解 ②考查对运动学公式的熟练运用	Ⅱ	2012 山东,64 2011 天津,3	选择题	★★★★
2. 匀变速直线运动及其公式		Ⅱ	2014 江苏理综,5 2013 课标Ⅰ,24	选择题 计算题	★★★★★

2 最新高考 教材诠释·课堂学案

考点一　参考系、质点、位移、速度和加速度

1. (2012 山东基本能力,64,1 分)假如轨道车长度为 22 cm,记录仪记录的信号如下图所示,则轨道车经过该监测点的速度为 (　　)



A. 0.20 cm/s　B. 2.0 cm/s　C. 22 cm/s　D. 220 cm/s

2. (2011 天津理综,3,6 分)质点做直线运动的位移 x 与时间 t 的关系为 $x=5t+t^2$(各物理量均采用国际单位制单位),则该质点 (　　)

A. 第 1 s 内的位移是 5 m

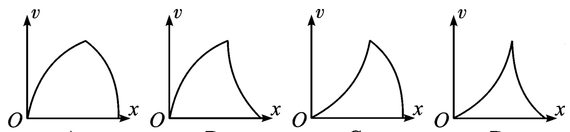
B. 前 2 s 内的平均速度是 6 m/s

C. 任意相邻的 1 s 内位移差都是 1 m

D. 任意 1 s 内的速度增量都是 2 m/s

考点二　匀变速直线运动及其公式

1. (2014 江苏理综,5,3 分)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 (　　)



A　B　C　D

2. (2013 广东理综,13,4 分)某航母跑道长 200 m. 飞机在航母上滑行的最大加速度为 6 m/s^2,起飞需要的最低速度为 50 m/s. 那么,飞机在滑行前,需要借助弹射系统获得的最小初速度为 (　　)

A. 5 m/s　B. 10 m/s　C. 15 m/s　D. 20 m/s

3. (2012 上海,10)小球每隔 0.2 s 从同一高度抛出,做初速为 6 m/s的竖直上抛运动,设它们在空中不相碰. 第 1 个小球在抛出点以上能遇到的小球个数为(g 取 10 m/s^2) (　　)

A. 3 个　B. 4 个　C. 5 个　D. 6 个

4. (2011 重庆理综,14)某人估测一竖直枯井深度,从井口静止释放一石头并开始计时,经 2 s 听到石头落底声. 由此可知井深约为(不计声音传播时间,重力加速度 g 取 10 m/s^2) (　　)

A. 10 m　B. 20 m　C. 30 m　D. 40 m

5. (2011 课标全国理综,24)甲、乙两辆汽车都从静止出发做加速直线运动,加速度方向一直不变. 在第一段时间间隔内,两

辆汽车的加速度大小不变,汽车乙的加速度大小是甲的两倍;在接下来的相同时间间隔内,汽车甲的加速度大小增加为原来的两倍,汽车乙的加速度大小减小为原来的一半.求甲、乙两车各自在这两段时间间隔内走过的总路程之比.

3 高考热点精讲

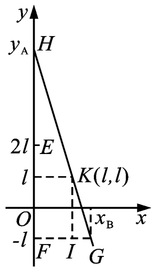
教材诠释·课堂学案

考点一　运动学公式与数学知识的综合

例 1 (2015 课标全国Ⅰ,24)水平桌面上有两个玩具车 A 和 B,两者用一轻质细橡皮筋相连,在橡皮筋上有一红色标记 R.在初始时橡皮筋处于拉直状态,A、B 和 R 分别位于直角坐标系中的 $(0,2l)$、$(0,-l)$ 和 $(0,0)$ 点.已知 A 从静止开始沿 y 轴正向做加速度大小为 a 的匀加速运动;B 平行于 x 轴朝 x 轴正向匀速运动,在两车此后运动的过程中,标记 R 在某时刻通过点 (l,l).假定橡皮筋的伸长是均匀的,求 B 运动速度的大小.

【命题意图】　考查运动学公式与数学知识相结合的综合能力.

【解析】　设 B 车的速度大小为 v.如图所示,标记 R 在时刻 t 通过点 $K(l,l)$,此时 A、B 的位置分别为 H、G.由运动学公式,H 的纵坐标 y_A、G 的横坐标 x_B 分别为



$y_A=2l+\frac{1}{2}at^2$　①

$x_B=vt$　②

在开始运动时,R 到 A 和 B 的距离之比为 $2:1$,即

$OE:OF=2:1$

由于橡皮筋的伸长是均匀的,在以后任一时刻 R 到 A 和 B 的距离之比都为 $2:1$.因此,在时刻 t 有

$HK:KG=2:1$　③

由 $\triangle FGH \backsim \triangle IGK$,有

$HG:KG=x_B:(x_B-l)$　④

$HG:KG=(y_A+l):(2l)$　⑤

由式③④⑤得

$x_B=\frac{3}{2}l$　⑥

$y_A=5l$　⑦

联立式①②⑥⑦得

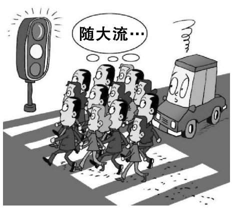
$v=\frac{1}{4}\sqrt{6al}$　⑧

【全解】　$\frac{1}{4}\sqrt{6al}$

【提醒】　要提高用数学知识(如相似三角形)解决问题的能力.

