专题 1.2 匀变速直线运动（精讲精练）

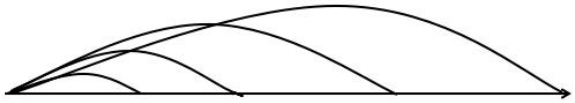
题型一、巧用基本公式结合初始点分段法处理匀变速直线运动的相关问题

题型说明：

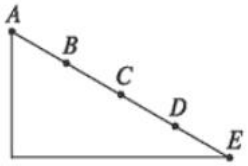
1、处理匀变速直线运动的相关问题一般要按照先选择合理的研究过程，再选择合适的运动学公式，两步走的基本原则完成；

2、在研究过程的选择上要注意，如果物体做的是初速度为 0 的匀加速直线运动

研究过程的选择要充分利用物体初速度为 0 的这个特点进行选择；因此研究过程的选择一般按照如图所示的形式进行选择：即每一个研究过程要以初始点作为起点，这样能简化数学运算过程；



1、（2018 年内蒙古包头市一模试题）如图所示，光滑斜面 AE 被分成四个相等的部分，一物体从 A 点由静止释放，下列结论中正确的是(　　)



A．物体到达各点的速率:$v_B:v_C:v_D:v_E:1:\sqrt{2}:\sqrt{3}:2$

B．物体到达各点所经历的时间比为:$1:\sqrt{2}:\sqrt{3}:2$

C．物体从 A 到 E 的平均速度:$\bar{v}=v_B$

D．物体通过每一部分时，其速度增量是相等的。

【答案】ABC

【解析】假设物体运动的加速度大小为 a，AB=BC=CD=DE= x，

A 选项，分别选择 AB、AC、AD、AE 作为研究过程，结合速位公式求物体经过各点的速度大小。

AB 过程：$v_B^2=2ax.....v_B=\sqrt{2ax}$

AC 过程：

$v_C^2=2a（2x）....v_C=\sqrt{4ax}$

AD 过程：$v_D^2=2a(3x)....v_D=\sqrt{6ax}$

AE 过程:$v_E^2=2a(4x)....v_E=\sqrt{8ax}$

故：$v_B:v_C:v_D:v_E:1:\sqrt{2}:\sqrt{3}:2$，　A 选项正确，D 选项错误。

B 选项，分别选择 AB、AC、AD、AE 作为研究过程，假设物体从 A 运动到 B 、C、D、E 的时间分别为 t_B,t_c,t_D,t_E 选择位移公式求的时间的大小关系。

AB 过程：$x=\frac{1}{2}at_B^2....t_B=\sqrt{\frac{2x}{a}}=\sqrt{2}.\sqrt{\frac{x}{a}}$

AC 过程：$2x=\frac{1}{2}at_c^2.....t_c=\sqrt{\frac{4x}{a}}=2\sqrt{\frac{x}{a}}$

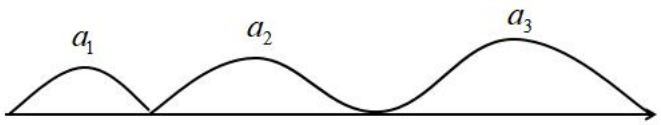
AD 过程：$3x=\frac{1}{2}at_D^2.....t_D=\sqrt{\frac{6x}{a}}=\sqrt{6}.\sqrt{\frac{x}{a}}$

AE 过程：$4x=\frac{1}{2}at_E^2.....t_E=\sqrt{\frac{8x}{a}}=2\sqrt{2}.\sqrt{\frac{x}{a}}$ 所以 B 选项正确。

C 选项：通过 B 选项的分析 $t_E=2t_B$,可知 B 为 AE 段位移的中间时刻，中间时刻的瞬时速度等于物体的平均速度。

题型二、巧用平均速度法结合连续分段的原则解决运动学的相关问题

题型说明：当物体经历的运动是多个过程，而且每一个运动过程的加速度大小和方向都是不同的；在研究过程的选择上一定要以加速度作为研究过程的分隔点进行分段；这里讲一点，不是以物体的速度作为过程的分割点；过程的选择如图所示；



