

◎ 张培荣 主编

GaoKao
FuXi JiaoCheng

高考 复习教程

物理 上册

高考

高考复习教程·语文上册

高考复习教程·语文下册

高考复习教程·数学上册

高考复习教程·数学下册

高考复习教程·英语上册

高考复习教程·英语下册

高考复习教程·物理上册

高考复习教程·物理下册

高考复习教程·化学上册

高考复习教程·化学下册

高考复习教程·数学答案与详解

高考

· 复习教程

物理上册(基础篇)

华东师范大学出版社

主 编 张培荣

参 编 张培荣 徐公田

赵谊伶 桑 嫣

图书在版编目 (CIP) 数据

高考复习教程·物理.上册/张培荣主编.—上海:华东师范大学出版社,2005.3
ISBN 978-7-5617-4196-2

I. 高... II. 张... III. 物理课—高中—升学参考资料
IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 025808 号

高考复习教程物理上册(基础篇)

主 编 张培荣
项目编辑 应国良
组稿编辑 赵俊丽
审读编辑 段劲松
封面设计 黄惠敏
版式设计 蒋 克

出版发行 华东师范大学出版社
社 址 上海市中山北路 3663 号 邮编 200062
电话总机 021-62450163 转各部门 行政传真 021-62572105
客服电话 021-62865537(兼传真)
门市(邮购)电话 021-62869887
门市地址 上海市中山北路 3663 号华东师范大学校内先锋路口
网 址 www.ecnupress.com.cn

印 刷 者 崇明裕安印刷厂
开 本 787×1092 16 开
印 张 23.75
字 数 590 千字
版 次 2009 年 5 月第四版
印 次 2009 年 5 月第一次
书 号 ISBN 978-7-5617-4196-2/G·2421
定 价 89.80 元

出 版 人 朱杰人

使用说明

《高考复习教程》丛书是华东师范大学出版社针对上海高考要求,组织编写的一套新的图书,是奉献给全体高三学生的复习教材和练习测试的套装图书。

本套丛书全部由上海市一流的高中特、高级教师和高考研究专家进行编写,并根据新的《上海市中学物理课程标准》的要求、上海市二期课改新教材的特点及近年来上海高考试题的命题特点和趋势进行了修订,它完全符合每个学科高考复习的实际进程,完全覆盖并符合上海高考的内容要求 and 能力要求。

高三学生在高考复习时,只要认真、全面地用好本套丛书,相信一定会把握整个高中阶段的学习内容,掌握各种解题方法与技巧,适应高考中出现的各种题型,在高考中稳操胜券。

《高考复习教程》物理部分分为上、下两册,上册为基础篇,供第一轮复习用。主要是对整个高中的物理知识,按高考要求进行全面的梳理,通过典型例题对基本的物理题型进行分析,对解决这些类型的问题作方法上的指导;下册是按物理学科的特点,以及高考的重点、难点、热点分专题编写,使考生在上册全面复习的基础上进行精练和提高。在下册中我们还根据上海市最新的高考命题原则和要求编写了八套高考模拟试卷。

本书的装帧形式:第一部分为 16 开,可以在课堂上作为教材使用;第二部分为 8 开,可作为作业本使用。

第一讲 直线运动

§ 1.1 物体运动的基本概念



【知识梳理】

1. 质点

用来代替物体的、有质量的点叫做质点。

物体能看做质点的条件:(1)线度相对于研究范围足够小,(2)物体上各点的运动情况相同(不研究转动)。

2. 位移和路程

物体位置的变化叫位移。位移的大小等于起点到终点的直线距离,方向由起点指向终点。位移是矢量,可用有向线段表示,位移可以用平行四边形定则进行合成和分解。

要注意位移和路程的区别:路程是标量,其大小等于物体运动轨迹的长度。

3. 时间和时刻

时刻 t :指一个瞬间,在时间轴上用一点表示。还要注意第几秒初和第几秒末的意义。

时间 t :是前后两个时刻之间的时间间隔,在时间轴上用一段长度表示。还要注意第几秒内和前几秒内的区别。

4. 速度

速度是描述物体运动快慢程度的物理量。速度是矢量,某时刻物体速度方向即为该时刻物体的运动方向。

对变速运动来说,常可用平均速度和瞬时速度来描述。

平均速度: $\bar{v} = \frac{s}{t}$,是用匀速运动等效替代变速运动。可用来粗略描述物体运动的快慢。

瞬时速度:物体在某一时刻或经过某一位置时的速度。它实际上是无限逼近该时刻的一小段时间内的平均速度。

想一想:

原子很小,一定能看成质点吗?

想一想:

什么情况下位移的大小和路程相同?

练习:

试证明:对匀变速直线运动,有 $\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$ 。

思考:

光电门测量的实际上是什么速度?

思考:

加速度较大时速度一定较大吗?