考点二　运动学规律在日常生活中的应用

例 2 (2013 四川理综,9,15 分)近来,我国多个城市开始重点治理"中国式过马路"行为.每年全国由于行人不遵守交通规则而引发的交通事故上万起,死亡上千人.只有科学设置交通管制,人人遵守交通规则,才能保证行人的生命安全.

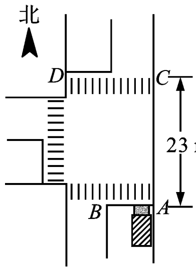


如图所示,停车线 AB 与前方斑马线边界 CD 间的距离为 23 m.质量 8 t、车长 7 m 的卡车以 54 km/h 的速度向北匀速行驶,当车前端刚驶过停车线 AB 时,该车前方的机动车交通信号灯由绿灯变黄灯.

(1)若此时前方 C 处人行横道路边等待的行人抢先过马路,卡车司机发现行人,立即制动,卡车受到的阻力为 3×10^4 N.求卡车的制动距离;

(2)若人人遵守交通规则,该车将不受影响地驶过前方斑马线边界 CD.为确保行人安全,D 处人行横道信号灯应该在南北向机动车信号灯变黄灯后至少多久变为绿灯?

【命题意图】　考查运用运动学规律解决实际问题的能力.



【解析】　已知卡车质量 $m=8$ t $=8\times10^3$ kg,初速度 $v_0=54$ km/h $=15$ m/s.

(1)从制动到停车,阻力对卡车所做的功为 W,由动能定理有

$W=-\frac{1}{2}mv_0^2$　①

已知卡车所受阻力 $f=-3\times10^4$ N,设卡车的制动距离为 s_1,有

$W=fs_1$　②

联立式①②,代入数据解得

$s_1=30$ m　③

说明:式①②③各 2 分.

(2)已知车长 $l=7$ m,AB 与 CD 的距离为 $s_0=23$ m,设卡车驶过的距离为 s_2,D 处人行横道信号灯至少需经过时间 Δt 后变灯,有

$s_2=s_0+l$　④

$s_2=v_0\Delta t$　⑤

联立式④⑤,代入数据解得 $\Delta t=2$ s　⑥

说明:式④⑤⑥各 3 分.

【全解】　(1)30 m　(2)2 s

【提醒】　要学会将生活中的情景构建为物理学情景.

4 规律方法突破
教材诠释·课堂学案

方法一　平均速度的计算

平均速度的计算方法有以下三种:

所用公式	适用条件
$\bar{v}=\frac{x}{t}$	任何形式的运动
$\bar{v}=\frac{v_0+v}{2}$	匀变速直线运动
$\bar{v}=v_{t/2}$	匀变速直线运动

例 1 一辆汽车以 20 m/s 的速度沿平直的公路从甲地开往乙地,又以 30 m/s 的速度从乙地开往丙地.已知甲、乙两地间的距离与乙、丙两地间的距离相等.求该汽车在从甲地开往丙地的过程中平均速度的大小.

有一位同学是这样解的:

$$\bar{v}=\frac{v_1+v_2}{2}=\frac{20+30}{2}\ \text{m/s}=25\ \text{m/s}.$$

请问上述解法正确吗?为什么?应该如何解?

【解题导引】 (1)平均速度的定义式是什么?

(2)如果从甲地到乙地及乙地到丙地的距离均为 x,则从甲地到丙地的总时间是多少?

【解析】 从平均速度的定义出发进行分析,上述解法是错误的.因为它计算的不是平均速度(物体的位移与发生这段位移所用时间的比值),而是速度的平均值.

正确的解法应该是:

设甲、乙两地间,乙、丙两地间的距离均为 x,则

$$\bar{v}=\frac{2x}{t}=\frac{2x}{\frac{x}{20}+\frac{x}{30}}\ \text{m/s}=\frac{2\times 60}{5}\ \text{m/s}=24\ \text{m/s}.$$

【答案】 见解析

【点评】 平均速度的计算在高考中经常以某一选项的形式在选择题中出现,往往与 $v-t$ 图像等知识联系,在求解平均速度时一定要注意以下几点:

(1)平均速度与时间间隔有关,不同时间间隔内的平均速度一般不同.所以,在求平均速度时要明确是哪段时间内或哪段位移上的平均速度.

(2)当质点在各段时间内以不同速度运动时,全程的平均速度一般不等于各段时间速度的算术平均值.

(3)平均速度的方向与位移的方向相同,与瞬时速度的方向无必然联系.

方法二　物体做加、减速运动的判定方法

判断物体做加速运动还是减速运动的依据是加速度方向与速度方向的关系:

a 与 v 的方向	物体运动情况
a 与 v 同向	加速直线运动
a 与 v 反向	减速直线运动
a 与 v 垂直	速度大小不变,方向改变的曲线运动
a 与 v 成某一夹角	曲线运动

例 2 以下关于速度和加速度的说法中正确的是　(　　)

A. 加速度增大,速度一定增大

B. 速度变化量 Δv 越大,加速度就越大

C. 物体有加速度,速度就增大

D. 物体速度很大,加速度可能为零

【解题导引】 (1)a 与 v、Δv 存在大小间的必然联系吗?

