

第一章 运动的描述

1 质点 参考系

一、物体和质点

1. 质点：忽略物体的_____和_____, 把它简化成一个具有_____的点，这样的点叫作质点。
2. 将物体视为质点的条件：
(1)物体的_____对所研究问题的影响可以忽略不计；
(2)物体上各点的_____时，可以用其上某一点的运动代替整个物体的运动，如平动物体。
3. 质点是一种_____模型，它忽略了物体的_____这种次要因素，突出了物体的_____这种主要因素，它是对实际物体的一种科学抽象，实际中_____(填“存在”或“并不存在”)。

【例 1】 下列物体中，可以看作质点的是_____。

- A. 研究从北京开往广州的一列火车的速度
- B. 火车通过一座桥所需的时间
- C. 研究汽车轮胎的转动
- D. 研究比赛时乒乓球的旋转
- E. 研究体操运动员的腾空姿态
- G. 研究百米运动员完成比赛所需时间
- H. 研究百米运动员的冲刺动作时

二、参考系

1. 运动与静止

- (1)自然界的一切物体都处于永恒的_____中，运动是_____的。
- (2)描述某个物体的位置随时间的变化，总是相对于其他物体而言的，这便是运动的_____性。

2. 参考系：要描述一个物体的运动，首先要选定某个其他物体作为参考，这种用来作为_____的物体叫作参考系。

3. 参考系的四个特性

- (1)标准性：用来作为参考系的物体都是假定不动的，被研究的物体是运动还是静止，都是相对于_____而言。
- (2)任意性：参考系的选取具有任意性，但应以观察方便和运动的描述尽可能_____为原则。
- (3)差异性：同一运动选择不同的参考系，观察结果一般_____。
- (4)统一性：比较不同物体的运动时，应该选择_____(填“同一”或“不同”)参考系。

在没有特别指明参考系时，通常是以_____为参考系。

【例 2】 下列四种现象(或运动)中分别是说什么物体相对什么参考系在运动？

	研究对象	参考系
一江春水向东流	_____	_____
地球的公转	_____	_____
钟表的时针在转动	_____	_____
太阳东升西落	_____	_____

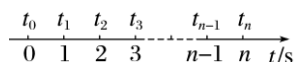
2 时间 位移

第 1 课时 时间 位移

一、时刻和时间间隔

1. 时刻：指_____，它在表示时间的数轴上用_____表示。
2. 时间间隔：指某两个时刻之间的_____，表示一段时间，在时间数轴上用_____表示。

【例 1】如图所示的时间轴，下列时间间隔的说法正确的是()



- A. t_2 表示时刻，称为第 2 s 末或第 3 s 初，也可以称为 2 s 内
- B. $t_{n-1} \sim t_n$ 表示时间间隔，称为第 n s 内
- C. $t_0 \sim t_2$ 表示时间间隔，称为最初 2 s 或第 2 s 内
- D. t_{n-1} 表示时刻，称为第 $(n-1)$ s

二、位置和位移

1. 坐标系：为了定量地描述物体的位置，需要在参考系上建立适当的坐标系。

坐标系构成要素：_____、_____、_____。

2. 路程：物体_____的长度。

3. 位移

(1)定义：由从_____指向_____的_____线段。

(2)物理意义：描述物体(质点)_____的物理量。

(3)大小：初、末位置间线段的长度。

(4)方向：_____指向_____。

4. 矢量：在物理学中，像位移这样的物理量叫作矢量，它_____。

标量：在物理学中，像温度、路程这样的物理量叫作标量，它们只有_____，没有_____。

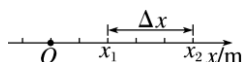
【例 2】煤矿安检员在一次巡检中，乘坐矿井电梯从 A 井竖直向下运动了 120 m 到达井底，然后在井底又沿着水平隧道向东走了 160 m 到达 B 井，最后从 B 井乘坐电梯竖直向上返回地面。若 A、B 两个井口恰在同一水平面上，则此次巡检中安检员()

- A. 发生的位移是 200 m，方向向东；通过的路程是 160 m
- B. 发生的位移是 400 m，方向向东；通过的路程是 160 m
- C. 发生的位移是 160 m，方向向东；通过的路程是 400 m
- D. 发生的位移是 160 m，方向向东；通过的路程是 200 m

三、直线运动的位移

1. 在一维坐标系中，做直线运动的物体的初位置为 x_1 ，末位置为 x_2 ，则物体的位移 $\Delta x =$ _____。

(如图)



2. 坐标系中位移正负的意义：位移为正，表示位移的方向与规定的坐标轴正方向相同，位移为负，表示位移的方向与规定的坐标轴正方向相反。

【例 3】 从高出地面 3 m 的位置竖直向上抛出一个小球，它上升 5 m 后回落，最后到达地面，如图所示。分别以地面和抛出点为原点建立一维坐标系，方向均以向上为正，填写以下表格。

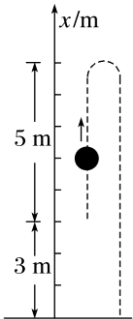


表 竖直向上抛出小球的坐标和位移

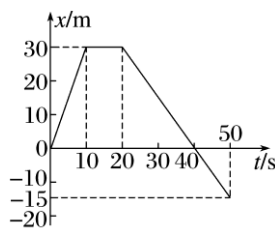
坐标原点	抛出点的坐标	最高点的坐标	落地点的坐标	从抛出点到最高点的位移	从最高点到落地点的位移	从抛出点到落地点的位移
地面	—	—	—	—	—	—
抛出点	—	—	—	—	—	—

