

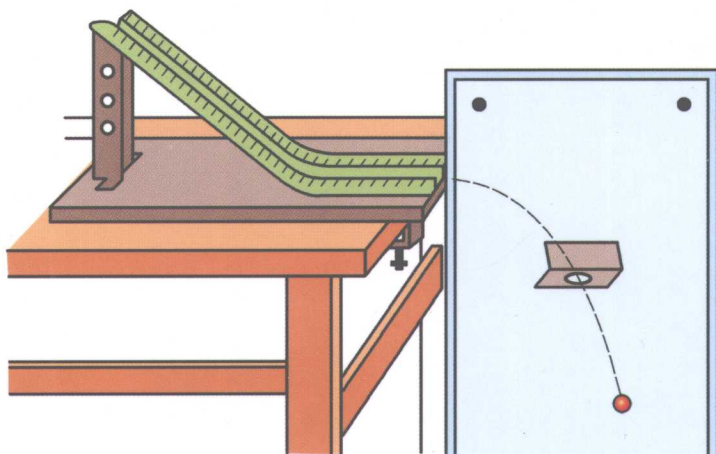


高中版 上册

新编中学物理

解题方法全书

朱明波 主编



哈尔滨工业大学出版社

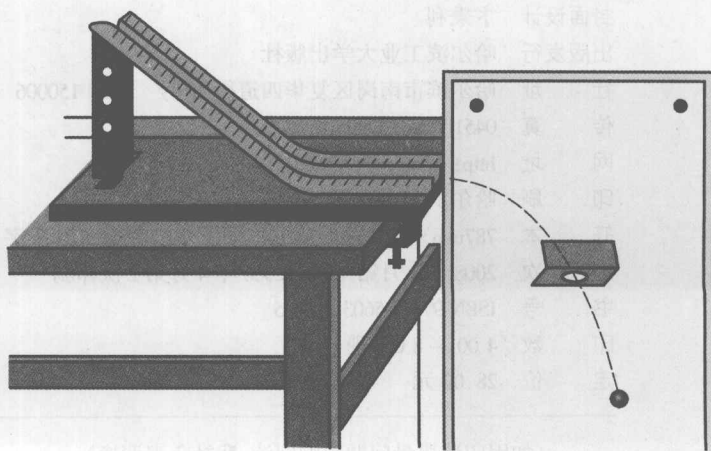


高中版 上册

新编中学物理

解题方法全书

朱明波 主编



哈尔滨工业大学出版社

内 容 提 要

本书包括三个部分:第一编是运动和力,第二编是动量 功和能,第三编是振动和波.本书以专题的形式对中学物理中的重点、难点进行了归纳总结,从而帮助读者深入理解物理的基本理论,学会运用物理知识的本领,掌握正确巧妙的解题思路.本书适合于高中师生阅读.

图书在版编目(CIP)数据

新编中学物理解题方法全书:高中版.上册/朱明波
主编.—哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2008.1
ISBN 978-7-5603-2004-5

I .新… II .朱… III .物理课—高中—解题
IV .G634.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 190233 号

责任编辑 田 秋
封面设计 卞秉利
出版发行 哈尔滨工业大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006
传 真 0451-86414749
网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>
印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 20 字数 510 千字
版 次 2008 年 1 月第 1 版 2008 年 4 月第 2 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5603-2004-5
印 数 4 001~8 000 册
定 价 28.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

《新编中学物理解题方法全书》编委会

主 编 朱明波

副主编 田 秋 马 宇

编 者 (排名不分先后)

湛伟建 杨社华 陈永林 陶成龙 赵伟良 司友甫 戎世忠
徐利杰 赵京霞 巩建辉 蔡金宝 楼高行 卫青山 尹雄杰
周琪兵 王静芳 李中华 张晓森 祝 睿 何卫国 吴 克
李福安 庄盛文 汪志周 丁建国 周家宝 刘素梅 魏 东
葛再德 朱 欣 谭 程 苏 雯 葛更丰 姜雄华 苏贤禄
丁志军 于正荣 杨虎祥 张书生 周喜昌 张 颖 张志锋
姜海军 单文忠 袁培耀 漆应该 徐高本 刘立毅 周长春
张安国 宗改芹 崔彦涛 刘平贵 柏露枝 徐文云 吴 俊
陈 宏 张东凯 刘道浅 宋连义 梁春莉 孙云汉 张家贤