(2)决定 v 大小变化的因素是什么?

【解析】 加速度描述的是速度变化的快慢,是 Δv 与 Δt 的比值,不能只由 Δv 的大小判断加速度大小,故 B 项错.加速度增大,说明速度变化加快,速度可能增大加快,也可能减小加快,或只是方向变化加快,故 A、C 两项错.加速度大说明速度变化快,加速度为零说明速度不变,但此时速度可以很大,也可以很小,故 D 项正确.

【答案】 D

【点评】 (1)速度、速度的变化量、加速度三者的物理意义不同,分别描述不同的物理问题,它们的大小没有必然联系.

(2)物体做加速运动还是减速运动是由加速度方向和速度方向间的关系决定的,与加速度大小的变化无关.

方法三　竖直上抛运动的两种处理方法

1. 分段法

(1)上升过程:$v_0>0$,$a=-g$ 的匀减速直线运动.

(2)下降过程:自由落体运动.

2. 全程法

(1)将上升和下降过程统一看成是初速度 v_0 竖直向上,加速度 g 竖直向下的匀变速直线运动,$v=v_0-gt$,$h=v_0t-\frac{1}{2}gt^2$.

(2)若 $v>0$,则物体在上升;$v<0$,则物体在下落.

若 $h>0$,则物体在抛出点上方.

若 $h<0$,则物体在抛出点下方.

【注意】 当物体先做匀减速直线运动,又反向做匀加速直线运动,且全程加速度恒定时,其运动特点与竖直上抛运动相似,这类运动可称为"类竖直上抛运动".

例 3 某校一课外活动小组自制一枚火箭,设火箭从地面发射后,始终在垂直于地面的方向上运动.火箭点火后可认为做匀加速直线运动,经过 4 s 到达离地面 40 m 高处时燃料恰好用完,若不计空气阻力,取 $g=10\ \text{m/s}^2$,求:

(1)燃料恰好用完时火箭的速度.

(2)火箭上升离地面的最大高度.

(3)火箭从发射到残骸落回地面过程的总时间.

【解题导引】 关键词:①40 m 高处时燃料恰好用完;②不计空气阻力.火箭运动过程分为匀加速→匀减速→自由落体三个阶段.

【解析】 设燃料用完时火箭的速度为 v_1,所用时间为 t_1.

火箭的上升运动分为两个过程,第一个过程为做匀加速上升运动,第二个过程为做竖直上抛运动至最高点.

(1)对第一个过程有 $h_1=\frac{v_1}{2}t_1$,代入数据解得 $v_1=20\ \text{m/s}$.

(2)对第二个过程有 $h_2=\frac{v_1^2}{2g}$,代入数据解得 $h_2=20\ \text{m}$.

所以火箭上升离地面的最大高度 $h=h_1+h_2=40\ \text{m}+20\ \text{m}=60\ \text{m}$.

(3)解法一(分段分析法)

从燃料用完到运动至最高点的过程中,由 $v_1=gt_2$ 得 $t_2=\frac{v_1}{g}=\frac{20}{10}\ \text{s}=2\ \text{s}$.

从最高点落回地面的过程中 $h=\frac{1}{2}gt_3^2$,而 $h=60\ \text{m}$,代入得 $t_3=2\sqrt{3}\ \text{s}$.

故总时间 $t_{总}=t_1+t_2+t_3=(6+2\sqrt{3})\ \text{s}$.

解法二(整体分析法)

考虑火箭从燃料用完到落回地面的全过程,以竖直向上为正方向,全过程为初速度 $v_1=20\ \text{m/s}$,加速度 $g=-10\ \text{m/s}^2$,位移 $h'=40\ \text{m}$ 的匀变速直线运动,即有 $h'=v_1t+\frac{1}{2}gt^2$,代入数据解得 $t=(2+2\sqrt{3})\ \text{s}$ 或 $t=(2-2\sqrt{3})\ \text{s}$(舍去),故 $t_{总}=t_1+t=(6+2\sqrt{3})\ \text{s}$.

【答案】 (1)20 m/s　(2)60 m　(3)$(6+2\sqrt{3})$ s

【点评】 若存在空气阻力,则阻力方向与速度方向相反,运动过程中,阻力会随着速度的变化而变化,从而影响加速度 a.

方法四　处理匀变速直线运动的一般方法

1. 一般公式法

一般公式法指速度、位移、加速度和时间的关系式,它们是矢量式,使用时应注意方向性,一般以 v_0 为正方向,其余各量与正方向相同者为正,与正方向相反者为负.

2. 平均速度法

定义式 $\bar{v}=\frac{x}{t}$ 对任何性质的运动都适用,而 $\bar{v}=\frac{v_0+v}{2}$ 只适用于匀变速直线运动.

3. 中间时刻速度法

利用"任一时间 t 中间时刻的瞬时速度等于这段时间内的平均速度",即 $v_{\frac{t}{2}}=\bar{v}$,该式适用于任何一个匀变速直线运动,有些题目应用它可以避免常规解法中用位移公式列出的含有 t^2 的复杂式子,从而简化解题过程,提高解题速度.

