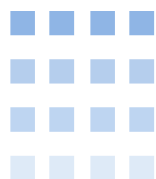


第 2 节：匀变速直线运动的规律

北京师范大学广州实验学校 何芷颜



概念：匀变速直线运动

规律：8 条公式 初速度为零的匀加速直线运动的比

例式

匀
直

10 分钟课前自检：

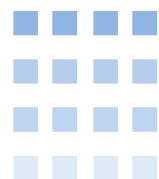
- 什么是匀变速直线运动？
- 匀变速直线运动有哪些相关物理量、公式、规律？

课前
10

匀变速直线运动的定义和规律

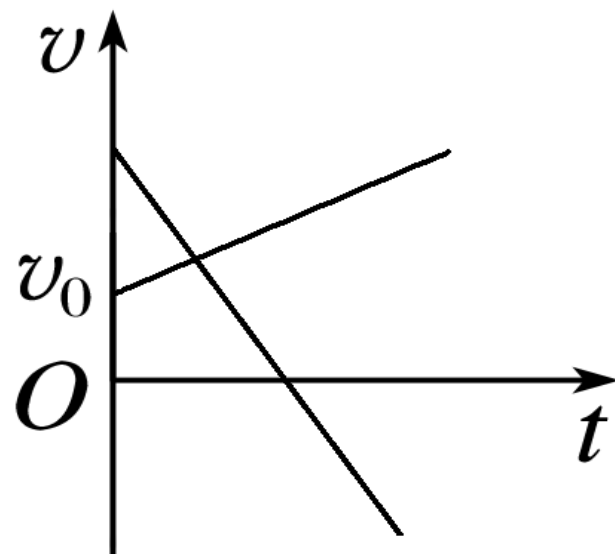


黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN



速度随时间均匀变化的运动

匀变速直线运动 = 加速度 a 恒定不变的变速直线运动



$$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{v_t - v_0}{t}$$



$$v_t = v_0 + at$$

黄浦

匀变速直线运动的定义和规律

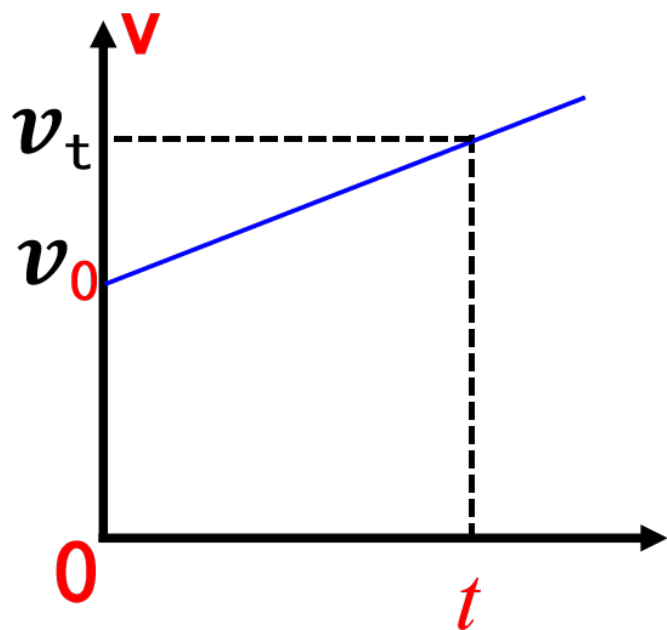


黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

匀变速直线运动：

速度时间公式： $v_t = v_0 + at$

位移时间公式： $s = \frac{v_t + v_0}{2}t \equiv v_0 t + \frac{1}{2}at^2$



定义

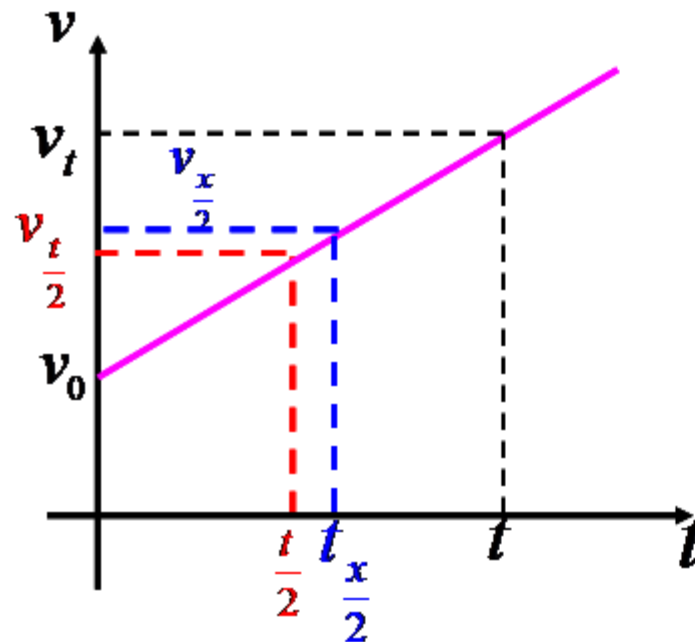
匀变速直线运动的定义和规律



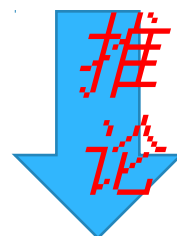
黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN

$$\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{v_0 + v_t}{2} = v_{\text{中间时刻}} < v_{\text{中间位移}} = \sqrt{\frac{v_0^2 + v_t^2}{2}}$$

$$s_s = \frac{v_0 + v_t}{2} t \xrightarrow{\text{消 } a} s^2 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$



注意：以上式子均为**矢量式**，必须考虑各量方向，通常以 v_0 的方向为**正方向**；速度、加速度、位移的方向与正方向相同时取正，相反时取负。