例 2、某物块由静止开始以大小为 a_1 的加速度做匀加速直线运动，经过一段时间 t_0 后，其加速度突然反向，且大小变为 a_2；再经过相同的时间 t_0,物块恰好回到出发点,且速度大小 v2＝5 m/s。求：

(1)物块的加速度改变时，其速度大小 v_1；

(2)$\frac{a_1}{a_2}$ 的大小；

【答案】2.5　1/3

【解析】如图所示物体的运动过程如图所示：



将 AB 作为研究过程结合平均速度公式得：

$$x=\frac{0+v_1}{2}.t_0....(1)$$

将 BCA 作为研究过程结合平均速度公式得：

$$-x=\frac{v_1-5}{2}.t_0...(2)$$

联立 1、2 式可得：V1=2.5m/s

根据加速度的定义式：

$$a_1=\frac{2.5-0}{t_0}....(3)$$

$$a_2=\frac{-5-2.5}{t_0}...(4)$$

$$\frac{a_1}{a_2}=\frac{1}{3}$$

方法总结：

1、解决匀变速直线运动的问题的基本思路是先确定研究过程，再选择合适的运动学公式；

2、在研究过程的选择上一定要注意根据物体的运动特点不同而选择合适的研究过程是非常关键的；题型一、二分别介绍的初始点分段法、与连续分段法是解决运动学问题常见的分段模式；

3、在对运动学公式进行选择时，注意平均速度公式解题时是优于其它的运动学公式的，所以在条件允许的情况下，一般优先使用平均速度公式；

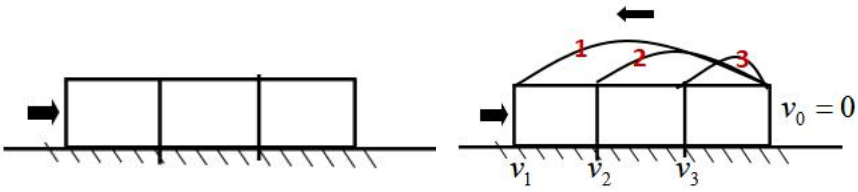
4、在对运动学公式进行应用时，尤其是物体做往复运动时，一定要注意各物理量的矢量性；这一点在题型二中非常关键；

题型三、逆向思维在处理运动学问题中的典型应用

题型说明：当物体做末速度为 0 的匀减速运动时，运动过程逆着可以看成是初速度为零的匀加速运动

例 3 、厚度相同的三块木块固定在水平面上，一颗子弹自左向右以某一速度水平射入，子弹在木块内的运

动可看成匀减速运动，当子弹穿透第三块木块时速度恰好为零，则子弹先后射入三木块前的速度大小之比为_____



【答案】$v_1:v_2:v_3=1:\sqrt{2}:\sqrt{3}$

【解析】假设子弹穿透三木块前的速度大小依次是v_1,v_2,v_3，加速度大小为a，每块木板的厚度为x，逆着子弹的运动方向可以将其看成初速度为零的匀加速。分别选择过程 1、2、3、结合速位公式即可求得。

选择过程 1：$v_1^2=2a3x$

选择过程 2：$v_2^2=2a2x$

选择过程 3：$v_3^2=2ax$

故：$v_1:v_2:v_3=1:\sqrt{2}:\sqrt{3}$；

例 4、一物体以某一初速度在粗糙的平面上做匀减速直线运动，最后停下来．若此物体在最初 5 s 经过的路程与最后 5 s 经过的路程之比为 11∶5，则此物体总共运动了多少时间？

【答案】8s

【解析】逆向观察物体运动的过程，物体做初速度为零的匀加速直线运动，在初速度为零的匀加速直线运动中，第一个 5 s 内与第 n 个 5 s 内，位移之比为 1∶(2n－1)，故根据题意有$\frac{1}{2n-1}=\frac{5}{11}$ 求得 n＝1.6，所以运动的总时间为 t＝1.6×5 s＝8 s.