4. 比例法

对于初速度为零的匀加速直线运动与末速度为零的匀减速直线运动,可利用初速度为零的匀加速直线运动的比例关系求解.

5. 逆向思维法

把运动过程的末态作为初态的反向研究问题的方法. 一般用于末态已知的情况.

6. 图像法

应用 $v-t$ 图像,可把较复杂的问题转变为较简单的数学问题解决. 尤其是用图像定性分析,可避开繁杂的计算,快速找出答案.

7. 巧用推论 $\Delta x=x_{n+1}-x_n=aT^2$ 解题

匀变速直线运动中,在连续相等的时间 T 内的位移之差为一恒量,即 $x_{n+1}-x_n=aT^2$,对一般匀变速直线运动问题,若出现相等的时间间隔问题,应优先考虑用 $\Delta x=aT^2$ 求解.

8. 巧选参考系解题

物体的运动是相对于一定的参考系而言的,研究地面上物体的运动常以地面为参考系,有时为了研究问题方便,也可巧妙地选用其他物体做参考系,甚至在分析某些较为复杂的问题时,为了求解简便,还需灵活地转换参考系.

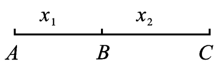
例 4 有一个做匀变速直线运动的质点,它在两段连续相等的时间内通过的位移分别是 24 m 和 64 m,连续相等的时间为 $t=4$ s,求质点的初速度大小和加速度大小.

【解题导引】 本题可按以下思路分析:

已知位移和时间 ⇨ 选用位移公式列式 ⇨ 联立方程求解

【解析】 依题意画出示意图如图所示.

解法一(常规法)



由位移公式得 $x_1=v_At+\frac{1}{2}at^2$,

$x_2=[v_A\cdot 2t+\frac{1}{2}a(2t)^2]-x_1$.

将 $x_1=24\ \text{m}$,$x_2=64\ \text{m}$,$t=4\ \text{s}$ 代入可解得

$v_A=1\ \text{m/s}$,$a=2.5\ \text{m/s}^2$.

解法二(用平均速度求解)

已知 $x_1=24\ \text{m}$,$x_2=64\ \text{m}$,$t=4\ \text{s}$,则

$\bar{v}_1=\frac{x_1}{t}=\frac{24}{4}\ \text{m/s}=6\ \text{m/s}$,

$\bar{v}_2=\frac{x_2}{t}=\frac{64}{4}\ \text{m/s}=16\ \text{m/s}$.

又 $\bar{v}_2=\bar{v}_1+at$,解得 $a=2.5\ \text{m/s}^2$.

由 $x_1=v_At+\frac{1}{2}at^2$ 可得 $v_A=1\ \text{m/s}$.

解法三(用推论公式求解)

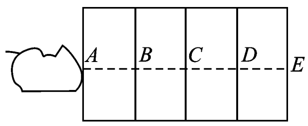
已知 $x_1=24\ \text{m}$,$x_2=64\ \text{m}$,$t=4\ \text{s}$,则

$x_2-x_1=at^2$,解得 $a=2.5\ \text{m/s}^2$.

由 $x_1=v_At+\frac{1}{2}at^2$ 可得 $v_A=1\ \text{m/s}$.

【答案】 1 m/s　2.5 m/s^2

例 5 2012 年女子冰壶世锦赛在加拿大的莱斯布里奇进行,此次女子冰壶世锦赛有中国、加拿大、丹麦、德国、韩国、意大利、美国等国家的 12 支参赛队伍参与角逐,如图所示,一冰壶以速度 v 垂直进入四个矩形区域沿虚线做匀减速直线运动,且刚要离开第四个矩形区域的 E 点时速度恰好为零,冰壶通过前三个矩形的时间为 t,试通过所学知识分析并计算冰壶通过第四个矩形所用的时间是多少?



【解题导引】 冰壶做匀减速直线运动,且最终的速度为零,初速度为 v,故可采用匀变速直线运动的基本公式、推论或图像等多种途径进行求解.

【解析】 解法一(常规法)

根据位移公式和速度公式,由 A 到 E,有

$4l=vt_1-\frac{1}{2}at_1^2$,$0=v-at_1$

式中,t_1 为冰壶通过四个矩形区域所用的时间,a 为其加速度的大小.

由 A 到 D，有 $3l = vt - \frac{1}{2}at^2$.

联立解得 $t_1 = 2t$ 或 $t_1 = \frac{2}{3}t$.

显然 $t_1 = \frac{2}{3}t$ 不符合题意，应舍去.

所以冰壶通过第四个矩形所用的时间为 $t' = t_1 - t = t$.

解法二(逆向思维法)

冰壶通过矩形区域的匀减速运动，可看做冰壶从 E 点开始做初速度为零的匀加速直线运动，由位移公式，由 E 到 A，有

$4l = \frac{1}{2}at_1^2$

式中，t_1 为冰壶通过四个矩形区域所用的时间，a 为其加速度的大小.