第 2 课时 位移—时间图像 位移和时间的测量

一、位移—时间图像

- 位置—时间图像：在直角坐标系中选_____为横轴，选_____为纵轴，其上的图线就是位置—时间图像，是反映物体在任意时刻的位置的图像。
- 位移—时间图像($x-t$ 图像)：将物体运动的_____选作位置坐标原点 O ，则位置与_____相等($x=\Delta x$)，位置—时间图像就成为位移—时间图像。
- $x-t$ 图像的物理意义： $x-t$ 图像反映了物体的位移随时间的变化关系，图像上的某一点表示物体在某时刻所处的_____。
- 由 $x-t$ 图像可求：
 - 任一时刻所对应的位置；
 - 任意一段时间内的位移；
 - 发生一段位移所用的时间。
- $x-t$ 图像只能描述直线运动，不能描述曲线运动。

【例 1】 一辆汽车在教练场上沿着平直道路行驶，以 x 表示它相对于出发点的位移。如图近似描写了汽车在 0 时刻到 50 s 这段时间的 $x-t$ 图像。通过分析回答以下问题。



- (1)汽车最远位置距离出发点为_____ m;
 (2)汽车在_____时间内没有行驶;
 (3)汽车在_____时间内驶离出发点, 在_____时间内驶向出发点;
 (4)汽车前 50 s 内的路程为_____ m, 位移为_____ m。

二、位移和时间的测量

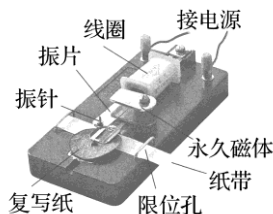
1. 打点计时器的结构和工作原理

打点计时器的作用: 打点计时器是一种使用交变电源的计时仪器, 当电源频率为 50 Hz 时, 它每隔_____打一次点, 打点计时器和纸带配合, 可以记录物体运动的时间及在一段时间内的位移, 这就为研究物体的运动提供了可能。

(1)电磁打点计时器(如图)

工作电压: _____ 交变电源;

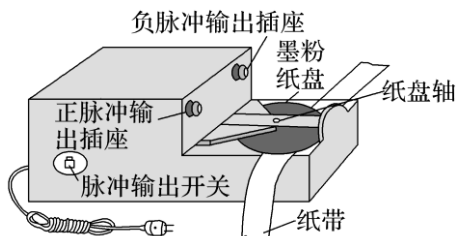
工作原理: 接通交变电源后, 在线圈和永久磁体的作用下, 振片便振动起来, 带动其上的振针上下振动。这时, 如果纸带运动, 振针就通过复写纸在纸带上留下一行小点。



(2)电火花计时器(如图)

工作电压: _____ 交变电源;

工作原理: 当启动电源, 按下脉冲输出开关时, 计时器发生的脉冲电流经放电针、墨粉纸盘到纸盘轴, 产生火花放电, 于是在运动的纸带上就打出一行点迹。



2. 操作步骤

- (1)了解打点计时器的构造, 然后把它固定好。
 (2)安装纸带。
 (3)启动电源, 用手水平拉动纸带, 纸带上就打出一行小点, 随后关闭电源。

(4)取下纸带,从能够看清的某个点开始(起始点),往后数出若干个,例如数出 n 个点,算出纸带从起始点到第 n 个点的运动时间 t 。

(5)用刻度尺测量出从起始点到第 n 个点的位移 x 。

(6)设计表格,用来记录时间及位移,并将测量结果填入表格中。

3. 注意事项

(1)打点时,应先启动电源,待打点计时器打点稳定后再拉动纸带。

(2)打点计时器不能连续工作太长时间,打点之后应立即关闭电源。

(3)为减小实验误差,1、2、3、4、…不一定是连续的计时点,可以每 5 个点(或间隔 4 个点)取一个计数点,若电源频率为 50 Hz,此时两计数点间的时间间隔 $T=0.10\text{ s}$ 。

(4)对纸带进行测量时,不要分段测量各段的位移,正确的做法是一次测量完毕,即统一测量出各个计数点到起始点之间的距离。

【例 2】 用打点计时器可测纸带运动的时间和位移。下面是没有按操作顺序写的不完整的实验步骤,按照你对实验的理解,在各步骤空白处填上适当的内容,然后按实际操作的合理顺序,将各步骤的字母代号按顺序写在空白处。

A. 在电磁打点计时器的两接线柱上分别接上导线,导线的另一端分别接在低压_____ (选填“交变”或“直流”)电源的两个接线柱上。

B. 把电磁打点计时器固定在桌子上,让纸带穿过_____,并压在_____下面。

C. 用刻度尺测量从计时开始点到最后一个点间的距离 x 。

D. 切断电源,取下纸带,如果共有 n 个清晰的点,电源频率是 50 Hz,则这段纸带记录的时间 $t=_____$ 。

E. 打开电源开关,再用手水平地拉动纸带,纸带上打下一系列小点。

实验步骤的合理顺序是_____。

3 位置变化快慢的描述——速度

第 1 课时 速度

一、速度

1. 对速度概念的理解

(1)物理意义:表示物体_____。

(2)定义:_____与发生这段位移所用_____之比。

(3)定义式: $v=_____$ 。

(4)单位:国际单位制单位是米每秒,符号是_____或_____。常用单位:千米每时(_____或_____)、厘米每秒(cm/s 或 cm s^{-1})等。 $1\text{ m/s}=_____\text{ km/h}$ 。