5. 加速度

加速度是描述物体速度变化快慢的物理量,加速度也是矢量,其方向与 Δv 方向相同。 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t}$, 它表示速度对时间的变化率,特别要注意区分 v 、 Δv 和 a 。

6. 运动图像

$s-t$ 图:不是物体运动轨迹,斜率表示速度。

$v-t$ 图:斜率表示加速度,曲线下的“面积”表示位移。



【例题精析】

1. 基本概念

例 1 如图 1-1-1 所示,一人在半径为 R 的圆形跑道上沿顺时针方向以速率 v 运动, A 、 B 、 C 和 D 分别为跑道的东、南、西和北端点。求:(1)人从 A 点出发第一次经过 B 点时的位移和路程;(2)人从 A 点出发第一次经过 D 点时的位移和路程;(3)人的位移为 $2R$ 所需时间。

解析 (1) 人从 A 点出发第一次经过 B 点时的位移大小为 $\sqrt{2}R$, 向西南方向。路程为 $\frac{\pi}{2}R$ 。

(2) 人从 A 点出发第一次经过 D 点时的位移大小为 $\sqrt{2}R$, 向西北方向。路程为 $\frac{3\pi}{2}R$ 。

(3) 人的位移为 $2R$ 所需时间为 $\frac{\pi R}{v}(2k+1)$, $k=0, 1, 2, \dots$

例 2 下面描述的运动中,可能的是()。

- (A) 速度变化很大,但加速度很小
- (B) 速度向东,加速度向西
- (C) 速度变化越来越快,而加速度越来越小
- (D) 速度越来越大,加速度越来越小

解析 由加速度定义式 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 可知,加速度 a 的大小取决于速度的变化率,速度变化 Δv 大而经过的时间 Δt 未知,故 a 可能很大,也可能很小,(A)正确。

加速度的方向应与 Δv 方向一致,而不是和速度方向一致,做减速运动时,加速度和速度方向一定相反,(B)正确。

加速度描写的是速度变化快慢的程度,当速度变化越来越快时,加速度一定变大,(C)错误。

只要加速度 a 与速度 v 同方向,无论加速度 a 是变大还是变小, v 总是要变大的,故(D)正确。

例 3 一列火车长 200 m ,车速为 108 km/h 。求:(1)行驶 2 000 km 路程所需时间;(2)火车通过长为 520 m 铁桥所需时间?

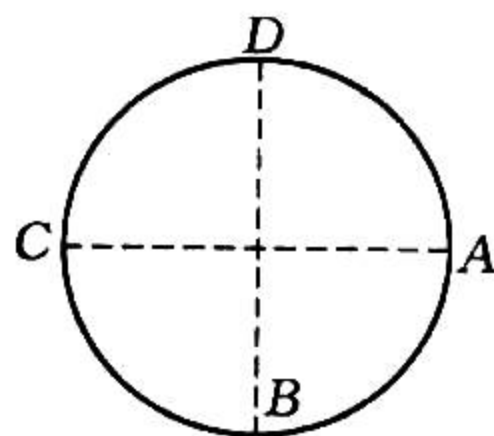


图 1-1-1

说明:

位移是矢量,所以都要写出其方向。

思考:

速度向东,加速度向南可能吗?

思考:

有加速度,速度的大小一定改变吗?

说明:

能把某物体视为“质点”的一个条件是:在所研究的问题中该物体的线度可忽略不计。

解析 (1) 相对于 2 000 km 的路程,火车的长度可忽略不计,此时火车可视为质点,所以 $t = \frac{2\,000}{108} \text{ h} = 18.5 \text{ h}$ 。

(2) 此时火车长度必须考虑,不能把火车视为质点,所以

$$t = \frac{520 + 200}{\frac{108 \times 10^3}{3\,600}} \text{ s} = 24 \text{ s}。$$

注意:

计算时注意单位一致。

2. 平均速度的计算

一般情况下,平均速度总是按其定义式 $\bar{v} = \frac{s}{t}$ 计算,对匀变速直线运动,也可用 $\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$ 进行计算。

例 4 一质点做直线运动,前一半位移内匀速运动的速度为 v_1 ,后一半位移内匀速运动的速度为 v_2 ,整段时间的平均速度为 v ,则()

(A) $v = \frac{v_1 + v_2}{2}$

(B) $v = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}$

(C) $v = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2}{2}}$

(D) v 不可能大于 $2v_1$

解析 设一半位移为 s ,则

$$v = \frac{2s}{\frac{s}{v_1} + \frac{s}{v_2}} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2} = \frac{2v_1}{\frac{v_1}{v_2} + 1} < 2v_1,$$

故应选(B)、(D)。

3. 匀速直线运动分析

例 5 如图 1-1-2 所示,小车 A 以与墙 PQ 平行的速度 v_1 向东行驶, A 与墙间距离为 s_1 ,而小车 B 则以与墙 PQ 平行的速度 v_2 向西行驶, B 与墙间的距离为 s_2 。现 B 车上有一探照灯始终射向 A 车,并在墙上留下一个影子,当两车行至图示的位置(即 BA 连线垂直于墙 PQ)时开始计时,此时影子照射在墙上的 O 点。试分析墙上的影子做什么运动?