由 E 到 D，有 $l = \frac{1}{2}a(t_1 - t)^2$，

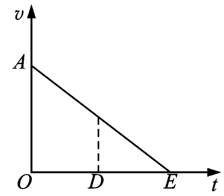
联立解得 $t_1 = 2t$ 或 $t_1 = \frac{2}{3}t$.

显然 $t_1 = \frac{2}{3}t$ 不符合题意，应舍去.

所以冰壶通过第四个矩形所用的时间为 $t' = t_1 - t = t$.

解法三(图像法)

冰壶做匀减速运动的速度－时间图像如图所示，冰壶由 A 到 E 的位移与由 D 到 E 的位移之比为 4∶1，由于相似三角形的面积之比等于对应边长的平方之比，则 $t_{OE}:t_{OD} = 2:1$，故 $t_{DE} = t_{OD} = t$，即冰壶通过第四个矩形所用的时间为 $t' = t$.



【点评】　同一道题可能有多种不同的解法，采用不同解法的繁简程度不同，因此在处理问题时，要分析题目特点，判断利用哪种方法更合适.

1.2　运动图像　追及与相遇问题

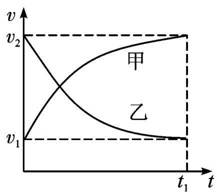
1 考纲解读
教材诠释·课堂学案

考点	内容解读	要求	高考示例	常考题型	预测热度
1. 运动图像	①考查由图像获取信息的能力 ②考查追及或相遇条件	Ⅱ	2014 课标Ⅱ,14 2013 课标Ⅰ,21	选择题	★★★★★
2. 追及与相遇问题		Ⅱ	2013 课标Ⅰ,19 2009 海南单科,8	选择题	★★★★

2 最新高考
教材诠释·课堂学案

考点一　运动图像

1. (2014 课标Ⅱ,14,6 分)甲、乙两汽车在一平直公路上同向行驶,在 $t=0$ 到 $t=t_1$ 的时间内,它们的 $v-t$ 图像如图所示. 在这段时间内　(　　)



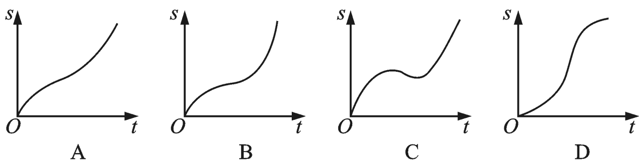
A. 汽车甲的平均速度比乙的大

B. 汽车乙的平均速度等于$\frac{v_1+v_2}{2}$

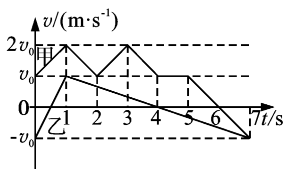
C. 甲、乙两汽车的位移相同

D. 汽车甲的加速度大小逐渐减小,汽车乙的加速度大小逐渐增大

2. (2013 上海单科,16,3 分)汽车以恒定功率沿公路做直线运动,途中通过一块沙地. 汽车在公路及沙地上所受阻力均为恒力,且在沙地上受到的阻力大于在公路受到的阻力. 汽车在驶入沙地前已做匀速直线运动,它在驶入沙地到驶出沙地后的一段时间内,位移 s 随时间 t 的变化关系可能是(　　)



3. (2013 四川理综,6,6 分)(多选)甲、乙两物体在 $t=0$ 时刻经过同一位置沿 x 轴运动,其 $v-t$ 图像如图所示,则　(　　)



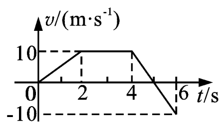
A. 甲、乙在 $t=0$ 到 $t=1$ s 之间沿同一方向运动

B. 乙在 $t=0$ 到 $t=7$ s 之间的位移为零

C. 甲在 $t=0$ 到 $t=4$ s 之间做往复运动

D. 甲、乙在 $t=6$ s 时的加速度方向相同

4. (2011 海南单科,8)一物体自 $t=0$ 时开始做直线运动,其速度图线如图所示. 下列选项正确的是　(　　)



A. 在 0 ~ 6 s 内,物体离出发点最远为 30 m

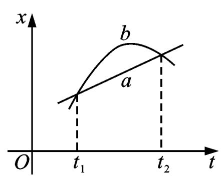
B. 在 0 ~ 6 s 内,物体经过的路程为 40 m

C. 在 0 ~ 4 s 内,物体的平均速率为 7.5 m/s

D. 在 5 ~ 6 s 内,物体所受的合外力做负功

考点二　追及与相遇问题

1. (2013 课标Ⅰ,19,6 分)(多选)如图,直线 a 和曲线 b 分别是在平直公路上行驶的汽车 a 和 b 的位置-时间($x-t$)图线. 由图可知　(　　)



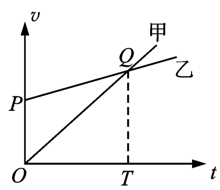
A. 在时刻 t_1,a 车追上 b 车

B. 在时刻 t_2,a、b 两车运动方向相反

C. 在 t_1 到 t_2 这段时间内,b 车的速率先减少后增加

D. 在 t_1 到 t_2 这段时间内,b 车的速率一直比 a 车的大

2. (2009 海南单科,8,4 分)(多选)甲、乙两车在一平直道路上同向运动. 其 $v-t$ 图像如图所示,图中 $\triangle OPQ$ 和 $\triangle OQT$ 的面积分别为 s_1 和 s_2($s_2>s_1$). 初始时,甲车在乙车前方 s_0 处,则　(　　)