2. 速度的矢量性

(1)速度既有大小,又有方向,是_____ (选填“标量”或“矢量”),方向与_____的方向_____。

(2)在一维坐标系中,速度方向可用带正、负号的数值表示,正号表示与规定的正方向相同,负号表示与规定的正方向相反。

【例 1】(多选)对速度的定义式 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, 以下叙述正确的是()

- A. 物体做匀速直线运动时, 速度 v 与运动的位移 Δx 成正比, 与运动时间 Δt 成反比
- B. 速度 v 的大小与运动的位移 Δx 和时间 Δt 都无关
- C. 此速度定义式适用于任何运动
- D. 速度是表示物体运动快慢及方向的物理量

二、平均速度和瞬时速度

1. 平均速度

(1)物理意义: 描述物体在时间 Δt 内运动的_____及方向。

_____地描述物体位置变化的快慢, 与物体运动的路径无关。

(2)表达式: $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 。

(3)方向: 与这段时间内的_____相同。

2. 瞬时速度的概念

(1)定义: 在表达式 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 中, 当 Δt _____时, 运动快慢的差异可以忽略不计, 此时, 我们就把

$\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 叫作物体在时刻 t 的瞬时速度。(极限思想)

(2)方向: 物体在该时刻的_____。

(3)物理意义: 是_____地描述物体运动快慢和方向的物理量。

(4)速率

_____叫作速率, 是一个_____量, 没有方向。一般的速度计显示的是_____。

【例 2】以下关于速度概念的说法正确的是()

- A. 子弹以 900 m/s 的速度从枪口射出, 指的是平均速度
- B. 汽车在平直的乡村公路上的行驶速度约为 30 km/h, 指的是平均速度
- C. 某城区道路汽车的限速为 40 km/h, 指的是平均速度
- D. 比较汽车和动车从宜昌开往武汉的行驶快慢, 应比较它们的瞬时速度

第 2 课时 测量纸带的平均速度和瞬时速度 速度-时间图像

一、测量纸带的平均速度和瞬时速度

1. 实验器材

电磁打点计时器(或电火花计时器)、8 V 交变电源(电火花计时器使用 220 V 交变电源)、复写纸(或墨粉纸盘)、导线若干、刻度尺、纸带、坐标纸。

2. 实验步骤

(1)使用打点计时器获得 3~5 条纸带。

(2)选择一条点迹清晰便于分析的纸带, 测出纸带从打第 1 个点到打第 n 个点的运动时间 Δt 。

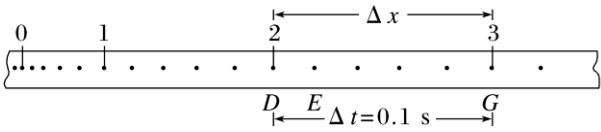
(3)用刻度尺测量第 1 个点到第 n 个点间的位移 Δx 。

3. 数据处理

(1)测量平均速度

若电源频率为 50 Hz，每隔 0.1 s(或更短)计算一次平均速度。

①在图中选取纸带上一点为起始点 0，后面每 5 个点取一个计数点，分别用数字 1,2,3, …标出这些计数点；



②测量各计数点到起始点 0 的距离 x ，记录在表 1 中；

③计算两相邻计数点间的位移 Δx ，同时记录对应的时间 Δt ；

④根据 Δx 和 Δt 计算纸带在相邻计数点间的平均速度 v 。

表 1 手拉纸带的位移和平均速度

位置	0	1	2	3	4	...
x/m						
$\Delta x/\text{m}$						
$\Delta t/\text{s}$						
$v/(\text{m s}^{-1})$						

(2)测量瞬时速度

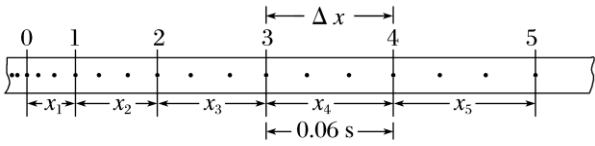
每隔 0.06 s 计算一次速度。

①选取一条点迹清晰便于分析的纸带；

②从纸带起始点 0 算起，后面每 3 个点取一个计数点；

③测量各计数点到起始点 0 的距离 x ，记录在表 2 中；

④计算两相邻计数点间的位移 Δx ，同时记录对应的时间 Δt ；



⑤根据 Δx 和 Δt 算出的速度值就可以代表在 Δx 这一区间内任意一点的瞬时速度。将算出的各计数点的速度值记录在表 2 中。

运动物体在 1,2,3,4, …各点的瞬时速度分别为 $v_1=\frac{x_1+x_2}{2T}$, $v_2=\frac{x_2+x_3}{2T}$, $v_3=\frac{x_3+x_4}{2T}$, $v_4=\frac{x_4+x_5}{2T}$, …

表 2 手拉纸带的瞬时速度

位置	0	1	2	3	4	5	...
x/m							
$\Delta x/\text{m}$							
$\Delta t/\text{s}$							
$v/(\text{m s}^{-1})$							

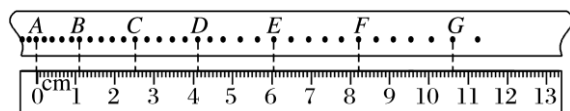
4. 注意事项

(1) 如果电源频率为 50 Hz, 在纸带上数出了 n 个点, 那么它们的间隔数是 $(n-1)$ 个, 它们的时间间隔为 $(n-1) \times 0.02$ s。

(2) 先启动电源再拉动纸带, 手拉动纸带时速度应快一些, 以防止点迹太密集。

(3) 计算计数点的瞬时速度时, Δx 、 Δt 应取此计数点前、后两个点之间的位移和时间, 即 $v_n = \frac{x_n + x_{n+1}}{2T}$ 。