例 5、（2019 年全国一卷）篮球架下的运动员原地起跳扣篮，离地后重心上升的最大高度为 H ，上升第一个$\frac{H}{4}$的时间为t_1，第四个$\frac{H}{4}$的时间为t_2，不计空气阻力则$\frac{t_2}{t_1}$满足；

A:$1<\frac{t_2}{t_1}<2$　　B:$2<\frac{t_2}{t_1}<3$　　C：$3<\frac{t_2}{t_1}<4$　　D：$4<\frac{t_2}{t_1}<5$

【答案】C

【解析】运动员起跳到达最高点的瞬间速度为零，又不计空气阻力，故可逆向处理为自由落体运动。则根据初速度为零匀加速运动，

相等相邻位移时间关系之比为：

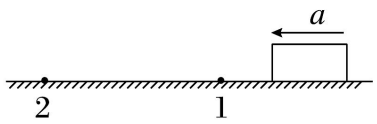
$1:\left(\sqrt{2}-1\right):\left(\sqrt{3}-\sqrt{2}\right):\left(2-\sqrt{3}\right):\left(\sqrt{5}-2\right)$ ....，可知$\frac{t_2}{t_1}=\frac{1}{2-\sqrt{3}}=2+\sqrt{3}$，即$3<\frac{t_2}{t_1}<4$，故本题选 C。

题型四、巧用平均速度法解决匀变速直线运动的问题

例 6、如图所示，一长为 l 的长方形木块在水平面上以加速度 a 做匀加速直线运动．先后经过 1、2 两点，1、2 之间有一定的距离，木块通过 1、2 两点所用时间分别为 t1 和 t2.求：

(1)木块经过位置 1 时的平均速度大小；

(2)木块前端 P 在 1、2 之间运动所需时间．



【答案】(1)$\frac{l}{t_1}$　(2)$\frac{l}{a}(\frac{1}{t_2}-\frac{1}{t_1})+\frac{t_1-t_2}{2}$

【解析】(1)木块经过位置 1 时的平均速度大小$\overline{v}=\frac{l}{t_1}$.

(2)P 端通过 1 点后$\frac{t_1}{2}$时刻的速度即为木块通过 1 的平均速度$\overline{v}_1=\frac{l}{t_1}$，通过 2 点后$\frac{t_2}{2}$时刻速度即为木块通过 2 的平均速度$\overline{v}_2=\frac{l}{t_2}$，由此可求出 P 通过 1、2 两点的速度分别为：

$v_1=\overline{v}_1-a\cdot\frac{t_1}{2}=\frac{l}{t_1}-a\cdot\frac{t_1}{2}$和$v_2=\overline{v}_2-a\cdot\frac{t_2}{2}=\frac{l}{t_2}-a\cdot\frac{t_2}{2}$

所以，木块前端 P 在 1、2 之间运动所需的时间为$t=\frac{v_2-v_1}{a}=\frac{l}{a}(\frac{1}{t_2}-\frac{1}{t_1})+\frac{t_1-t_2}{2}$.

例 7、作匀加速直线运动的物体先后经过 A、B、C 三点，在 AB 段物体的平均速度为 3 m/s，在 BC 段平均速度为 6 m/s，AB＝BC，则物体在 B 点的速度为

A．4 m/s　　B．4.5 m/s

C．5 m/s　　D．5.5 m/s

【答案】C

【解析】:因 $AB=\overline{v}_1t_1$，$\overline{v}_1=3$ m/s，$BC=\overline{v}_2t_2$，$\overline{v}_2=6$ m/s，且 $AB=BC$，通过两段路程的时间之比为 t_1：$t_2=2:1$.$v_B-\overline{v}_1=a\cdot\frac{t_1}{2}$，$\overline{v}_2-v_B=a\cdot\frac{t_2}{2}$，所以$\frac{v_B-\overline{v}_1}{\overline{v}_2-v_B}=\frac{2}{1}$解得 $v_B=5$ m/s，故 C 正确.