A. 若 $s_0=s_1+s_2$,两车不会相遇

B. 若 $s_0<s_1$,两车相遇 2 次

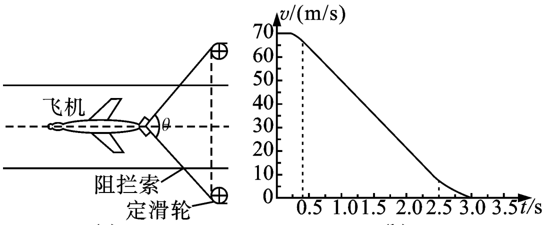
C. 若 $s_0=s_1$,两车相遇 1 次

D. 若 $s_0=s_2$,两车相遇 1 次

3 高考热点精讲
教材诠释 · 课堂学案

考点一　由图像获取信息

例 1 (2013 课标Ⅰ,21,6 分)(多选)2012 年 11 月,歼 - 15 舰载机在辽宁号航空母舰上着舰成功. 图(a)为利用阻拦系统让舰载机在飞行甲板上快速停止的原理示意图. 飞机着舰并成功钩住阻拦索后,飞机的动力系统立即关闭,阻拦系统通过阻拦索对飞机施加一作用力,使飞机在甲板上短距离滑行后停止. 某次降落,以飞机着舰为计时零点,飞机在 $t = 0.4$ s 时恰好钩住阻拦索中间位置,其着舰到停止的速度 - 时间图线如图(b)所示. 假如无阻拦索,飞机从着舰到停止需要的滑行距离约为 1 000 m. 已知航母始终静止,重力加速度的大小为 g,则　(　　)



(a)　　(b)

A. 从着舰到停止,飞机在甲板上滑行的距离约为无阻拦索时的 1/10

B. 在 0.4 ~ 2.5 s 时间内,阻拦索的张力几乎不随时间变化

C. 在滑行过程中,飞行员所承受的加速度大小会超过 2.5 g

D. 在 0.4 ~ 2.5 s 时间内,阻拦系统对飞机做功的功率几乎不变

【命题意图】 考查由图像获取信息的能力.

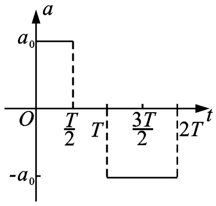
【解析】 速度图线与时间轴所围面积表示物体的位移,估算图中面积约为 110 m,故 A 正确;由于速度图线的斜率表示物体的加速度,由图可知在 0.4 s ~ 2.5 s 内飞机加速度大小几乎不变,约为 27 m/s^2,则飞机所受阻拦索的合力 F 不变,但飞机的速度在减小,两侧阻拦索间夹角 θ 在减小,故由 $P = Fv$ 知 D 错误;由 $F = 2T\cos\frac{\theta}{2}$ 知阻拦索的张力在减小,B 错误;由上述知 C 正确.

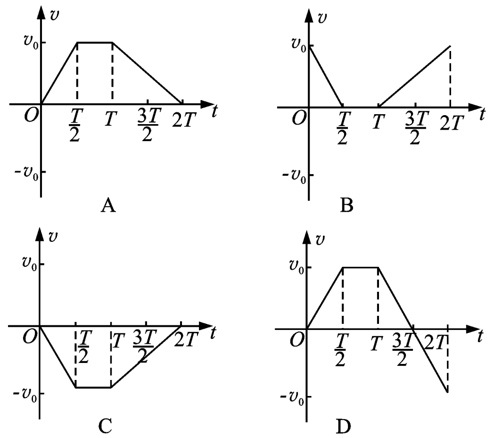
【全解】 AC

【提醒】 要特别注意图像中斜率、面积的意义.

考点二　图像转换

例 2 (2015 海南单科,4,3 分)一物体做直线运动,其加速度随时间变化的 $a - t$ 图像如图所示. 下列 $v - t$ 图像中,可能正确描述此物体运动的是　(　　)





【命题意图】 考查图像转换能力.

【解析】 由图可知,在 $0 \sim \frac{T}{2}$ 时间内 $a = a_0 > 0$,若 $v_0 \geq 0$,物体做匀加速运动;若 $v_0 < 0$,物体做匀减速运动,故 B、C 皆错误;由于在 $T \sim 2T$ 时间内 $a = -a_0$,故物体做匀减速运动且图线斜率的绝对值与 $0 \sim \frac{T}{2}$ 时间内相同,故 A 错误,D 正确.

【全解】 D

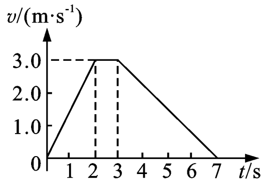
【提醒】 注意图像之间的联系点.