【例 1】 (1) 在某次实验中, 某同学选出了一条清晰的纸带, 并取其中的 A、B、C、…七个点进行研究, 这七个点和刻度尺标度对应的位置如图所示。(打点计时器所用电源频率为 50 Hz)



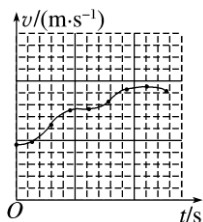
可求出 A 点到 D 点的距离是 _____ cm。

(2) 由实验数据可得 A 点到 D 点的平均速度是 _____ m/s; B 点的瞬时速度是 _____ m/s。(结果均保留两位有效数字)

二、速度—时间图像

1. 速度—时间图像的意义: 直观表示物体运动的速度随 _____ 变化的规律。

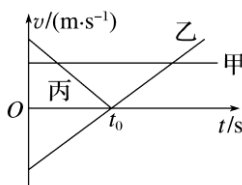
2. 速度—时间图像的获得: 用 _____ 表示时间 t , _____ 表示速度 v , 建立直角坐标系。根据测量的数据在坐标系中描点, 然后用 _____ 的曲线把这些点连接起来, 即得到 $v-t$ 图像, 如图所示。

3. $v-t$ 图像的应用

(1) 由 $v-t$ 图像直接读出任一时刻所对应的 _____。

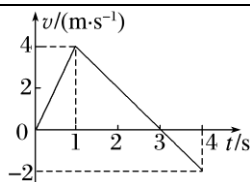
(2) 可以从 $v-t$ 图像上直接判断速度的方向; 图像位于 t 轴上方, 表示物体向 _____ 方向运动; 图像位于 t 轴下方, 表示物体向 _____ 方向运动。

(3) 如图所示, $v-t$ 图像中两条图线的交点表示两个物体在该时刻具有相同的速度。



注意: $v-t$ 图像只能表示直线运动, 速度有正、负两个方向。

【例 2】 (多选) 做直线运动的物体, 其 $v-t$ 图像如图所示, 下列判断正确的是()



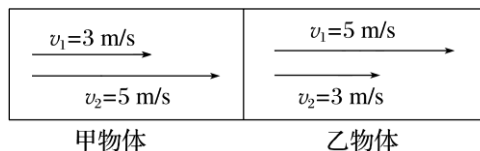
- A. 物体在 1 s 末改变运动方向
 B. 物体在前 3 s 内运动方向不变
 C. 物体在 3 s 末运动方向改变
 D. 物体在 2 s 末和 4 s 末的速度相同

4 速度变化快慢的描述—加速度

第 1 课时 加速度的概念及计算

一、速度变化量

看图回答问题(向右为运动的正方向)



- (1)速度变化量定义式: $\Delta v =$ _____。
- (2)请分别把甲物体和乙物体的速度变化量在图中表示出来,并写出数据。
- (3)图中两物体的速度变化量相同吗?你能得到什么结论?

【例 1】 下列说法正确的是()

- A. 速度是矢量,速度的变化量是标量
 B. 甲物体的速度变化量为 3 m/s,乙物体的速度变化量为 -5 m/s,甲物体的速度变化量大
 C. 一小球以 10 m/s 的速度与墙相撞,弹回时速度大小也为 10 m/s,小球的速度变化量的大小为 20 m/s
 D. 一汽车以 10 m/s 的速度开始刹车,一段时间后速度变为 2 m/s,则汽车的速度变化量为 8 m/s

二、加速度

1. 加速度

- (1)定义: _____ 与发生这一变化所用 _____ 之比,叫作加速度。
 (2)定义式: $a =$ _____。其中 Δv 表示速度的变化量, a 在数值上等于单位时间内速度变化量的大小。

注意: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 只是加速度 a 的定义式,不是决定式, a 与 Δv 、 Δt 无关,计算结果为 Δt 内的平均加速度。

- (3)物理意义: 表示 _____ 的物理量。
 (4)单位: 在国际单位制中,加速度的单位是 _____, 符号是 _____ 或 _____。
 2. $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 叫作速度的变化率。所以加速度越大,速度的变化率越大;加速度越小,速度的变化率越小。

【例 2】 (多选)对下列运动情景中加速度的判断正确的是()

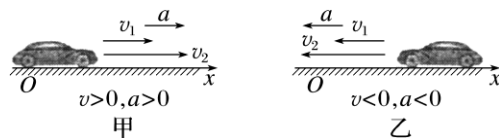
- A. 运动的汽车在某时刻速度为零，故加速度一定为零
 B. 轿车紧急刹车，速度变化很快，所以加速度很大
 C. 高速行驶的磁悬浮列车，速度很大，但加速度不一定很大
 D. 点火后即将升空的火箭，只要火箭的速度为零，其加速度一定为零

第2课时 物体运动性质的判断 从 $v-t$ 图像看加速度

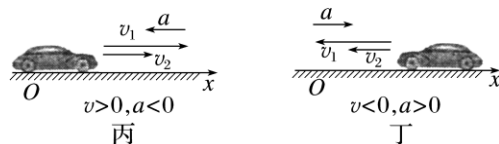
一、物体运动性质的判断

物体做加速或减速运动的判断

(1) 加速度方向与速度方向相同时，物体做_____直线运动。两种情况如图甲、乙。



(2) 加速度方向与速度方向相反时，物体做_____直线运动。两种情况如图丙、丁。



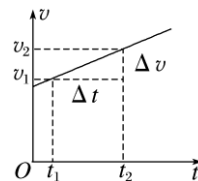
【例1】 一质点自原点开始在 x 轴上运动，初速度 $v_0 > 0$ ，加速度 $a > 0$ ，且 a 值不断减小直至为零，则质点的 ()