例 8、一物体做匀加速直线运动，通过一段位移Δx 所用的时间为 t_1，紧接着通过下一段位移Δx 所用的时间为 t_2.则物体运动的加速度为(　　)

A. $\frac{2\Delta x}{t_1t_2}\frac{t_1-t_2}{t_1+t_2}$　　B. $\frac{\Delta x}{t_1t_2}\frac{t_1-t_2}{t_1+t_2}$

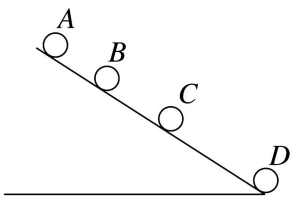
C. $\frac{2\Delta x}{t_1t_2}\frac{t_1+t_2}{t_1-t_2}$　　D. $\frac{\Delta x}{t_1t_2}\frac{t_1+t_2}{t_1-t_2}$

【答案】$a=\frac{\frac{v_2-v_1}{t_1+t_2}}{2}=\frac{2\Delta x}{t_1t_2}\frac{t_1-t_2}{t_1+t_2}$.

【解析】本题考查匀变速直线运动规律的应用，意在考查考生灵活应用运动学公式解决问题的能力．第一段Δx 的中间时刻的速度为 $v_1=\frac{\Delta x}{t_1}$，第二段Δx 的中间时刻的速度为 $v_2=\frac{\Delta x}{t_2}$，则加速度 $a=\frac{v_2-v_1}{\frac{t_1+t_2}{2}}=\frac{2\Delta x}{t_1t_2}\frac{t_1-t_2}{t_1+t_2}$.

题型五、思维转化法在处理运动学问题中的典型应用

例 9、从斜面上某一位置，每隔 0.1 s 释放一个小球，在连续释放几颗小球后，对在斜面上滚动的小球拍下照片，如右图所示，测得 xAB＝15 cm，xBC＝20 cm，求：



(1)小球的加速度；

(2)拍摄时 B 球的速度；

(3)拍摄时 xCD 的大小；

(4)A 球上方滚动的小球还有几颗．

【答案】5 m/s^2 ，1.75 m/s.　0.25 m.　1.25 m/s

【解析】本题有多个小球运动，若以多个小球为研究对象，非常麻烦，可以将“多个小球的运动”转化为“一个小球的运动”.

(1)由 $a=\frac{\Delta x}{t^2}$得小球的加速度 $a=\frac{x_{BC}-x_{AB}}{t^2}=5$ m/s^2.

(2)B 点的速度等于 AC 段上的平均速度，即

$v_B=\frac{x_{AC}}{2t}=1.75$ m/s.

(3)由相邻相等时间内的位移差恒定，即 $x_{CD}-x_{BC}=x_{BC}-x_{AB}$，所以 $x_{CD}=2x_{BC}-x_{AB}=0.25$ m.

(4)设 A 点小球的速度为 v_A，由于 $v_A=v_B-at=1.25$ m/s

所以 A 球的运动时间为 $t_A=\frac{v_A}{a}=0.25$ s，所以在 A 球上方滚动的小球还有 2 颗.