$$\Delta s = s^2 = a T^2$$

加速度为 a ，每段时间为 T



$$s_n - s_m = (n - m) a T^2$$

匀变速直线运动的定义和规律



黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN

1. 物体做匀加速直线运动，加速度为 4m/s^2 ，下列说法哪些是正确的？并简要说明理由。



(1) 任何 1s 的末速度比初速度大 4m/s ；

(2) 任何 1s 的初速度比前 1s 的初速度大 4m/s ；

(3) 该物体运动的速度与经过的时间成正比，第 2s 末的速度是第 1s 末的速度的 2 倍；

$$v = at$$

$$y = kx + b \quad \begin{matrix} 0 & 4 & 8 \\ 1 & 5 & 9 \end{matrix}$$

(4) 运动中增加的速度与所需的时间成正比，且增加的速度方向始终和加速度方向相同。

$$\Delta v = a \Delta t$$

匀变速直线运动的定义和规律



黄浦教研
HUANGPUJIAOYAN

2. 具有“主动刹车系统”的汽车遇到紧急情况时，会立即启动主动刹车。某汽车以 72 km/h 的速度匀速行驶时，前方 45 m 处突然出现一群羊横穿公路，“主动刹车系统”立即启动，汽车开始做匀减速直线运动，恰好在羚羊通过道路前 5 m 处停车。求：

(1) 汽车在刹车后 2 s 内和刹车后 5 s 内的位移大小；

(2) 汽车开始“主动刹车”后第 4 s 内通过的位移大小。

解：(1) $v_0 = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$ $s = 45 \text{ m} - 5 \text{ m} = 40 \text{ m}$

$$0 - v_0^2 = -2as \quad \text{得：} a = 5 \text{ m/s}^2$$

$$t_{\text{刹}} = \frac{v_0}{a} = 4 \text{ s} \quad \overline{s_2} = v_0 t_2 - \frac{1}{2} a t_2^2 = 30 \text{ m} \quad \overline{s_5} = s = 40 \text{ m}$$

匀变速直线运动的定义和规律



黄浦教研
HUANGPUJIAOYAN

2. 具有“主动刹车系统”的汽车遇到紧急情况时，会立即启动主动刹车。某汽车以 72 km/h 的速度匀速行驶时，前方 45 m 处突然出现一群羊横穿公路，“主动刹车系统”立即启动，汽车开始做匀减速直线运动，恰好在羚羊通过道路前 5m 处停车。求：