- A. 速度不断减小，位移不断减小
 B. 速度不断减小，位移继续增大
 C. 速度不断增大，当 $a=0$ 时，速度达到最大，位移不断增大
 D. 速度不断减小，当 $a=0$ 时，位移达到最大值

二、从 $v-t$ 图像看加速度

1. 利用 $v-t$ 图像求解加速度的方法

$v-t$ 图像为直线：如图所示，在图线上取两点，坐标分别为 (t_1, v_1) ， (t_2, v_2) ，则 $a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 。

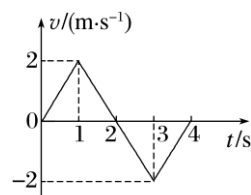


2. 对 $v-t$ 图线的斜率的理解

(1) $v-t$ 图像为直线时，斜率的大小表示_____；斜率的正负表示加速度的方向；

(2) $v-t$ 图像为曲线时，曲线上某点的切线的斜率表示此时的加速度。

【例2】 (多选) 某物体沿直线运动，其 $v-t$ 图像如图所示，下列说法正确的是()



- A. 第1 s内第2 s内物体的加速度相同
 B. 第2 s和第3 s内物体的加速度相同
 C. 第3 s内物体的速度方向和加速度方向相同
 D. 第2 s末物体的加速度为零

第二章 匀变速直线运动的研究

2 匀变速直线运动的速度与时间的关系

一、匀变速直线运动

1. 匀变速直线运动：沿着一条直线，且_____的运动。

2. 匀变速直线运动的特点：

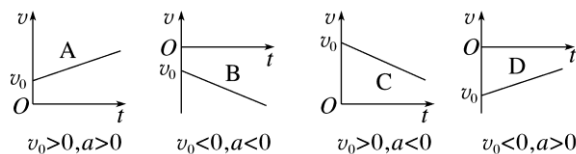
(1) 加速度_____；

(2) $v-t$ 图像是一条倾斜直线。

3. 分类：

(1) 匀加速直线运动：速度随时间均匀增大的直线运动。如图 A、B 两物体为匀加速直线运动。

(2) 匀减速直线运动：速度随时间_____的直线运动。如图 C、D 两物体为匀减速直线运动。



【例 1】 下列有关匀变速直线运动的认识，其中正确的是()

- A. 加速度大小不变的直线运动一定是匀变速直线运动
- B. 匀变速直线运动的 $v-t$ 图像是一条倾斜的直线
- C. 匀变速直线运动的 $v-t$ 图像斜率逐渐变大
- D. 匀变速直线运动的速度方向一定不变

二、速度与时间的关系

匀变速直线运动速度与时间的关系式：_____。

1. 适用范围：只适用于_____运动。其中 at 是 t 时间内_____。

2. 公式的矢量性： v 、 v_0 、 a 均为矢量，一般以 v_0 的方向为正方向。

(1) 在加速运动中，加速度 a 取_____值；在减速运动中 a 取_____值。

(2) 若计算出 v 为正值，则表示末速度方向与初速度的方向_____，若 v 为负值，则表示末速度方向与初速度的方向_____。

3. 两种特殊情况

(1) 当 $v_0=0$ 时， $v=_____$ 。由于匀变速直线运动的加速度恒定不变，表明由静止开始的匀加速直线运动的速度大小与其运动时间成正比。

(2) 当 $a=0$ 时， $v=_____$ 。加速度为零的运动是匀速直线运动。

【例 2】 一个物体以 10 m/s 的速度在水平面上运动，某时刻起获得一个与初速度方向相同、大小为 2.5 m/s^2 的加速度。

(1) 求 6 s 末物体的速度大小；

(2) 若加速度方向与初速度方向相反，求 1 s 末和 6 s 末物体的速度。

3 匀变速直线运动的位移与时间的关系

一、匀变速直线运动的位移

1. 匀变速直线运动位移与时间的关系式： $x = \underline{\hspace{2cm}}$

当 $v_0 = 0$ 时， $x = \underline{\hspace{2cm}}$ (由静止开始的匀加速直线运动)，此时 $x \propto t^2$ 。

2. 适用范围：仅适用于 $\underline{\hspace{2cm}}$ 直线运动。

3. 公式的矢量性：公式中 x 、 v_0 、 a 都是 $\underline{\hspace{2cm}}$ ，应用时必须选取正方向。一般选 v_0 的方向为正方向。当

物体做匀加速直线运动时， a 取 $\underline{\hspace{2cm}}$ 值。当物体做匀减速直线运动时， a 取 $\underline{\hspace{2cm}}$ 值，计算结果中，位移 x 的正、负表示其 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

4. 各物理量的单位都要使用国际单位制单位。

【例 1】 以 36 km/h 的速度行驶的列车开始下坡，在下坡路上的加速度等于 0.2 m/s^2 ，经过 30 s 到达坡底，求坡路的长度和列车到达坡底时的速度大小。