4 规律方法突破
教材诠释 · 课堂学案

方法一　运用图像解题“六看”

	$x - t$ 图像	$v - t$ 图像
轴	横轴为时间 t,纵轴为位移 x	横轴为时间 t,纵轴为速度 v
线	倾斜直线表示匀速直线运动	倾斜直线表示匀变速直线运动
斜率	表示速度	表示加速度
面积	无实际意义	图线与时间轴围成的面积表示位移
纵截距	表示初位置	表示初速度
特殊点	拐点表示从一种运动变为另一种运动,交点表示相遇	拐点表示从一种运动变为另一种运动,交点表示速度相等

例 1 如图是物体做直线运动的 $v-t$ 图像，由图像可得到的正确结果是　　(　　)



A. $t=1$ s 时物体的加速度大小为 1.0 $\mathrm{m/s^2}$

B. $t=5$ s 时物体的加速度大小为 0.75 $\mathrm{m/s^2}$

C. 第 3 s 内物体的位移为 1.5 m

D. 物体在加速过程的位移比减速过程的位移大

【解题导引】 (1)如何利用 $v-t$ 图像的斜率求解加速度？(2)如何利用 $v-t$ 图像的“面积”求物体的位移？

【解析】 由图像知物体在前 2 s 内做匀加速直线运动，加速度 $a_1=\frac{v_2}{t_2}=1.5\ \mathrm{m/s^2}$，位移 $x_1=\frac{v_2}{2}t_2=3$ m，第 3 s 内物体做匀速直线运动，通过的位移 $x_2=v_3(t_3-t_2)=3$ m，在后 4 s 做匀减速直线运动，加速度 $a_2=\frac{v_3}{t_7-t_3}=0.75\ \mathrm{m/s^2}$，位移 $x_3=\frac{v_3}{2}(t_7-t_3)=6$ m，可见只有 B 项正确.

【答案】 B

方法二　追及与相遇问题的求解方法

追及与相遇问题是匀变速直线运动规律的典型应用，两物体在同一直线上运动，它们之间的距离发生变化时，可能出现最大距离、最小距离或距离为零的情况，这类问题称为追及与相遇问题.

1. 追及问题

追和被追的两个物体速度相等(同向运动)是能追上、追不上或两者距离有极值的临界条件.

(1)第一类：开始相隔一定距离的两物体，速度大者追速度小者(如匀减速运动的甲物体追匀速运动的乙物体，或匀速运动的甲物体追同向匀加速运动的乙物体).

①若两者速度相等时，甲仍在乙的后方，则永远追不上，且此时两者间有最小距离.

②若两者速度相等时，刚好追上，此为临界状态.

③若甲、乙处在同一位置时，甲的速度仍大于乙的速度，则乙还能追上甲.

(2)第二类：从同一位置出发的两物体，速度小者加速(如初速度为零的匀加速直线运动)追速度大者(如匀速运动).

①当两者速度相等时，两者间有最大距离.

②当两者位移相等时，追者追上被追者.

2. 相遇问题

在同一直线上相向运动的两物体，各自发生的位移的绝对值之和等于开始时两物体间的距离时即相遇. 在避碰问题中，关键是把握临界状态，避碰问题的临界状态还是反映在速度相等这一关键点上，即两个运动物体具有相同的位置坐标时，两者的相对速度为零.

3. 分析追及与相遇问题的关键

(1)一定要抓住“一个临界条件”、“两个关系”.

①一个临界条件——速度相等. 它往往是物体间能否追上或(两者)距离最大、最小的临界条件，也是分析问题的切入点.

②两个关系——时间关系和位移关系. 时间关系是指两物体运动时间是否相等，两物体是同时运动，还是一前一后运动等；位移关系是指两物体是从同一地点开始运动，还是从一前一后的不同地点开始运动等. 通过画运动示意图找出两物体的位移关系是解题的突破口.

(2)若被追赶的物体做匀减速运动，则一定要注意，追上前该物体是否已经停止运动.

(3)仔细审题，注意抓住题目中的关键字眼，充分挖掘题目中的隐含条件. 例如“刚好”“恰好”“最多”“至少”等，这些词往往对应一个临界状态，满足相应的临界条件.

4. 解答追及与相遇问题的常用方法

(1)物理分析法.

抓住“两物体能否同时到达空间某位置”这一关键，认真审题，挖掘题中的隐含条件，在头脑中建立起一幅物体运动关系的图景.

(2)相对运动法.

巧妙地选取参考系，然后找两物体的运动关系.

(3)极值法.

设相遇时间为 t，根据条件列方程，得到关于 t 的一元二次方程，用判别式进行讨论，若 $\Delta>0$，即有两个解，说明可以相遇两次；若 $\Delta=0$，说明刚好追上或相遇；若 $\Delta<0$，说明追不上或不能相碰.

(4)图像法.

将两物体的速度－时间图像在同一坐标系中画出，然后利用图像求解.

例 2 A、B 两辆汽车在笔直的公路上同向行驶. 当 B 车在 A 车前 84 m 处时，B 车速度为 4 m/s，且正以 2 $\mathrm{m/s^2}$ 的加速度做匀加速运动；经过一段时间后，B 车加速度突然变为零. A 车一直以 20 m/s 的速度做匀速运动. 经过 12 s 后两车相遇. 问 B 车加速行驶的时间是多少？

【解题导引】 解答本题时可按以下思路进行分析：

分析两车的运动性质 ⇨ 找出两车的位移关系 ⇨ 列出两车的位移方程 ⇨ 代入数据求解

【解析】 设 A 车的速度为 v_A，B 车加速行驶的时间为 t，两车经时间 t_0 相遇，则有

$$s_A=v_At_0 \qquad ①$$

$$s_B=v_Bt+\frac{1}{2}at^2+(v_B+at)(t_0-t) \qquad ②$$

式中，$t_0=12$ s，s_A、s_B 分别为 A、B 两车相遇前行驶的路程.