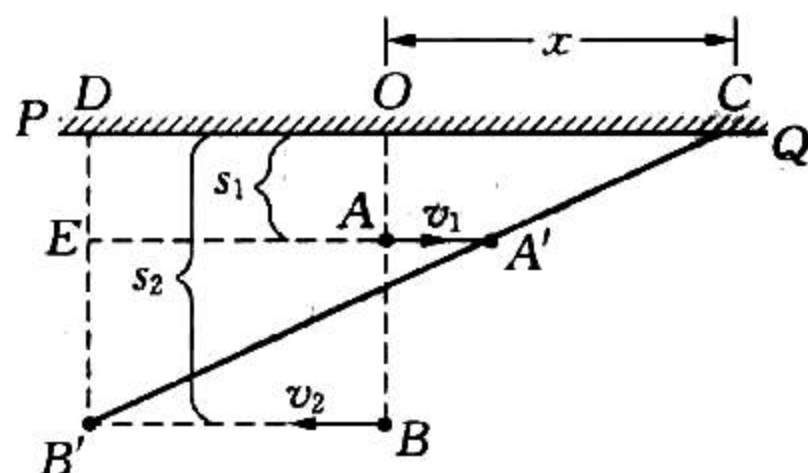


图 1-1-2

解析 设 t 秒后在墙上的影子离 O 点为 x ,此时 A、B 分别行至 A' 和 B' ,则 $AA' = v_1 t$, $BB' = v_2 t$,由 $\triangle B'CD \sim \triangle B'A'E$ 得

$$\frac{x + v_2 t}{v_1 t + v_2 t} = \frac{s_2}{s_2 - s_1},$$

所以

$$x = \left[\frac{s_2}{s_2 - s_1} (v_1 + v_2) - v_2 \right] t = \frac{s_2 v_1 + s_1 v_2}{s_2 - s_1} t。$$

说明:

此处不要误以为 $v = \frac{v_1 + v_2}{2}$,此式仅在两段运动时间相等时才成立。读者不妨自己用图线分析一下。

说明:

正确画出运动分析图是解较复杂的运动问题的关键。

思考:

如果 x 是 t 的二次函数, 那应该是什么运动?

设 $\frac{s_2 v_1 + s_1 v_2}{s_2 - s_1} = v'$, 则 $x = v't$, v' 为常数, 所以影子在墙上做向东方

向的匀速直线运动, 运动的速度为 $v' = \frac{s_2 v_1 + s_1 v_2}{s_2 - s_1}$ 。

4. 图像分析

例 6 A、B、C 都在做直线运动, 位移-时间图如图 1-1-3 所示。在 20 s 内, 平均速度的大小关系 $\bar{v}_A$ _____ $\bar{v}_B$ _____ $\bar{v}_C$, 在 20 s 内路程关系 s_A _____ s_B _____ s_C 。

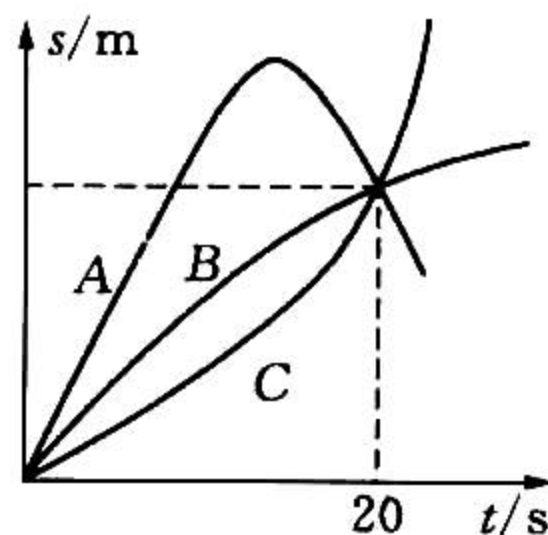


图 1-1-3

思考:

你知道 A、B、C 分别做的是什么样的运动吗? 可别以为 C 是做曲线运动啊。

解析 A、B、C 在 0~20 s 内的位移相同, 由

$$\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \text{ 可知, } \bar{v}_A = \bar{v}_B = \bar{v}_C。$$

在 0~20 s 的时间内, A 的路程最长, B、C 的路程一样, 故 $s_A > s_B = s_C$ 。

例 7 某质点做直线运动的速度-时间图像如图 1-1-4 所示。问: 何时加速度最大? 何时位移最大? 何时速度最大? 何时速度改变方向, 何时位移改变方向? 何时加速? 何时减速?

解析 $v-t$ 图中斜率表示加速度, 所以在 $t_2 \sim t_4$ 时间内加速度最大。

图线在横轴以上时速度都为正, 即向正方向运动, 而图线在横轴以下时速度为负, 即向负方向运动, 所以位移最大的时刻是 t_3 。速度改变方向的时刻也是 t_3 。

$t_1 \sim t_2$ 时间内速度最大。

加速运动的时间为 $0 \sim t_1$ 和 $t_3 \sim t_4$, 减速运动的时间为 $t_2 \sim t_3$ 。

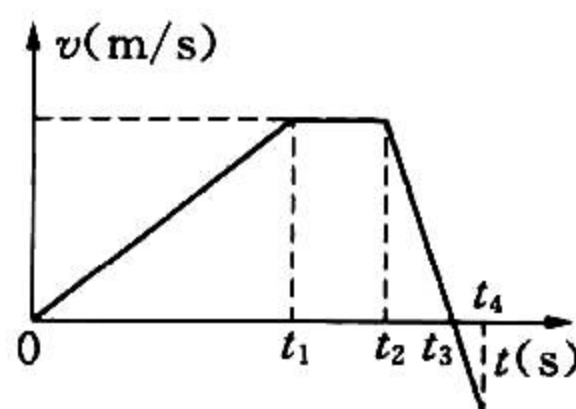


图 1-1-4

思考:

本题若是 $s-t$ 图像, 结果又怎样?