- (1) 汽车在刹车后 2 s 内和刹车后 5 s 内的位移大小；
- (2) 汽车开始“主动刹车”后第 4 s 内通过的位移大小。

$$(2) \quad \overline{s_{IV}} = s_4 - s_3 = s_4 - (v_0 t_3 - \frac{1}{2} a t_3^2) = 2.5m$$

逆向思维 $\overline{s_1} = \frac{1}{2} a t_1^2 = 2.5m$

匀变速直线运动的定义和规律



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

3. 一质点沿 x 轴运动，其位置坐标 x 随时间 t 变化关系为 $x=5+10t-t^2$ （ x 的单位为 m ， t 的单位为 s ）。下列说法正确的是（ ）

- A. 质点做变加速直线运动
- B. 质点加速度大小为 $1m/s^2$
- C. $0\sim 6s$ 内质点平均速度大小为 $4m/s$

解析

AB. 由 $x=5+10t-t^2$ 可得质点运动速度 $v=10-2t$ ，所以加速度恒定为 $2m/s^2$ ，质点做匀减速直线运动，

AB 错误；CD. $0\sim 6s$ 内初速度 $v_0=10m/s$ ，末速度 $v=-2m/s$ ，所以平均速度 $\bar{v}=\frac{v_0+v}{2}=4m/s$

$x=\bar{v}t$

，位移

C 正确，D 错误。

匀变速直线运动的定义和规律



黄浦教研
HUANGPUJIAOYAN

4. 如图是位于南宁市东南郊的两座邕江大桥，近处为公路桥，远处更高大的是铁路桥。公路桥所用吊杆为高强度平行钢丝，吊点等间距分布，相邻吊点之间的水平距离为 d 。一辆汽车正在匀加速通过公路桥，依次经过相邻的 1-5 号吊杆。设车头以速度 v 经过 2 号吊杆，经过时间 t ，车头以 $3v$ 经过 5 号吊杆。则汽车的加速度大小为 ()

A $\frac{d}{t^2}$

B $\frac{3d}{t^2}$

C $\frac{d}{2t^2}$

D $\frac{3d}{4t^2}$



解析

由 2 号吊杆运动到 5 号吊杆用时 t ，则有 $\frac{3d}{t} = \bar{v}_{2 \sim 5} = \frac{v + 3v}{2}$

$$v = \frac{3d}{2t}$$

，解得 $a = \frac{3v - v}{t} = \frac{3d}{t^2}$

，则加速度

匀变速直线运动的定义和规律



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

5. (多选) 物体沿一直线做匀加速直线运动，已知它在第 2 s 内的位移为 4 m，第 3 s 内的位移为 6 m，则下列判断中正确的是 (AD)

- A. 它的加速度大小是 2 m/s^2
- B. 它在第 2 s 末的速度为 4 m/s
- C. 它的初速度为零
- D. 它在前 7 s 内的位移是 56 m