二、速度与位移的关系

1. 匀变速直线运动速度与位移的关系式： $\underline{\hspace{2cm}} = 2ax$ 。

2. 适用范围：仅适用于 $\underline{\hspace{2cm}}$ 运动。

3. 公式的矢量性：公式中 v_0 、 v 、 a 、 x 都是矢量，应用解题时一定要先设定正方向，一般取 v_0 方向为正方向。

(1)若是加速运动， a 取正值，若是减速运动， a 取负值。

(2)若计算结果 $x > 0$ ，表明位移的方向与初速度方向相同， $x < 0$ 表明位移的方向与初速度方向相反。

(3)若计算结果 $v > 0$ ，表明速度的方向与初速度方向相同， $v < 0$ 表明速度的方向与初速度方向相反。

【例 2】 某型号航空母舰上装有帮助飞机起飞的弹射系统，已知某型号的飞机在平直跑道上加速时可产生的最大加速度为 5.0 m/s^2 ，当飞机的速度达到 50 m/s 时才能离开航空母舰起飞，设航空母舰始终处于静止状态。问：

(1)若某舰上不装弹射系统，要求该型号飞机仍能在此舰上正常起飞，该舰身长至少为多长？

(2)若要求该飞机滑行 160 m 后起飞，弹射系统必须使飞机具有多大的初速度？

三、刹车中的位移问题

刹车类问题的分析思路：

汽车刹车、飞机降落后在跑道上滑行等都可简化为单方向的匀减速直线运动，当速度减小到零后，就停止运动，在计算这类运动的位移时，应先计算出速度减小到零所用的时间 t_0 。

(1)如果 $t_0 < t$ ，加速度的大小为 a ，则不能用题目所给的时间 t 求解位移，此时运动的最长时间为 $t_0 = \frac{v_0}{a}$ ，最大距离为 $x_0 = \frac{v_0^2}{2a}$ 。

(2)如果 $t_0 > t$ ，说明经过时间 t 运动还没有停止，则应用题目所给的时间 t 直接求解位移。

【例 3】 以 18 m/s 的速度行驶的汽车，制动后做匀减速直线运动，在 3 s 内前进 36 m (制动 3 s 时汽车未停止)。求汽车的加速度及制动后 5 s 内发生的位移大小。

4 自由落体运动

一、自由落体运动

1. 定义：物体只在_____作用下从_____开始下落的运动，叫作自由落体运动。

2. 特点

(1)只受_____作用；

(2)初速度为_____。

3. 说明：空气阻力可以_____时，物体下落的运动也可以近似看成自由落体运动。

二、实验：研究自由落体运动的规律

1. 实验装置

铁架台、打点计时器、纸带、电源、重物、夹子、刻度尺。

2. 实验原理

纸带在重物的作用下自由下落，根据打出的纸带上的点迹，分析重物的运动规律。

3. 操作要点

先接通_____，再释放_____，打完点后立刻关闭电源。

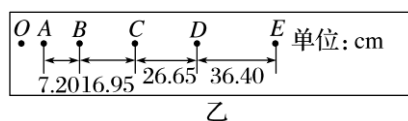
4. 数据分析

(1)测量点迹清晰的连续点之间的位移，并记录在表格中；

(2)根据表格中数据计算连续相等时间间隔的位移差，得出连续相等时间间隔的位移差是一个常数，从而得出自由落体运动是_____直线运动；

(3)计算出自由落体运动的加速度约为 9.8 m/s^2 。

【例 1】 用如图甲的装置研究自由落体运动规律。已知打点计时器的工作频率为 50 Hz。



(1)部分实验步骤如下：

A. 测量完毕，关闭电源，取出纸带

B. 把打点计时器固定在夹板上，让纸带穿过限位孔

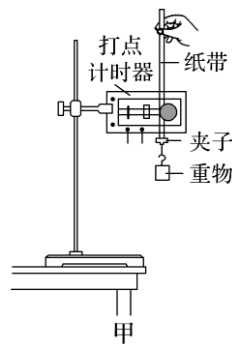
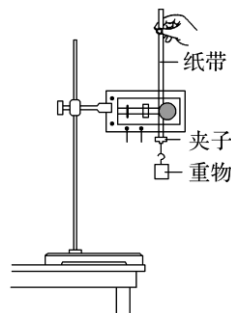
C. 启动电源，待打点计时器工作稳定后放开重物

D. 使重物停靠在打点计时器附近，重物与纸带相连

上述实验步骤的正确顺序是_____。

(2)图乙中标出的 A、B、C、D、E 中相邻两个计数点之间还有 4 个点未画出，则计数点 C 对应的瞬时速度大小为 $v_C = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}$ (计算结果保留三位有效数字)。

(3)根据实验记录的数据计算重物的加速度大小 $g = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$ (计算结果保留三位有效数字)。



三、自由落体加速度

1. 重力加速度：同一地点，一切物体自由下落的加速度都相同，这个加速度叫作自由落体加速度或重力加速度，通常用 g 表示。
2. 大小：在地球表面不同的地方， g 的大小一般是_____ (选填“不同”或“相同”) 的， g 值随纬度的增大而逐渐_____； g 值随着高度的增加而逐渐减小。一般取值： $g=9.8 \text{ m/s}^2$ 或 $g=_____ \text{ m/s}^2$ 。
3. 方向：_____。

四、自由落体运动规律的应用

因为自由落体运动是匀变速直线运动，所以匀变速直线运动的一切公式、推论，如平均速度公式、位移差公式、初速度为零的匀变速直线运动的比例式，都适用于自由落体运动。仅需要将 $v_0=0$ 、 $a=g$ 代入相关式子、 x 习惯性地写成 h 即可，请在表格中填写自由落体运动的规律。

规律名称	匀变速直线运动的规律	自由落体运动的规律
速度公式	$v=v_0+at$	_____
位移公式	$x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$	_____
速度与位移的关系式	$v^2-v_0^2=2ax$	_____
平均速度求位移公式	$x=\frac{v+v_0}{2}t$	_____