题型六、图像法在处理运动学问题中的典型应用

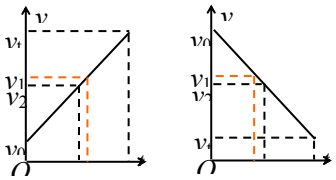
例 10、某汽车沿一直线运动，在 t 时间内通过的位移为 L，在 $\frac{L}{2}$ 处速度为 v_1，在 $\frac{t}{2}$ 处速度为 v_2，则（　　）

A．匀加速运动，$v_1>v_2$　B．匀减速运动，$v_1<v_2$

C．匀加速运动，$v_1<v_2$　D．匀减速运动，$v_1>v_2$

【答案】AD

【解析】本题用 v—t 图象分析较为直观。对于匀变速直线运动，在某一段时间内的平均速度等于中间时刻的瞬时速度。v—t 图线下方包围的面积值等于位移的大小。从右图中直观地可以看出，无论是匀加速运动还是匀减速运动，总有在 $\frac{L}{2}$ 处的速度为 v_1 大于在 $\frac{t}{2}$ 处的速度为 v_2。



例 11、静止在光滑水平面上的木块，被一颗子弹沿水平方向击穿，若子弹击穿木块的过程中子弹受到木块的阻力大小恒定，则当子弹入射速度增大时，下列说法正确的是(　　)

A．木块获得的速度变大

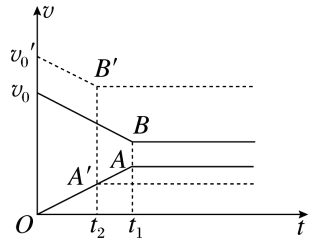
B．木块获得的速度变小

C．子弹穿过木块的时间变长

D．子弹穿过木块的时间变短

【答案】　BD

【解析】子弹穿透木块过程中，子弹做匀减速运动，木块做匀加速运动，画出如图所示的 v－t 图象，图中实线 OA、v0B 分别表示木块、子弹的速度图象，而图中梯形 OABv0 的面积为子弹相对木块的位移，即木块长度 L.当子弹入射速度增大变为 v0′时，子弹、木块的运动图象便如图中虚线 v0′B′、OA′所示，梯形 OA′B′v0′的面积仍等于子弹相对木块的位移 L，由图线可知，子弹入射速度越大，木块获得的速度越小，作用时间越短，B、D 正确.



题型七、刹车类截止性现象

例 12、汽车以 20 m/s 的速度在平直公路上行驶，急刹车时的加速度大小为 5 m/s2，则自驾驶员急踩刹车开始，2 s 与 5 s 时汽车的位移之比为(　　)

A．5∶4　　B．4∶5

C．3∶4　　D．4∶3

【答案】C

【解析】刹车后最多只能到停止，$t=\frac{v_0}{a}=\frac{20}{5}$ s=4 s，经 2 秒位移 $x_1=v_0t-\frac{1}{2}at^2=20\times2$ m$-\frac{1}{2}\times5\times2^2$ m=30 m,5 s 的位移即 4 秒内的位移 $x_2=\frac{v^2}{2a}=\frac{20^2}{2\times5}$ m=40 m，故而$\frac{x_1}{x_2}=\frac{3}{4}$，选项 C 正确.

题型八、竖直上抛类问题的处理方法

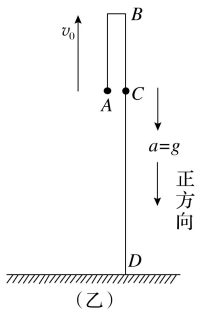
例 13、气球以 10 m/s 的速度匀速竖直上升，从气球上掉下一个物体，经 17 s 到达地面．求物体刚脱离气球时气球的高度．(g=10 m/s2)

【答案】1275m

【解析】方法一：(全程法)可将物体的运动过程视为匀变速直线运动．根据题意画出运动草图如图(甲)所示．规定向下方向为正，则 v0=－10 m/s，　g=10 m/s^2 据 $h=v_0t+\frac{1}{2}gt^2$，

则有 $h=-10\times17$ m$+\frac{1}{2}\times10\times17^2$ m ＝1275 m

所以物体刚脱离气球时气球的高度为 1275 m.



