senior high school education

拓展课一　匀变速直线运动的推论

目标要求

1.理解平均速度公式及应用.

2．理解中点位置的瞬时速度公式及应用.

3．理解逐差相等公式及应用.

4．理解初速度为零的匀加速直线运动的推论及应用.

拓展1　平均速度公式的理解及应用

【归纳】

1．**平均速度公式：**$\bar{v}=v_{\frac{t}{2}}=\frac{v_0+v}{2}$，即做匀变速直线运动的物体在任意一段时间$t$内的平均速度等于这段时间的中间时刻的瞬时速度，还等于这段时间初、末速度矢量和的一半.

2．**推导**：设物体做匀变速直线运动的初速度为v_0，加速度为a，t时刻的速度为v，

由$x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$得，平均速度$\bar{v}=\frac{x}{t}=v_0+\frac{1}{2}at$，　①

由$v=v_0+at$知，当$t'=\frac{t}{2}$时有$v_{\frac{t}{2}}=v_0+a\cdot\frac{t}{2}$，　②

由①②得$\bar{v}=v_{\frac{t}{2}}$，

又$v=v_{\frac{t}{2}}+a\cdot\frac{t}{2}$，　③

由②③解得$v_{\frac{t}{2}}=\frac{v_0+v}{2}$，

综上所述有$\bar{v}=v_{\frac{t}{2}}=\frac{v_0+v}{2}$.

【典例】

例 1 物体从静止开始做匀加速直线运动，3 s内通过的位移是3 m，求：

(1)3 s内物体的平均速度大小；

(2)第3 s末的速度大小.

答案

解析：(1)由$\bar{v}=\frac{x}{t}$，得3 s内物体的平均速度大小$\bar{v}=\frac{x}{t}=\frac{3}{3}$ m/s=1 m/s.

(2)方法一　基本公式法

物体由静止开始做匀加速直线运动，由$x=\frac{1}{2}at^2$，得$a=\frac{2x}{t^2}=\frac{2\times3}{3^2}$ m/s^2=$\frac{2}{3}$ m/s^2，$v_3=at=\frac{2}{3}\times3$ m/s=2 m/s.

方法二　平均速度法

由匀变速直线运动的平均速度$v=\frac{v_0+v_t}{2}$，可知3 s内的平均速度$v=\frac{v_3}{2}$，则$v_3=2v=2\times1$ m/s=2 m/s.

方法三　中间时刻速度法

3 s内的平均速度等于第1.5 s末的瞬时速度，即$v=v_{1.5}=1.5\ \text{s}\cdot a$，得$a=\frac{1}{1.5}$ m/s^2=$\frac{2}{3}$ m/s^2，第3 s末的速度大小$v_3=at=\frac{2}{3}\times3$ m/s=2 m/s.

答案：(1)1 m/s　(2)2 m/s

思维方法

(1)$v=\frac{x}{t}$适用于任意形式的运动，而$v=v_{\frac{t}{2}}=\frac{v_0+v_t}{2}$只适用于匀变速直线运动．该表达式是联系平均速度与瞬时速度的重要表达式．

(2)巧用平均速度解题比应用基本公式解题更简捷．

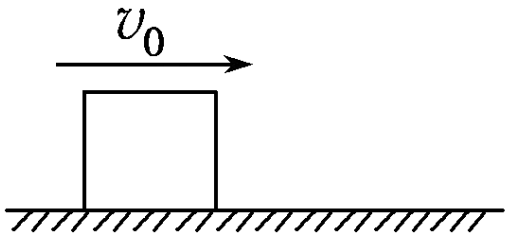
例 2 [2023·山东潍坊高一检测]如图所示，物块以初速度v_0沿水平地面向右匀减速滑行并开始计时，第5 s内的位移是6 m，第6 s内的位移是4 m，(第6 s末仍然向右运动)选向右为正方向，则该物块(　　)

A.加速度为－1 m/s^2

B．加速度为－2 m/s^2

C．第7 s内的位移是3 m

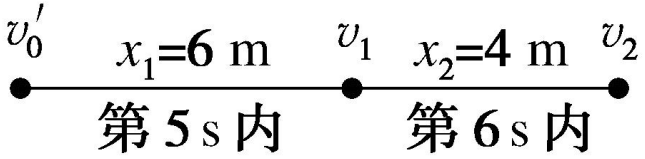
D．第6 s末的速度是5 m/s



答案：B

解析　答案

解析：如下图所示，设第5 s的初速度为v'_0，第5 s末的速度为v_1，第6 s末的速度为v_2，$T=1$ s.