【例 2】 从离地面 500 m 的空中自由落下一个小球，取 $g=10 \text{ m/s}^2$ ，不计空气阻力，求：

- (1) 小球落到地面所用的时间及落地时的速度大小；
- (2) 小球自开始下落计时，在第 1 s 内的位移大小、最后 1 s 内的位移大小。

答案精析

第一章 运动的描述

1 质点 参考系

一、1.大小 形状 质量 2.(1)形状和大小 (2)运动情况完全相同

3.理想化 大小和形状 质量

并不存在

例 1 AG

二、1.(1)运动 绝对 (2)相对

2. 参考 3.(1)参考系 (2)简洁、方便 (3)不同 (4)同一 地面

例 2 春水 地面 地球 太阳 时针 表盘 太阳 地球

2 时间 位移

第 1 课时 时间 位移

一、1. 某一瞬间 点 2.时间间隔 线段

例 1 B

例 2 C [由于初位置在 A 井口, 末位置在 B 井口, 故位移大小为 160 m, 方向向东, 路程为 $s=160\text{ m}+120\text{ m}+120\text{ m}=400\text{ m}$, 故选 C。]

二、1. 原点 正方向 单位长度 2.运动轨迹

3.(1)初位置 末位置 有向 (2)位置变化 (4)初位置 末位置

4. 既有大小又有方向 大小 方向

例 3 3 m 8 m 0 5 m -8 m -3 m

0 5 m -3 m 5 m -8 m -3 m

第 2 课时 位移—时间图像位移和时间的测量

一、1. 时刻 t 位置 x 2.初始位置 位移大小 3.位置

例 1 (1)30 (2)10~20 s (3)0~10 s, 40~50 s 20~40 s (4)75 -15

二、1.0.02 s (1)8 V (2)220 V

例 2 A. 交变 B. 限位孔 复写纸 D. $(n-1)\times 0.02\text{ s}$ BAEDC

3 位置变化快慢的描述—速度

第 1 课时 速度

一、1. (1)运动的快慢 (2)位移 时间 (3) $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ (4)m/s m s^{-1} km/h km h^{-1} 3.6

2. (1)矢量 Δx 相同

例 1 BCD

二、1.(1)平均快慢程度 粗略 (2) $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ (3)位移方向

2. (1)非常非常小 (2)运动方向 (3)精确 (4)瞬时速度的大小 标 速率

例 2 B [平均速度对应时间和位移, 瞬时速度对应时刻和位置, 由题可知, B 正确。]

第 2 课时 测量纸带的平均速度和瞬时速度 速度-时间图像

例 1 (1)4.10 (2)0.14 0.13

解析 (1)由毫米刻度尺读数方法可得, A 点到 D 点的距离为 4.10 cm。

(2)根据平均速度公式有 $\bar{v} = \frac{AD}{3T} = \frac{4.10 \times 10^{-2}}{3 \times 0.1} \text{ m/s} \approx 0.14 \text{ m/s}$; 由题图得 $AC = 2.50 \text{ cm}$, B 点瞬时速度 $v_B = \frac{AC}{2T} \approx 0.13 \text{ m/s}$ 。

二、1. 时间 2.横轴 纵轴 平滑 3. (1)速度 (2)正 负

例 2 BC [前 3 s 内物体的速度方向均为正, 运动方向没有改变, A 错误, B 正确; 由题图可知物体在 $t = 3 \text{ s}$ 后速度为负, 说明物体改变了运动方向, C 正确; 物体在 2 s 末和 4 s 末的速度大小都为 2 m/s, 但方向相反, D 错误。]

4 速度变化快慢的描述—加速度

第 1 课时 加速度的概念及计算

一、(1) $v_2 - v_1$

(2)

$\begin{array}{c} \xrightarrow{v_1=3 \text{ m/s} \quad \Delta v=2 \text{ m/s}} \\ \xrightarrow{v_2=5 \text{ m/s}} \end{array}$	$\begin{array}{c} \xrightarrow{v_1=5 \text{ m/s}} \\ \xleftarrow{v_2=3 \text{ m/s} \quad \Delta v=-2 \text{ m/s}} \end{array}$
--	--

(3)不相同, 两物体速度变化量大小相等、方向不同, 速度变化量有方向, 为矢量, 可以用速度变化量的正负表示它的方向。

例 1 C

二、1. (1)速度的变化量 时间 (2) $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ (3)速度变化快慢 (4)米每二次方秒 m/s^2 m s^{-2}

例 2 BC [加速度与速度之间, 没有必然关系, 故 A、D 错误, C 正确; 加速度反映了速度变化的快慢, 故 B 正确。]

第 2 课时 物体运动性质的判断 从 $v-t$ 图像看加速度

一、汽车做加速运动时, 加速度方向与速度方向相同; 汽车做减速运动时, 加速度方向与速度方向相反。

梳理与总结

(1)加速 (2)减速

例 1 C [由于初速度 $v_0 > 0$, 加速度 $a > 0$, 即速度和加速度同向, 不管加速度大小如何变化, 速度都是在增大的, 当加速度减小时, 速度增加得慢了, 当 $a = 0$ 时, 速度不再增加, 速度达到最大值, 位移不断增大, 故选 C。]

二、1. $\frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$ 2.(1)加速度的大小

例 2 BC [由 $v-t$ 图像斜率表示加速度, 可知第 1 s 内和第 2 s 内加速度大小相等, 方向相反, 第 2 s 内

和第3 s内加速度相同,选项A错误,B正确;第3 s内,物体沿负方向做加速运动,速度方向与加速度方向相同,选项C正确;物体在第2 s末的加速度为 -2 m/s^2 ,选项D错误。]