§ 1.2 匀变速直线运动(一)



【知识梳理】

1. 匀变速直线运动基本规律

基本公式:

$$v_t = v_0 + at,$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2,$$

$$v_t^2 - v_0^2 = 2as,$$

$$s = \frac{v_0 + v_t}{2} t。$$

初速 $v_0 = 0$ 时, 公式简化为 $s = \frac{1}{2} at^2$, $v_t = at$, $v_t^2 = 2as$, $s = \frac{v_t}{2} t$ 。

思考:

试写出匀减速运动的基本公式。

匀加速运动时 a 与 v_0 同号, 此时 $a > 0$ 。匀减速运动时 a 与 v_0 异号, 此时 $a < 0$ 。

2. 求解匀变速直线运动问题的注意点

(1) 解匀变速运动问题时尽可能作出运动过程的分析示意图来帮助分析与解题。

(2) 解匀变速运动问题时还常用图像来分析, 可使问题直观且简化。

(3) 对多段运动或已知条件分段给出的问题, 总是分段列方程, 然后解方程组。

(4) 匀变速直线运动的公式较多, 所以要根据已知条件和要求解的物理量来选择适当的公式列方程。



【例题精析】

1. 匀变速运动的简单计算

例 1 物体做匀变速直线运动, 某时刻速度大小为 4 m/s , 1 s 后速度的大小变为 10 m/s 。关于该物体在这 1 s 内的位移和加速度大小有下列说法, 其中正确的是()。

- (A) 位移的大小可能小于 4 m
- (B) 位移的大小可能大于 10 m
- (C) 加速度的大小可能小于 4 m/s^2
- (D) 加速度的大小可能大于 10 m/s^2

解析 由题意可知 $v_0 = 4 \text{ m/s}$, $v_t = \pm 10 \text{ m/s}$, $t = 1 \text{ s}$ 。

由 $s = \frac{v_0 + v_t}{2} t$ 得

$$s_1 = \frac{4 + 10}{2} = 7 \text{ m}, \text{ 或 } s_2 = \frac{4 - 10}{2} = -3 \text{ m}。$$

由 $a = \frac{v_t - v_0}{t}$ 得

$$a_1 = \frac{10 - 4}{1} = 6 \text{ m/s}^2, \text{ 或 } a_2 = \frac{-10 - 4}{1} = -14 \text{ m/s}^2。$$

故应选(A)、(D)。

例 2 汽车以 10 m/s 的速度行驶, 紧急刹车后加速度的大小是 6.0 m/s^2 , 求刹车后 4.0 s 内的位移。

解析 注意到从刹车开始到车停止, 共经历的时间为

$$\Delta t = \frac{\Delta v}{a} = \frac{10}{6} \text{ s} = \frac{5}{3} \text{ s} < 4 \text{ s},$$

故从刹车开始到车停止的位移应为

$$s = \bar{v} \cdot \Delta t = \frac{10}{2} \times \frac{5}{3} \text{ m} = 8.33 \text{ m}。$$

练习:

选择最适当的公式计算下列各题:

1. $v_0 = 10 \text{ m/s}$, $v_t = 20 \text{ m/s}$, $a = 5 \text{ m/s}^2$, 则位移为_____。

2. $v_0 = 10 \text{ m/s}$, $v_t = 20 \text{ m/s}$, $s = 45 \text{ m}$, 则运动时间为_____。

3. $v_t = 20 \text{ m/s}$, $t = 2 \text{ s}$, $a = 5 \text{ m/s}^2$, 则位移为_____。

说明:

这里给出的只是速度大小, 因此解题时应考虑两种情况。

说明:

解减速运动问题时, 必须要判断在所研究的时间内物体是否停下。

2. 多段运动问题的计算

例 3 在初速为零, 加速度为 10 m/s^2 的匀加速直线运动中, 哪 1 s 内物体的位移刚好是第 1 s 内位移的 6 倍?

解析 如图 1-2-1 分析,

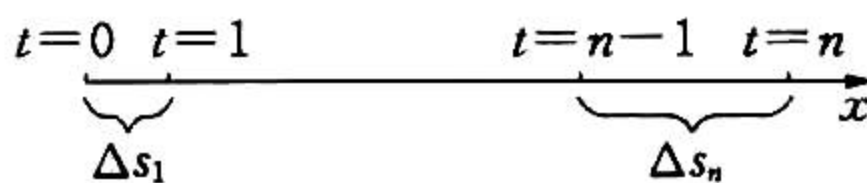


图 1-2-1

$$\Delta s_1 = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 1^2 \text{ m} = 5 \text{ m},$$

$$\Delta s_n = \frac{1}{2}an^2 - \frac{1}{2}a(n-1)^2 = \frac{10}{2}[n^2 - (n-1)^2] = 5(2n-1).$$

因为

$$\Delta s_n = 6\Delta s_1 = 6 \times 5 \text{ m} = 30 \text{ m},$$

所以 $5(2n-1) = 30$, $n = 3.5 \text{ s}$.