A错，B对：由平均速度公式可知$v_1=\frac{x_1+x_2}{2T}$，$v_1=\frac{6\text{ m}+4\text{ m}}{2\text{ s}}=5$ m/s；

由$x_2=v_1T+\frac{1}{2}aT^2$，得$4\text{ m}=5\text{ m/s}\times1\text{ s}+\frac{1}{2}a\times(1\text{ s})^2$

得$a=-2\text{ m/s}^2$.

D错：由$x_2=\frac{v_1+v_2}{2}T$得$v_2=3$ m/s，故6 s末的速度是3 m/s.

C错：设7 s末的速度为v_3，因为$a=-2\text{ m/s}^2$，故$v_3=1$ m/s，

则第7 s内的位移$x_3=\frac{v_2+v_3}{2}\times T$，$x_3=2$ m.

拓展2　中点位置的瞬时速度公式的理解及应用

【归纳】

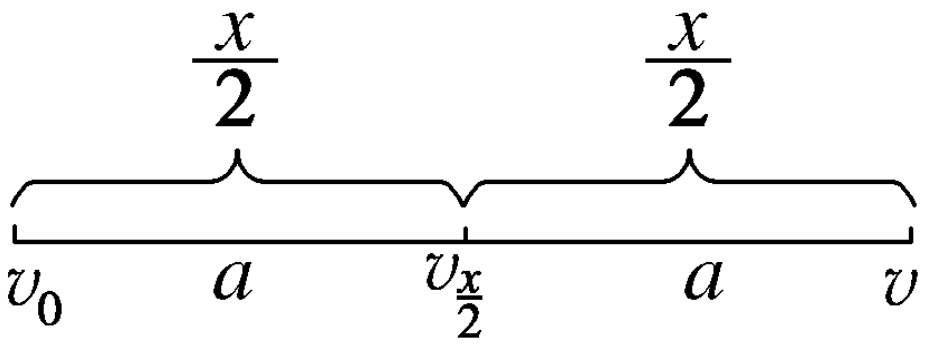
1．**中点位置的瞬时速度公式：**$v_{\frac{x}{2}}=\sqrt{\frac{v_0^2+v^2}{2}}$，即在匀变速直线运动中，某段位移的中点位置的瞬时速度等于这段位移的初、末速度的“方、均、根”值.

2．**推导：**

如图所示，前一段位移$v_{\frac{x}{2}}^2-v_0^2=2a\cdot\frac{x}{2}$，后一段位移$v^2-v_{\frac{x}{2}}^2=2a\cdot\frac{x}{2}$，

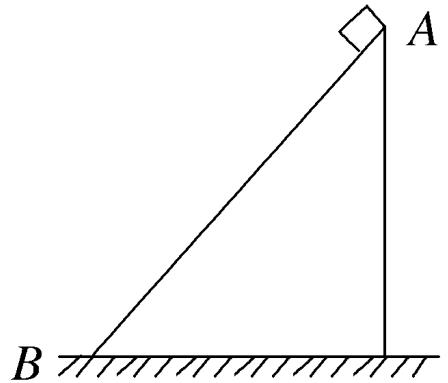
所以有$v_{\frac{x}{2}}^2=\frac{1}{2}\cdot(v_0^2+v^2)$，即有$v_{\frac{x}{2}}=\sqrt{\frac{1}{2}(v_0^2+v^2)}$.

提醒：公式$v_{\frac{x}{2}}=\sqrt{\frac{v_0^2+v^2}{2}}$只适用于匀变速直线运动.



【典例】

例 3 [2023·河北沧州月考](多选)如图所示，光滑斜面的长度为L，一物体自斜面顶端由静止开始匀加速滑至底端，经历的时间为t，则下列说法正确的是(　　)



A．物体运动全过程中的平均速度是$\frac{L}{t}$

B．物体在$\frac{t}{2}$时的瞬时速度是$\frac{2L}{t}$

C．物体运动到斜面中点时的瞬时速度是$\frac{\sqrt{2}L}{t}$

D．物体从顶点运动到斜面中点所需的时间是$\frac{\sqrt{2}}{2}t$拓展3　逐差相等公式的理解及应用

答案：ACD

解析　答案

解析： A对，B错：全过程的平均速度与中间时刻的瞬时速度相等，大小为$v'=\frac{L}{t}$.C对：知末速度$v=2v'=\frac{2L}{t}$，则到斜面中点的瞬时速度$v_{\frac{L}{2}}=\sqrt{\frac{0^2+v^2}{2}}=\frac{\sqrt{2}L}{t}$.D对：设物体的加速度为$a$，到达斜面中点用时$t'$，则$L=\frac{1}{2}at^2$，$\frac{L}{2}=\frac{1}{2}at'^2$，得$t'=\frac{\sqrt{2}}{2}t$.