由于本书编辑出版时间较长,有个别作者工作单位
发生改变,请见书后与本书责任编辑联系。

联系电话:0451-86412451 13936647958

E-mail: tianqiu_editor@tom.com

地址:哈尔滨市南岗区复华四道街10号

哈尔滨工业大学出版社

邮编:150006



CONTENTS

上册

第一编 运动和力

怎样运用平均速度解题	3
怎样区别加速度与速度	6
怎样求解“直线运动”类型题	8
怎样用多种方法求解匀变速直线运动问题	13
怎样巧做“等效”处理一类“直线运动”问题	16
怎样运用 $v-t$ 图象求解匀变速运动中的问题	18
怎样求解物体的相关速度问题	21
怎样求解拉绳运动中的速度问题	25
怎样求解小船渡河问题	28
怎样求解直线运动中的追及相遇问题	32
怎样用多种方法求解一道关于相遇次数的判定题	35
怎样归类分析平抛运动问题	37
怎样求解平抛运动问题	41
怎样求解平抛运动与斜面组合的问题	44
怎样求解曲线运动的追及相遇问题	47
怎样确定物体的重心位置	50
怎样巧用“重心位置不变”的思想解题	54
怎样正确认识和理解弹力	56
怎样区别“轻绳、轻杆和轻弹簧”三种模型	61
怎样确定杆的弹力方向	65
怎样归类解析弹簧类问题	67
怎样运用图象法求解弹簧串接问题	72
怎样理解静摩擦力的概念	75
怎样判断摩擦力的方向并计算其大小	77

目录

CONTENTS

目
录
CONTENTS

怎样解答摩擦力突变问题	82
怎样对物体进行受力分析	86
怎样选择物体受力分析的研究对象	91
怎样检查受力分析正确与否	94
怎样分解一个已知力	98
怎样对力进行二次分解	101
怎样求解与桥梁相关的力学问题	103
怎样理解共点力平衡问题	105
怎样求解物体平衡问题	109
怎样求解平衡物体的临界问题	114
怎样求解平衡物体的极值问题	116
怎样用多种方法求解一道力学平衡题	119
怎样区别力的分解与速度的分解	121
怎样对运动物体进行受力分析	124
怎样理解牛顿运动定律	127
怎样避免运用牛顿第二定律时在符号问题上出错	134
怎样运用牛顿第二定律求解几类典型的力学问题	136
怎样在求解临界问题时应用牛顿第二定律	141
怎样求解与打点计时器相结合的类型题	145
怎样求解有关传送带问题	151
怎样解决动力学中的连接体问题	156
怎样求解火车转弯问题	159
怎样求解竖直平面内圆周运动两种模型的临界问题	161
怎样辨析两种角速度	165
怎样理解天体运动中的两个基本物理模型和几种特殊情况	167
怎样应用万有引力定律解题	172
怎样用整体分析法解决动力学问题	177

第二编 动量 功和能

怎样求冲量	183
怎样理解动量定理	187
怎样巧用动量定理解决几种典型问题	191
怎样巧解动量问题	194
怎样选择动量守恒系统中的研究对象	197
怎样应用动量守恒定律求解“人船模型”问题	200
怎样应用动量守恒定律求解“子弹打击木块模型”问题	203
怎样运用 $v-t$ 图象巧解子弹木块类问题	208
怎样应用动量守恒定律求解碰撞问题	211

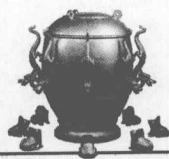


怎样应用动量守恒定律求解爆炸问题	214
怎样应用动量守恒定律求解反冲运动问题	216
怎样运用动量守恒定律隐含的分配规律来解题	219
怎样理解功的概念	223
怎样掌握几种常见的功能关系	227
怎样求变力做功	229
怎样运用 $v-t$ 图象分析三体相互作用的典型模型	234
怎样求解有关滑动摩擦力做功的物理模型	239
怎样分析机车做直线运动	241
怎样分析汽车启动问题	244
怎样应用机械能守恒定律来解题	246
怎样分类解析典型的机械能守恒问题	251
怎样从本质上区别动量和动能两个物理量	257
怎样合理应用动量守恒定律与机械能守恒定律	260
怎样应用动能定理解题	263
怎样合理选择解决动力学问题的三种方法	267
怎样应用正交分解法求解物理量	270
怎样求解物理习题中的极值	274

第三编 振动和波

怎样理解简谐运动	281
怎样归类解析机械振动的典型计算问题	283
怎样理解单摆运动	287
怎样归类分析单摆的应用问题	289
怎样解决摆钟的快慢调整问题	291
怎样分析有关单摆的综合问题	294
怎样从能量的角度巧解弹簧类问题	299
怎样判断波的传播方向和质点的振动方向	301
怎样归类解析波的图象问题	303
怎样归类解析机械波的多解问题	308

目录 CONTENTS



高中版 上册

运动和力

第一编



高印 王印

第一卷

滋味

怎样运用平均速度解题

变速直线运动物体在某段时间内的平均速度 \bar{v} 等于它在这段时间内的位移 s 与时间 t 之比, 即 $\bar{v} = s/t$. 要正确理解并运用它们, 必须注意以下三点.

(1) 速度能够反映物体运动的快慢程度; 而平均速度只能大体反映物体的运动情况, 不能精确地反映物体的运动情况.

(2) 由于常见物体的运动是变速的, 所以日常所说的速度, 多数情况下指的是平均速度.

(3) 平均速度不是速度的平均值, 计算平均速度时必须用路程除以相应的时间, 千万不能把几个速度相加求平均值.

对于匀变速直线运动, 其平均速度的大小除了用该式计算外, 还有下面两个关系.