即在 $t = 2.5 \text{ s}$ 到 $t = 3.5 \text{ s}$ 这一秒内的位移刚好是第一秒内位移的 6 倍。

例 4 一质点在做匀减速直线运动的过程中, 通过某一距离 s 的时间为 t_1 , 紧接着通过下一个 s 的时间为 t_2 , 求该质点加速度大小。

解析 因为

$$s = v_0 t_1 - \frac{1}{2}at_1^2, \quad (1)$$

$$2s = v_0(t_1 + t_2) - \frac{1}{2}a(t_1 + t_2)^2. \quad (2)$$

由①得 $v_0 = \frac{s + \frac{1}{2}at_1^2}{t_1}$, 代入②得

$$2s = \frac{s + \frac{1}{2}at_1^2}{t_1}(t_1 + t_2) - \frac{1}{2}a(t_1 + t_2)^2,$$

整理后得到

$$a = \frac{2s(t_2 - t_1)}{t_1 t_2 (t_1 + t_2)}.$$

例 5 一质点从静止开始, 由 A 点沿直线向 B 点运动。开始时以加速度 a_1 匀加速运动到 AB 间的某一点 C, 然后接着又以加速度 a_2 ($a_2 \neq a_1$) 继续做匀加速运动到达 B 点。该质点若从 B 点静止起以加速度 a_2 匀加速运动到 C 点, 接着又以加速度 a_1 继续匀加速运动到 A 点, 则两次运动过程中()。

- (A) 由于相同的路段加速度相同, 所以它们所用的时间相同
- (B) 由于相同的路段加速度相同, 所以它们的平均速度大小相同
- (C) 虽然相同的路段加速度相同, 但先后加速的加速度顺序不同, 所用的时间肯定不同
- (D) 由于相同的路段加速度相同, 它们的位移大小相同, 所以它们的末速度大小相同

思考:

你还能用其他方法解答本题吗?

思考:

你还能用哪些方法解答本题?

解析 质点从 A 运动到 B。

$$v_{C1}^2 = 2a_1 s_{AC}, v_B^2 = v_{C1}^2 + 2a_2 s_{CB} = 2a_1 s_{AC} + 2a_2 s_{CB}。$$

质点从 B 运动到 A。

$$v_{C2}^2 = 2a_2 s_{CB}, v_A^2 = v_{C2}^2 + 2a_1 s_{CA} = 2a_2 s_{CB} + 2a_1 s_{CA}。$$

比较 v_B 与 v_A 表达式, 可知 $v_B = v_A$, 选项(D)正确。

假设 $a_1 > a_2$, 利用上述两次末速相等的结果, 可作出对应的 $v-t$ 图, 如图 1-2-2 所示。由于两次位移相等, 故作 $v-t$ 图时, 须满足两次运动图线与时间轴所围的面积相等, 由图中可看出第 1 次用的时间应少些即(C)正确, (A)错误。

又由 $\bar{v} = \frac{s}{t}$ 得, 当 s 相同, t 不同时, $\bar{v}_1 \neq \bar{v}_2$, 所以(B)错误。

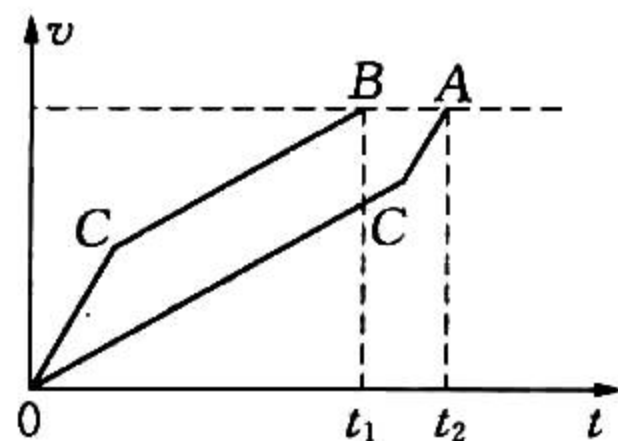


图 1-2-2

例 6 一物体做直线运动时的 $v-t$ 图如图

1-2-3 所示。从图中可知, 在开始运动的头 4 s 内, 物体的位移为 _____ m, 从开始运动到 $t = 6$ s 时, 物体运动的位移为 _____ m, 路程为 _____ m。

解析 由图可知, 第一段运动的加速度

$$a_1 = \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0} = \frac{3}{6} \text{ m/s}^2 = 0.5 \text{ m/s}^2。$$

头 4 s 应是从 -2 s 到 2 s 这段时间, 在这段时间内, 物体位移为

$$s_4 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 4^2 \text{ m} = 4 \text{ m}。$$