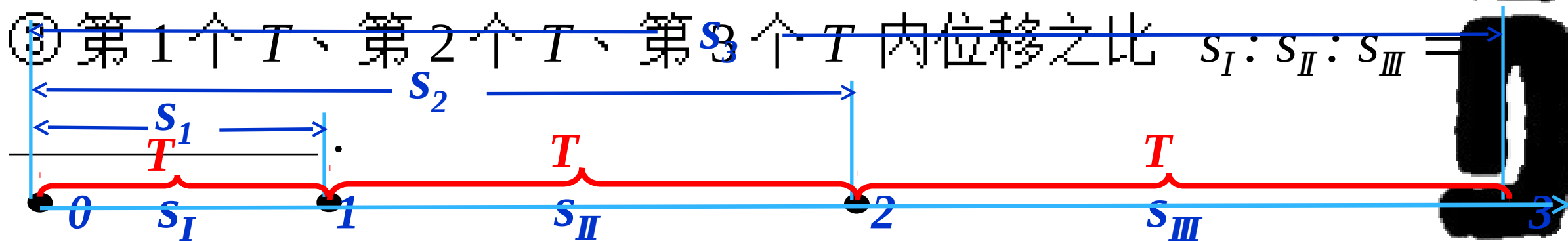
尝试用①基本公式法②平均速度法③位移差公式，求解

$s = at$
 $= \frac{1}{2} at^2$
 5

$$v_t = at$$
$$t_s^2 = \frac{1}{2}at^2$$

② 前 T 、前 $2T$ 、前 $3T$ 内位移之比 $s_1:s_2:s_3 = \underline{\hspace{2cm}} 1:3:5$

③ 第1个 T 、第2个 T 、第3个 T 内位移之比 $s_I : s_{II} : s_{III} =$





初速度为零的几个比例式

2. 等分位移 : $t_1^2 = \frac{1}{2} a t_1^2$ $t_1 = \sqrt{\frac{2s}{a}}$ $2s_2 = \frac{1}{2} a t_2^2$ $3s_3 = \frac{1}{2} a t_3^2$

① 前 s 、前 $2s$ 、前 $3s$ 、前 $4s$ 内时间比 $t_1:t_2:t_3:t_4$ $1:\sqrt{2}:\sqrt{3}:\sqrt{4}$

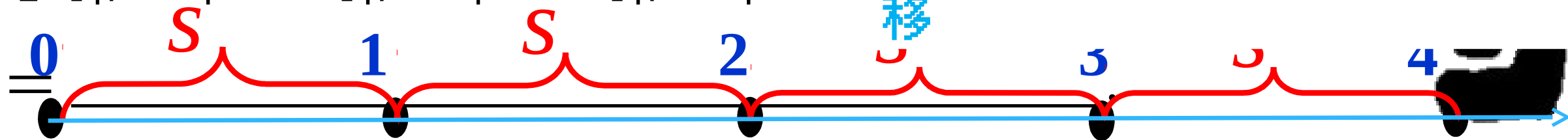
$1:\sqrt{2}:\sqrt{3}:\sqrt{4}$

② $1s$ 末、 $2s$ 末、 $3s$ 末、 $4s$ 末速度之比 $v_1:v_2:v_3:v_4 =$

$1:(\sqrt{2}-1):(\sqrt{3}-\sqrt{2}):(\sqrt{4}-\sqrt{3})$

两比例式适用前提：初速度为零的匀加速直线运动，且从速度为 0 时开始等分时间或位移

③ 第 1 个 s 、第 2 个 s 、第 3 个 s 、





初速度为零的几个比例式

6. 如图所示，固定的光滑斜面上有一木板，其下端与斜面上 A 点距离为 L 。木板由静止释放，若木板长度为 L ，通过 A 点的时间间隔为 Δt_1 ；若木板长度为 $2L$ ，通过 A 点的时间间隔为 Δt_2 。 $\Delta t_2 : \Delta t_1$ 为 ()