方法二：(分段法)如图(乙)将物体的运动过程分为 A→B 和 B→D 两段来处理．A→B 为竖直上抛运动，B→D

为自由落体运动.

在 A→B 段，据竖直上抛规律可知此阶段运动时间为

$t_{AB}=\frac{v_0}{g}=\frac{10}{10}$ s=1 s

由题意知 $t_{BD}=(17-1)$ s=16 s

由自由落体运动规律

$h_{BD}=\frac{1}{2}gt_{BD}^2=\frac{1}{2}\times10\times16^2$ m=1280 m

$h_{BC}=\frac{1}{2}gt_{AB}^2=\frac{1}{2}\times10\times1^2$ m=5 m

$h_{CD}=h_{BD}-h_{BC}$=1275 m.

例 14、王兵同学利用数码相机连拍功能(此相机每秒连拍 10 张)，记录下北京奥运会跳水比赛中小将陈若琳和王鑫在 10 m 跳台跳水的全过程．所拍摄的第一张恰为她们起跳的瞬间，第四张如图甲所示，王兵同学认为这是她们在最高点；第十九张如图乙所示，她们正好身体竖直双手触及水面．设起跳时她们的重心离台面的距离和触水时她们的重心离水面的距离相等．由以上材料(g 取 10 m/s2)：

(1)估算陈若琳的起跳速度；

(2)分析第四张照片是在最高点吗？如果不是，此时重心是处于上升还是下降阶段？



甲



乙

【答案】（1）3.4 m/s、（2）0.3 s

【解析】(1)由题意得：运动员从起跳到入水所用时间为 t=1.8 s

设跳台高 h，起跳速度为 v_0，由：

$-h=v_0t-\frac{1}{2}gt^2$

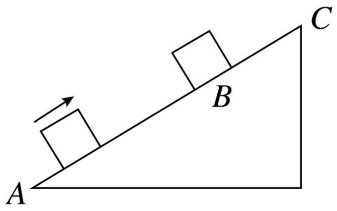
得 v_0=3.4 m/s

(2)上升至最高点所用时间 $t_1=\frac{0-v_0}{-g}$=0.34 s

而拍第四张历时 0.3 s，所以还处于上升阶段.

题型九、多种方法处理匀变速直线类问题

例 15、物体以一定的初速度冲上固定的光滑的斜面，到达斜面最高点 C 时速度恰为零，如图所示．已知物体第一次运动到斜面长度$\frac{3}{4}$处的 B 点时，所用时间为 t，求物体从 B 滑到 C 所用的时间．



【答案】t

【解析】方法一：逆向思维法

物体向上匀减速冲上斜面，相当于向下匀加速滑下斜面，

故 $x_{BC}=\frac{1}{2}at_{BC}^2$，$x_{AC}=\frac{1}{2}a(t+t_{BC})^2$

又 $x_{BC}=\frac{1}{4}x_{AC}$，解得：$t_{BC}=t$

方法二：比例法

对于初速度为零的匀变速直线运动，在连续相等的时间里通过的位移之比为

$x_1:x_2:x_3:\ldots:x_n=1:3:5:\ldots:(2n-1)$

现有 $x_{BC}:x_{BA}=\frac{x_{AC}}{4}:\frac{3x_{AC}}{4}=1:3$

通过 x_{AB} 的时间为 t，故通过 x_{BC} 的时间 $t_{BC}=t$

方法三：中间时刻速度法

利用推论：中间时刻的瞬时速度等于这段位移的平均速度．

$\overline{v}_{AC}=\frac{v+v_0}{2}=\frac{v_0+0}{2}=\frac{v_0}{2}$,

又 $v_0^2=2ax_{AC}$ ①

$v_B^2=2ax_{BC}$ ②

$x_{BC}=\frac{1}{4}x_{AC}$ ③

解①②③得：$v_B=\frac{v_0}{2}$.可以看出 v_B 正好等于 AC 段的平均速度，因此 B 点是中间时刻的位置．因此有 $t_{BC}=t$.