从开始运动到 6 s 时, 物体的位移为

$$s = \left\{ \frac{1}{2} [5 - (-2)] \times 3 - \frac{1}{2} \times 1 \times 3 \right\} \text{ m} = \left(\frac{21}{2} - \frac{3}{2} \right) \text{ m} = 9 \text{ m}。$$

从开始运动到 6 s 时, 物体经过的路程为

$$L = \left\{ \frac{1}{2} [5 - (-2)] \times 3 + \frac{1}{2} \times 1 \times 3 \right\} \text{ m} = \left(\frac{21}{2} + \frac{3}{2} \right) \text{ m} = 12 \text{ m}。$$

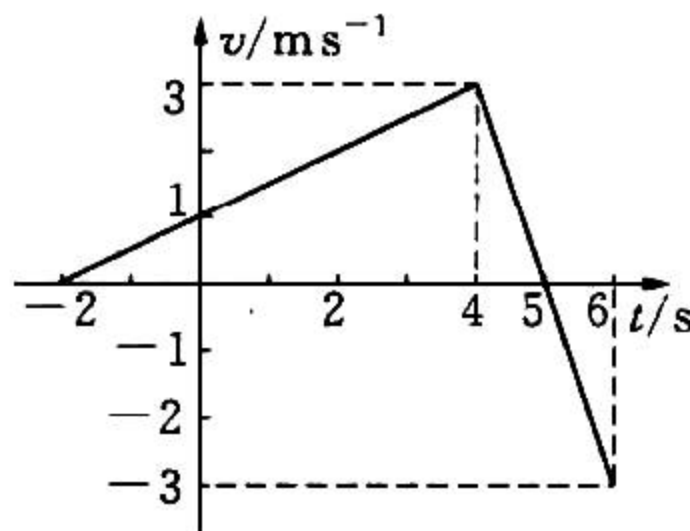


图 1-2-3

例 7 一质点做直线运动, 第 1 s 内做匀加速运动, 通过的位移 s_1 为 10 m; 第 2 s 内的加速度大小不变, 而方向与第 1 s 内相反; 第 3 s 内、第 4 s 内又重复以上情况, 如此不断运动下去。问当 $T = 100$ s 时, 这个质点的位移是多少?

解析 由题意可知, 质点在第 1 s 内做匀加速运动, 第 2 s 内加速度反向了, 但质点还有正向速度, 所以做匀减速运动, 因为加速度大小相等, 所以第 2 s 末的速度与第 1 s 的初速度相等, 以后又重复这样运动。可作出其 $v-t$ 图如图 1-2-4 所示, 由图立即可得

$$s = 100s_1 = 100 \times 10 \text{ m} = 1\,000 \text{ m}。$$

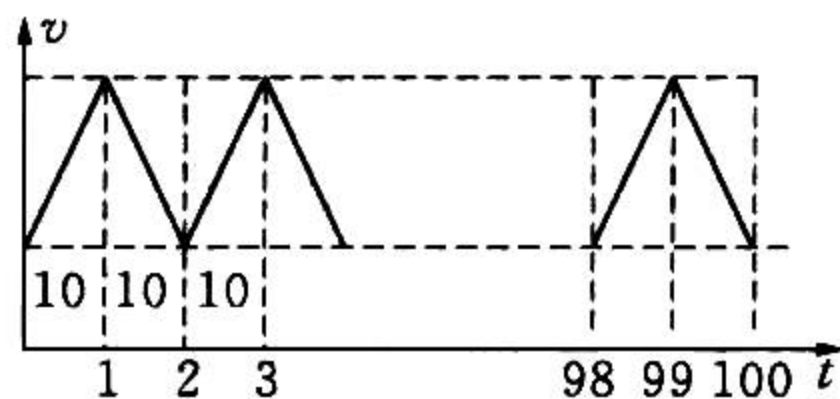


图 1-2-4

说明:

本题先用解析法确定末速度的关系, 再用图像法确定时间关系。最后比较平均速度关系。这里展示的是灵活应用各种方法进行综合解题。

说明:

在横坐标轴以上的面积表示的位移为正, 在横坐标轴以下的面积表示的位移为负。在计算位移时常可利用“面积”来求解。

试一试:

本题若用公式计算则较繁, 但对培养逻辑推理能力还是有意义的, 不妨试试看。

§ 1.3 匀变速直线运动(二)



【知识梳理】

1. 初速为零的匀变速直线运动中的重要比例关系

(1) $1t$ 末、 $2t$ 末、 $3t$ 末……的即时速度之比:

$$v_1 : v_2 : v_3 : \cdots = 1 : 2 : 3 : \cdots。$$

(2) $1t$ 内、 $2t$ 内、 $3t$ 内……的位移之比:

$$s_1 : s_2 : s_3 : \cdots = 1^2 : 2^2 : 3^2 : \cdots。$$

(3) 第 1 个 t 内、第 2 个 t 内、第 3 个 t 内……的位移之比:

$$s_{\text{I}} : s_{\text{II}} : s_{\text{III}} : \cdots = 1 : 3 : 5 : \cdots。$$

(4) 通过连续相同的位移所用时间之比:

$$t_{\text{I}} : t_{\text{II}} : t_{\text{III}} : \cdots = 1 : (\sqrt{2} - 1) : (\sqrt{3} - \sqrt{2}) : \cdots。$$