【归纳】

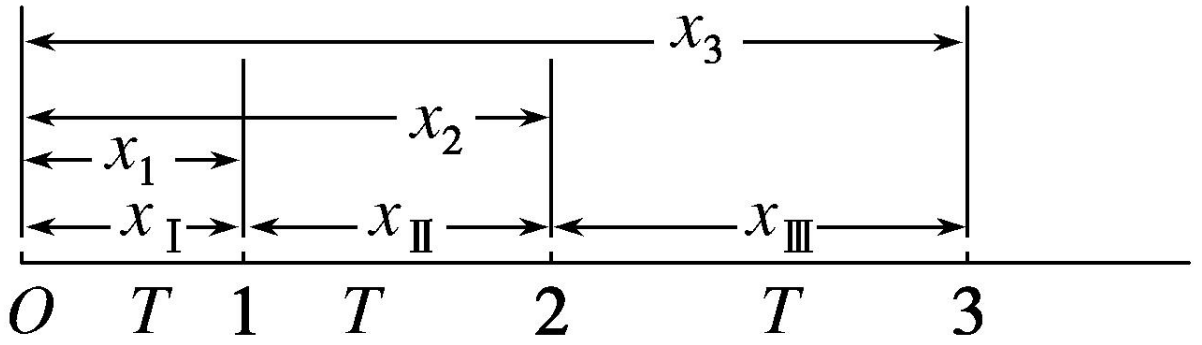
1．**逐差相等公式**：$\Delta x = x_{\mathrm{II}} - x_{\mathrm{I}} = x_{\mathrm{III}} - x_{\mathrm{II}} = \cdots = aT^2$，即做匀变速直线运动的物体，如果在各个连续相等的时间T内的位移分别为x_{I}、x_{II}、x_{III}、…、x_N，则匀变速直线运动中任意两个连续相等的时间间隔内的位移差相等.

2．**公式推导**：如图所示

$x_1=v_0T+\frac{1}{2}aT^2$，

$x_2=v_0\cdot 2T+\frac{4}{2}a\cdot T^2$，

$x_3=v_0\cdot 3T+\frac{9}{2}a\cdot T^2$，…



所以$x_{\mathrm{I}}=x_1=v_0T+\frac{1}{2}aT^2$，

$x_{\mathrm{II}}=x_2-x_1=v_0T+\frac{3}{2}aT^2$，

$x_{\mathrm{III}}=x_3-x_2=v_0T+\frac{5}{2}aT^2$，…

故$x_{\mathrm{II}}-x_{\mathrm{I}}=aT^2$，$x_{\mathrm{III}}-x_{\mathrm{II}}=aT^2$，…

所以$\Delta x=x_{\mathrm{II}}-x_{\mathrm{I}}=x_{\mathrm{III}}-x_{\mathrm{II}}=\cdots=aT^2$.

提醒：(1)公式中“T”具有任意性.
(2)对于不相邻的任意两段位移：
$x_m-x_n=(m-n)aT^2$.
(3)推论只适用于匀变速直线运动.

3．应用

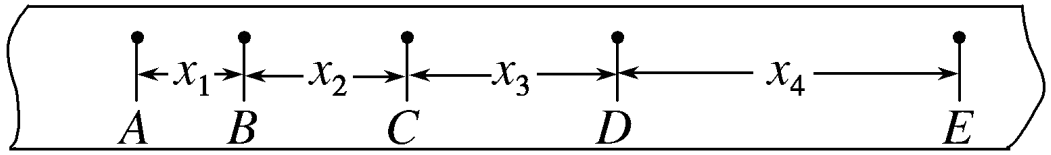
(1)判断物体是否做匀变速直线运动

如果$\Delta x=x_{\mathrm{II}}-x_{\mathrm{I}}=x_{\mathrm{III}}-x_{\mathrm{II}}=\cdots=x_N-x_{N-1}=aT^2$成立，则$a$为一恒量，说明物体做匀变速直线运动.

(2)逐差法求加速度

①若已知连续相等时间内的两段位移.

由$x_2-x_1=aT^2$，得$a=\frac{x_2-x_1}{T^2}$



②若已知连续相等时间内的四段位移.

可以简化成两大段AC、CE研究

$x_{\mathrm{I}}=x_1+x_2\quad x_{\mathrm{II}}=x_3+x_4\quad t_{AC}=t_{CE}=2T$

$a=\frac{x_{\mathrm{II}}-x_{\mathrm{I}}}{(2T)^2}=\frac{(x_3+x_4)-(x_1+x_2)}{4T^2}$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/018020014003006124