方法四：图象面积法利用相似三角形面积之比等于对应边平方比的方法，作出 v－t 图象，如图所示．$\frac{S_{\triangle AOC}}{S_{\triangle BDC}}=\frac{CO^2}{CD^2}$

且 $S_{\triangle AOC}=4S_{\triangle BDC}$，$OD=t$，$OC=t+t_{BC}$.

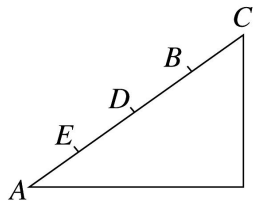
所以$\frac{4}{1}=\frac{(t+t_{BC})^2}{t_{BC}^2}$，

得 $t_{BC}=t$.

方法五：利用有关推论

对于初速度为零的匀加速直线运动，通过连续相等的各段位移所用的时间之比

$t_1:t_2:t_3:\ldots:t_n=1:(\sqrt{2}-1):(\sqrt{3}-\sqrt{2}):(\sqrt{4}-\sqrt{3}):\ldots:(\sqrt{n}-\sqrt{n-1})$.



现将整个斜面分成相等的四段，如图所示.

设通过 BC 段的时间为 t_x，那么通过 BD、DE、EA 的时间分别为：

$t_{BD}=(\sqrt{2}-1)t_x$，

$t_{DE}=(\sqrt{3}-\sqrt{2})t_x$，

$t_{EA}=(\sqrt{4}-\sqrt{3})t_x$，

又 $t_{BD}+t_{DE}+t_{EA}=t$，得 $t_x=t$.

16、一个做匀加速直线运动的质点，在开始连续相等的两个时间间隔内，通过的位移分别是 60 m 和 84 m，每一个时间间隔为 2 s，求质点的初速度和加速度.

【答案】$a=6\ m/s^2$，$v_A=24\ m/s$.

【解析】方法一：基本公式法　运动过程图如图所示，因题中只涉及位移与时间，故选择位移公式：$x_1=v_At+\frac{1}{2}at^2=60\ m$，

$x_2=v_A\cdot 2t+\frac{1}{2}a(2t)^2-(v_At+\frac{1}{2}at^2)=84\ m$，

其中 $t=2\ s$，

解得：$a=6\ m/s^2$，$v_A=24\ m/s$.

方法二：平均速度公式法　AB 段内的平均速度 $\overline{v}_1=\frac{x_1}{t}=\frac{60}{2}\ m/s=30\ m/s$，

BC 段内的平均速度 $\overline{v}_2=\frac{x_2}{t}=\frac{84}{2}\ m/s=42\ m/s$，

根据一段时间内的中间时刻的瞬时速度等于该段时间内

的平均速度，故有 $a=\frac{\overline{v}_2-\overline{v}_1}{t}=\frac{42-30}{2}\ m/s^2=6\ m/s^2$

再由 $x_1=v_At+\frac{1}{2}at^2=60\ m$，解得 $v_A=24\ m/s$.

方法三：特殊结论法　由匀变速直线运动的推论$\Delta x=at^2$得 $a=\frac{84-60}{2^2}\ m/s^2=6\ m/s^2$

再由 $x_1=v_At+\frac{1}{2}at^2=60\ m$，解得 $v_A=24\ m/s$.

方法四：中间时刻速度法　根据一段时间内的中间时刻的瞬时速度等于该段时间内的平均速度，则 $v_B=\frac{x_1+x_2}{2t}=\frac{60+84}{4}\ m/s=36\ m/s$

由 $x_1=\frac{v_A+v_B}{2}t=\frac{v_A+36}{2}\times 2\ m=60\ m$

解得 $v_A=24\ m/s$

进而解得加速度 $a=\frac{v_B-v_A}{t}=\frac{36-24}{2}\ m/s^2=6\ m/s^2$.