2. 匀变速直线运动中的几个重要推论

(1) 中间时刻速度 $v_{t\text{中}} = \frac{v_0 + v_t}{2} = \bar{v}。$

中间位置速度 $v_{s\text{中}} = \sqrt{\frac{v_0^2 + v_t^2}{2}}。$

(2) 若在连续相等时间 t 内位移为 s_1 、 s_2 、 s_3 、……, 则

$$a = \frac{s_2 - s_1}{t^2} = \frac{s_3 - s_2}{t^2} = \cdots = \frac{s_m - s_n}{(m - n)t^2}。$$

$$v_{t\text{中}} = \frac{s_1 + s_2}{2t}。$$

(3) 若质点先从静止开始以加速度 a_1 匀加速一段时间 t_1 , 通过位移 s_1 , 再以大小为 a_2 的加速度匀减速一段时间 t_2 , 通过位移 s_2 , 最后停下, 则有

$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{t_1}{t_2} = \frac{a_2}{a_1}。$$



【例题精析】

1. 应用比例关系的计算

例 1 一列火车从静止开始做匀加速直线运动, 站台上有一人站在第一节车厢前观察。第一节车厢全部通过他历时 2 s , 全部车厢通过他历时 6 s , 各节车厢等长。问: (1) 共有几节车厢? (2) 最后 2 s 内通过他的车厢有几节? (3) 最后一节车厢通过他需要多少时间?

思考:

对末速为零的匀减速运动, 你能用逆推法写出这些比例关系吗?

思考:

你能证明这些推论吗?

解析 (1) 取火车为参照系, 则火车静止, 人在向着火车尾部方向做初速为零的匀加速运动。把总时间 6 s 分成三个 2 s, 则可知人在第一个 2 s、第二个 2 s 和第三个 2 s 内通过的位移之比为

$$s_I : s_{II} : s_{III} = 1 : 3 : 5。$$

所以该列火车共有 9 节车厢。

(2) 由上述分析可知, 最后 2 s 内通过它的车厢有 5 节。

(3) $t_{IX} : t_I = (\sqrt{9} - \sqrt{8}) : 1$, 所以

$$t_{IX} = (\sqrt{9} - \sqrt{8})t_I = 2(3 - \sqrt{8})s = 0.34 s。$$

例 2 一物体做初速为零的匀加速运动, 连续三段位移所用的时间之比为 1 : 2 : 3, 求在这三段位移中的平均速度之比。

解析 将第二段运动再分成时间相等的两段, 将第三段再分成时间相等的三段, 则这六段运动有

$$s_I : s_{II} : s_{III} : s_{IV} : s_V : s_{VI} = 1 : 3 : 5 : 7 : 9 : 11。$$

那么原来三段位移之比为

$$s_1 : s_2 : s_3 = 1 : 8 : 27。$$

则在这三段位移中的平均速度之比为

$$\bar{v}_1 : \bar{v}_2 : \bar{v}_3 = \frac{s_1}{t_1} : \frac{s_2}{t_2} : \frac{s_3}{t_3} = \frac{1}{t} : \frac{8}{2t} : \frac{27}{3t} = 1 : 4 : 9。$$

2. 应用重要推论的计算

例 3 从斜面上某一个位置, 每隔 0.1 s 放下一个相同的小物体, 在连续放下几个小物体后, 对在斜面上运动的小物体拍摄照片如图 1-3-1 所示, 测得 $AB = 15 \text{ cm}$, $BC = 20 \text{ cm}$, 则:

(1) 小物体运动的加速度是多少?

(2) 拍摄时物体 A 的速度 v_A 是多大?

(3) 物体 A 的上方正在运动的物体最多可能还有几个?

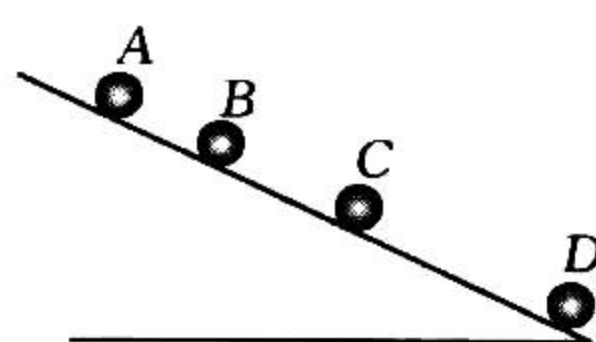


图 1-3-1

解析 (1) 应用推论公式可得:

$$a = \frac{\Delta s}{t^2} = \frac{(20 - 15) \times 10^{-2}}{0.1^2} \text{ m/s}^2 = 5 \text{ m/s}^2。$$