A - $(\sqrt{3} - 1) : (\sqrt{2} - 1)$

B - $(\sqrt{3} - \sqrt{2}) : (\sqrt{2} - 1)$

C - $(\sqrt{3} + 1) : (\sqrt{2} + 1)$

D - $(\sqrt{3} + \sqrt{2}) : (\sqrt{2} + 1)$

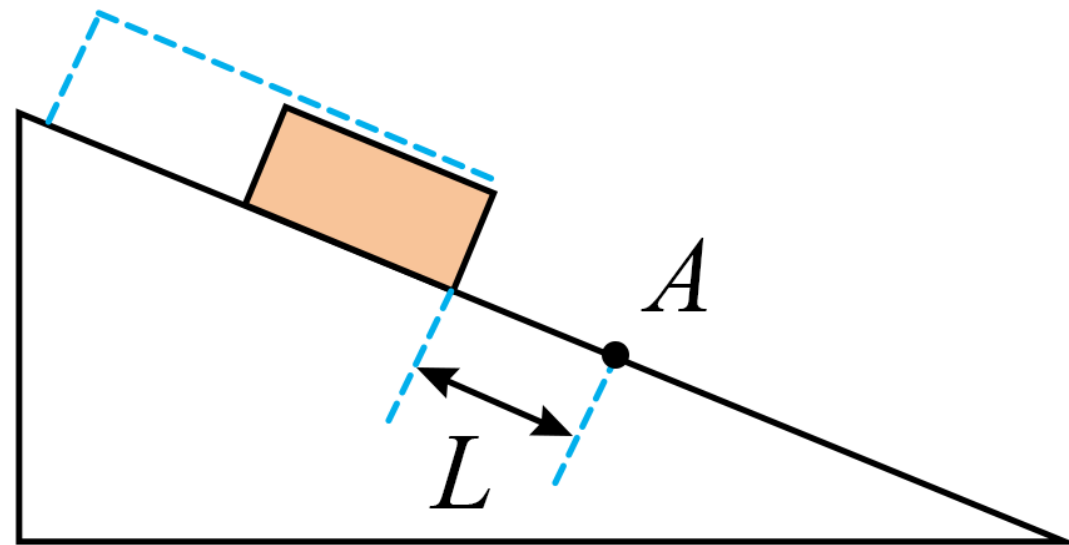
木板从静止释放到下端到达 A 点的过程 $L = \frac{1}{2}at_0^2$

当木板长度为 L 时，有 $2L = \frac{1}{2}at_1^2$

当木板长度为 $2L$ 时，有 $3L = \frac{1}{2}at_2^2$

由 $\Delta t_1 = t_1 - t_0, \Delta t_2 = t_2 - t_0$

解得 $\Delta t_2 : \Delta t_1 = (\sqrt{2} - 1) : (\sqrt{3} - \sqrt{2})$

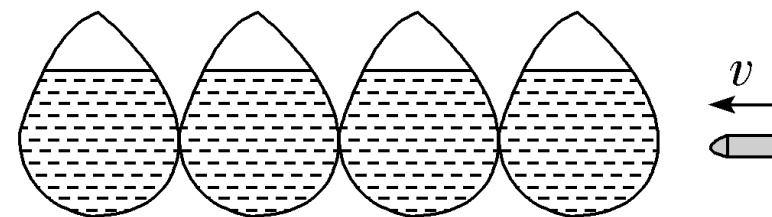


初速度为零的几个比例式



黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN

7. 《街头科学实验室》中验证了四个完全相同的水球即可挡住子弹。假设子弹在水球中沿水平方向做初速度为 v 的匀减速直线运动，恰好能穿出第四个水球，则 (D)



A. 子弹在每个水球中速度变化量相同

B. 子弹穿出第三个水球时的瞬时速度为 $\frac{v}{2}$

C. 子弹在每个水球中运动的时间比为 $t_1:t_2:t_3:t_4 = 2::1$

B. 子弹穿出前三个水球的瞬时速度之比为 $v_1:v_2:v_3 = ::1$

必备基础知识

匀变速直线运动

概念：沿着一条直线且加速度不变的运动

分类

匀加速直线运动： a 与 v_0 方向相同

匀减速直线运动： a 与 v_0 方向相反

规律

速度公式： $v_t = v_0 + at$

位移公式： $x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$

速度与位移关系式： $v_t^2 - v_0^2 = 2ax$

匀变速直线运动的常用推论

相邻的相等时间内的位移差 $\Delta x = aT^2$ ，推论 $x_m - x_n = (m-n)aT^2$

中间时刻的速度 $v_{t/2} = \frac{v_0 + v_t}{2} = \bar{v}$ 中间位置的速度 $v_{x/2} = \sqrt{\frac{v_0^2 + v_t^2}{2}}$

初速度为零的匀加速直线运动的推论

T末、2T末、3T末、...、nT末的瞬时速度之比为

$v_1 : v_2 : v_3 : \dots : v_n = 1 : 2 : 3 : \dots : n$

前T内、前2T内、前3T内、...、前nT内的位移之比为

$x_1 : x_2 : x_3 : \dots : x_n = 1^2 : 2^2 : 3^2 : \dots : n^2$

第I个T内、第II个T内、第III个T内、...、第N个T内的位移之比

$x_I : x_{II} : x_{III} : \dots : x_N = 1 : 3 : 5 : \dots : (2N-1)$

通过连续相等的位移所用时间之比

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

黄浦



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

谢谢