依题意有 $s_A=s_B+s$　　③

式中 $s=84$ m.

由式①②③得 $t^2-2t_0t+\frac{2[(v_A-t_B)t_0-s]}{a}=0$.

代入题给数据 $v_A=20$ m/s，$v_B=4$ m/s，$a=2\ \mathrm{m/s^2}$ 得 $t^2-24t+108=0$，解得 $t_1=6$ s，$t_2=18$ s. $t_2=18$ s 不合题意，舍去.

因此，B 车加速行驶的时间为 6 s.

【答案】 6 s

【点评】 两物体在同一直线上运动时，往往涉及追及、相遇或避碰等问题，求解的基本思路是：画出运动过程示意图→找出两物体运动的时间关系、速度关系或位移关系→建立方程→解方程. 必要时对结果进行讨论.

例 3 一辆汽车在十字路口等候绿灯，当绿灯亮时汽车以 $a=3\ \mathrm{m/s^2}$ 的加速度开始行驶，恰在这一时刻一辆自行车以

$v_{自}=6\ m/s$ 的速度匀速驶来,从旁边超过汽车. 试求:

(1)汽车从路口开动后,在追上自行车之前经过多长时间两车相距最远? 此时距离是多少?

(2)什么时候汽车追上自行车? 此时汽车的速度是多少?

【解题导引】 (1)追上前两车相距最远的条件.

(2)追上时两车的位移关系.

【解析】 (1)解法一(用基本规律的方法)

汽车与自行车的速度相等时相距最远,设此时经过的时间为 t_1,两车间的距离为 Δx,则有 $v_{自}=at_1$

所以 $t_1=\frac{v_{自}}{a}=2\ s$,

$\Delta x=v_{自}t_1-\frac{1}{2}at_1^2=6\ m$.

解法二(用相对运动的方法)

以自行车为参考系,则从开始到相距最远的这段时间内,汽车相对这个参考系的各个物理量为初速度 $v_0=v_{汽车}-v_{自}=0-6\ m/s=-6\ m/s$,

末速度 $v_t=v_{汽车}-v_{自}=0$,

加速度 $a'=a-a_{自}=3\ m/s^2-0=3\ m/s^2$.

所以两车相距最远时经历的时间为 $t_1=\frac{v_t-v_0}{a}=2\ s$,

最大距离 $\Delta x=\frac{v_t^2-v_0^2}{2a'}=-6\ m$.

负号表示汽车在后.

【注意】 利用相对运动的方法解题,要抓住三个关键:①选取哪个物体为研究对象;②选取哪个物体为参考系;③规定哪个方向为正方向.

解法三(用求极值的方法)

设汽车在追上自行车之前经过时间 t_1 两车相距最远,则

$\Delta x=v_{自}t_1-\frac{1}{2}at_1^2$,

代入已知数据得 $\Delta x=6t_1-\frac{3}{2}t_1^2$.

由二次函数求极值的条件知:$t_1=2\ s$ 时,Δx 有最大值 6 m.

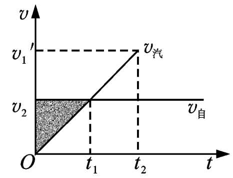
所以经过 $t_1=2\ s$ 后,两车相距最远为 $\Delta x=6\ m$.

解法四(用图像法)

自行车和汽车的 $v-t$ 图像如下图所示. 由图可以看出,在相遇前,t_1 时刻两车速度相等,两车相距最远,此时的距离为阴影三角形的面积,所以有

$t_1=\frac{v_2}{a}=\frac{6}{3}\ s=2\ s$,

$\Delta x=\frac{v_2t_1}{2}=\frac{6\times2}{2}\ m=6\ m$.



(2)解法一

当两车位移相等时,汽车追上自行车,设此时经过的时间为 t_2,则有 $v_{自}t_2=\frac{1}{2}at_2^2$,

解得 $t_2=\frac{2v_{自}}{a}=\frac{2\times6}{3}\ s=4\ s$,

此时汽车的速度 $v_1=at_2=12\ m/s$.

解法二

由前面画出的 $v-t$ 图像可以看出,在 t_1 时刻之后,由图线 $v_{自}$、$v_{汽}$ 和 $t=t_2$ 构成的三角形的面积与标有阴影的三角形面积相等时,汽车与自行车的位移相等,即汽车与自行车相遇. 所以 $t_2=2t_1=4\ s$,$v'_1=at_2=3\times4\ m/s=12\ m/s$.

【答案】 (1)2 s　6 m　(2)4 s　12 m/s

【点评】 在解决追及、相遇类问题时,要紧抓"一图三式",即过程示意图,时间关系式、速度关系式和位移关系式,另外还要注意对所求结果进行讨论分析.