(2) 因为 $v_B = \bar{v}_{AC} = \frac{(20 + 15) \times 10^{-2}}{0.1 \times 2} \text{ m/s} = 1.75 \text{ m/s}$, 所以

$$v_A = v_B - at = (1.75 - 5 \times 0.1) \text{ m/s} = 1.25 \text{ m/s}。$$

(3) $t_A = \frac{v_A}{a} = \frac{1.25}{5} \text{ s} = 0.25 \text{ s}$, 可知上面应该还有 2 个运动物体。

例 4 一物体做匀变速直线运动, 在开始后的前 4 s 内物体位移是 16 m, 第 4 s 内的位移是 1 m, 求物体的加速度。

试一试:

试试看用常规方法解本题并与用比例法解本题进行比较。

练习:

本题中若已知连续三段的位移之比为 1 : 2 : 3, 试求各段的平均速度之比。

说明:

本题也可由推论得出 A 前面的一个间隔为 10 cm, 再由公式直接计算 v_A 。你不妨试试看。

说明:

本题应用了“中间时刻的速度就等于该段的平均速度”,简化了解题过程。

解析 “前4 s”和“第4 s内”的中间时刻分别为 $t_1 = 2\text{ s}$ 和 $t_2 = 3.5\text{ s}$, 在这两时刻的瞬时速度分别为

$$v_1 = \bar{v}_1 = \frac{16}{4}\text{ m/s} = 4\text{ m/s},$$

$$v_2 = \bar{v}_2 = \frac{1}{1}\text{ m/s} = 1\text{ m/s}。$$

由加速度的定义可得

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{1 - 4}{3.5 - 2}\text{ m/s}^2 = \frac{-3}{1.5}\text{ m/s}^2 = -2\text{ m/s}^2。$$

负号表示加速度与初速度反向,故物体做的是匀减速运动。

例5 沿直线以一定加速度运动的质点,在三个连续的不相等的时间 τ_1 、 τ_2 、 τ_3 中的平均速度分别为 u_1 、 u_2 、 u_3 ,试证明:

$$\frac{u_2 - u_1}{u_3 - u_2} = \frac{\tau_1 + \tau_2}{\tau_2 + \tau_3}。$$

解析 设其加速度为 a ,各时间间隔内的中间时刻速度分别为 v_1 、 v_2 和 v_3 ,则

$$v_1 = u_1, v_2 = u_2, v_3 = u_3。$$

又因为

$$u_2 - u_1 = v_2 - v_1 = a \frac{\tau_1 + \tau_2}{2},$$

$$u_3 - u_2 = v_3 - v_2 = a \frac{\tau_2 + \tau_3}{2};$$

所以

$$\frac{u_2 - u_1}{u_3 - u_2} = \frac{\tau_1 + \tau_2}{\tau_2 + \tau_3}。$$

例6 向一个方向做匀变速直线运动的质点,在第3 s内的位移为10 m,则前5 s内的位移为()。

- (A) 一定为50 m
- (B) 做匀加速运动时大于50 m,做匀减速运动时小于50 m
- (C) 可能为50 m,也可能不是50 m
- (D) 只有做初速度为零的匀加速运动时位移才是50 m

解析 注意到第3 s内位移为10 m,即是在第2.5 s时速度为

$$v_{2.5} = \frac{s}{t} = 10\text{ m/s}, \text{故反映在 } v-t \text{ 图上}$$

只要是过(2.5 s, 10 m/s)点的直线均可考虑。图1-3-2的几条直线都满足上述条件。

求前5 s内的位移就是求5 s前直线下的面积,对图中任意给出的4种情况,分别有 $s_1 = 56.25\text{ m}$, $s_2 = s_3 = 50\text{ m}$, $s_4 =$

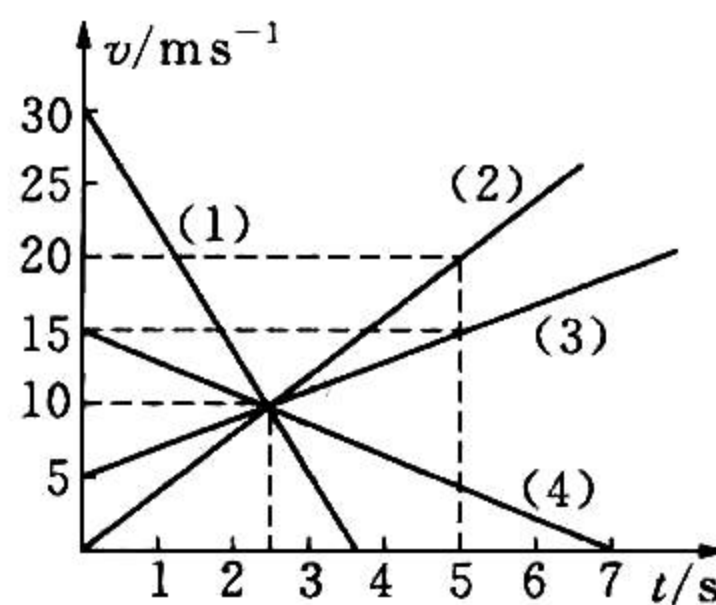


图 1-3-2

思考:

本题如果不用这个规律解应该如何解答呢?

思考:

本题如果不用图线应该如何解答?