2 匀变速直线运动的速度与时间的关系

一、1. 加速度不变 2.(1)恒定不变 3. (2)均匀减小

例1 B

二、1. 匀变速直线 速度的变化量

2. (1)正 负 (2)相同 相反 3. (1) at (2) v_0

例2 (1) 25 m/s (2) 7.5 m/s 5 m/s , 方向与初速度方向相反

解析 以初速度方向为正方向, $v_0=10\text{ m/s}$,

(1) a 与 v_0 同向时, $a_1=2.5\text{ m/s}^2$, 由 $v_6=v_0+a_1t_6$, 得 $v_6=25\text{ m/s}$ 。

(2)当 a 与 v_0 反向时, $a_2=-2.5\text{ m/s}^2$, 在1 s末, 由 $v_1=v_0+a_2t_1$, 得 $v_1=7.5\text{ m/s}$, 在6 s末, 由 $v_6'=v_0+a_2t_6$, 得 $v_6'=-5\text{ m/s}$, 负号表示速度方向与初速度方向相反。

3 匀变速直线运动的位移与时间的关系

一、1. $v_0t+\frac{1}{2}at^2$ $\frac{1}{2}at^2$ 2. 匀变速 3. 矢量 正 负 方向

例1 390 m 16 m/s

解析 设坡路的长度为 x , 列车到达坡底时的速度大小为 v , 初速度 $v_0=36\text{ km/h}=10\text{ m/s}$,

加速度 $a=0.2\text{ m/s}^2$, 时间 $t=30\text{ s}$,

根据 $x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$, 得 $x=10\text{ m/s}\times 30\text{ s}+\frac{1}{2}\times 0.2\text{ m/s}^2\times (30\text{ s})^2=390\text{ m}$ 。

根据 $v=v_0+at$, 得 $v=10\text{ m/s}+0.2\text{ m/s}^2\times 30\text{ s}=16\text{ m/s}$ 。

二、1. $v^2-v_0^2$ 2. 匀变速直线

例2 (1) 250 m (2) 30 m/s

解析 (1)不装弹射系统时, 飞机从静止开始做匀加速直线运动,

由公式 $v^2=2ax$ 可知该舰身长至少为 $x_1=\frac{v^2}{2a}=250\text{ m}$ 。

(2)设弹射系统使飞机具有的初速度为 v_0 , 由速度与位移的关系式 $v^2-v_0^2=2ax$

可得 $v_0=\sqrt{v^2-2ax_2}=30\text{ m/s}$ 。

三、例3 4 m/s^2 , 与初速度方向相反 40.5 m

解析 初速度 $v_0=18\text{ m/s}$, 时间 $t=3\text{ s}$, 位移 $x=36\text{ m}$

根据 $x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$, 得 $a=\frac{2(x-v_0t)}{t^2}=\frac{2\times(36-18\times 3)}{3^2}\text{ m/s}^2=-4\text{ m/s}^2$,

则加速度大小为 4 m/s^2 , 方向与初速度方向相反。

根据 $v=v_0+at$, 汽车停止运动的时间 $t'=\frac{v-v_0}{a}=\frac{0-18}{-4}\text{ s}=4.5\text{ s}$

故汽车在制动后 5 s 内的位移与 4.5 s 内的位移相等 $x' = \frac{1}{2}|a|t'^2 = 40.5 \text{ m}$ 。

4 自由落体运动

一、1. 重力 静止 2.(1)重力 (2)0 3.忽略

二、3.电源 纸带 4.(2)匀加速

例 1 (1)BDCA (2)2.18 (3)9.73

解析 (1)先安装实验器材,后穿纸带,再连接重物,启动电源后释放纸带,打点完毕后关闭电源,取出纸带,并选择纸带进行数据处理,整理好实验器材。所以上述实验步骤的正确顺序是 BDCA。

(2)打点计时器的工作频率为 50 Hz,每隔 0.02 s 打一次点,每相邻两计数点之间还有 4 个计时点未画出,故 $T=0.1 \text{ s}$,在匀变速直线运动中,平均速度大小等于中间时刻的瞬时速度大小,

$$\text{有 } v_C = \frac{x_{BD}}{2T} = \frac{(16.95 + 26.65) \times 10^{-2}}{2 \times 0.1} \text{ m/s} = 2.18 \text{ m/s}$$

$$(3) \text{根据逐差法,可求出加速度为 } g = \frac{x_{CE} - x_{AC}}{4T^2} = \frac{(36.40 + 26.65 - 16.95 - 7.20) \times 10^{-2}}{4 \times 0.01} \text{ m/s}^2 = 9.73 \text{ m/s}^2。$$

三、2.不同 增大 10 3.竖直向下

$$\text{四、} v = gt \quad h = \frac{1}{2}gt^2 \quad v^2 = 2gh \quad h = \frac{v}{2}t$$

例 2 (1)10 s 100 m/s (2)5 m 95 m

$$\text{解析 (1)由 } h = \frac{1}{2}gt^2 \text{ 得 } t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 10 \text{ s}$$

由速度与时间的关系式得 $v = gt = 100 \text{ m/s}$

$$(2) \text{第 } 1 \text{ s 内的位移 } h_1 = \frac{1}{2}gt_1^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 1^2 \text{ m} = 5 \text{ m}$$

$$\text{最后 } 1 \text{ s 内的位移 } h_2 = 500 \text{ m} - \frac{1}{2}g \times (9 \text{ s})^2 = 500 \text{ m} - 5 \times 81 \text{ m} = 95 \text{ m}。$$