(1) 某段时间内的平均速度, 等于这段时间的初速度 v_0 和末速度 v_t 的算术平均值, 即

$$\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{v_0 t + at^2/2}{t} = \frac{v_0 + v_0 + at}{2} = \frac{v_0 + v_t}{2}$$

(2) 某段时间 t 内的平均速度, 等于这段时间的中间时刻 ($t/2$ 时刻) 的瞬时速度, 即

$$\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{v_0 t + at^2/2}{t} = v_0 + a \cdot \frac{t}{2} = v_{\frac{t}{2}}$$

求解匀变速直线运动问题时, 若能灵活运用平均速度的这些规律, 往往能帮助我们迅速、简捷地得出结果.

一、用平均速度公式解题, 计算过程简便

例 1 如图 1 所示. 一直杆长 1.45 m, 从某高处由静止竖直自由下落, 下落过程中通过一个 2 m 高的窗口用时 0.3 s, 则杆下端的初始位置到窗台的高度差为 _____ m. ($g = 10 \text{ m/s}^2$, 窗口到地面的高度大于杆长).

解析 直杆通过窗口, 是指直杆的下端与窗顶平齐到杆的上端离开窗台的过程, 即图中所示的从 A 运动到 B 的过程. 直杆在 AB 段的平均速度为

$$\bar{v}_{AB} = \frac{s_{AB}}{t_{AB}} = \frac{3.45}{0.3} \text{ m/s} = 11.5 \text{ m/s}$$

由匀变速直线运动平均速度的特点可知, \bar{v}_{AB} 的值与直杆下端离开 A 点后 0.15 s 时的速度相等, 因此, 直杆下端在窗顶 A 处速度为

$$v_A = (11.5 - 10 \times 0.15) \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$$

由 $v^2 = 2gs$ 得杆运动到 A 点时的位移为

$$s = \frac{v_A^2}{2g} = 5 \text{ m}$$

所以, 杆下端的初始位置到窗台的高度差为

$$\Delta h = 5 \text{ m} + 2 \text{ m} = 7 \text{ m}$$

答案 7

例 2 摩托车的最大行驶速度是 30 m/s, 要想在启动后 4 min 内追上前面

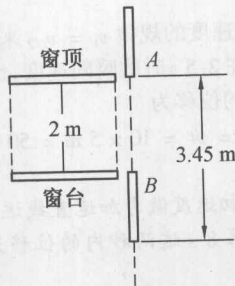


图 1

随手练



下面说法中正确的是 ()

- 物体如果在相等时间内通过的路程都相等, 那么物体的运动就是匀速直线运动
- 匀速直线运动的特点是: 运动的路程是直线, 运动的路程是不变的
- 速度是表示物体通过的路程多少的物理量
- 速度是表示物体运动快慢的物理量

1 km 处并以 25 m/s 匀速行驶的汽车,摩托车至少要以多大的加速度匀加速启动?

解析 摩托车要追上汽车,启动后必须以大于汽车的速度行驶.若以最大速度运动,并恰好经过 4 min 追上汽车,则启动的加速度最小.

设摩托车加速运动的时间为 t_1 ,则以最大速度 v_m 匀速运动时间为

$$t_2 = t - t_1$$

由于匀加速运动的平均速度为

$$\bar{v} = v_m/2$$

因此追上汽车时有

$$v_m t_1/2 + v_m(t - t_1) = v_{汽}t + s$$

代入数据得

$$t_1 = (100/3) \text{ s}$$

由 $v_m = at_1$ 得摩托车启动的最小加速度为

$$a = \frac{v_m}{t_1} = \frac{30}{100/3} \text{ m/s}^2 = 0.9 \text{ m/s}^2$$

答案 摩托车至少要以 0.9 m/s^2 的加速度匀加速启动.

二、用平均速度的特征去分析问题,可使物理情境变得更加清楚

例 3 一个物体做匀变速直线运动,它在第 3 s 内的位移为 10 m,则它在前 5 s 内的位移()

- A. 一定等于 50 m B. 一定大于 50 m
C. 一定小于 50 m D. 不能确定

解析 该题既没有给出物体的加速度,也没有给出物体的初速度或某一时刻的瞬时速度,若用 $s = v_0t + at^2/2$ 来进行分析,可能会认为条件不足而得出错误选项 D.

如果我们根据物体平均速度的规律 $\bar{v}_t = v_{t/2}$ 来分析,则可迅速得出:物体在第 3 s 内的平均速度等于它在 2.5 s 时的瞬时速度,也等于物体在前 5 s 内的平均速度.所以,物体在前 5 s 内的位移为

$$s = \bar{v}t = 10 \times 5 \text{ m} = 50 \text{ m}$$

答案 A

例 4 一个物体以某一初速度做匀加速直线运动,现只测出了该物体在第 3 s 内的位移为 x_1 ,第 7 s 到第 8 s 这两秒内的位移为 x_2 .则下列说法正确的是()

- A. 不能求出任一时刻的瞬时速度
B. 能求出任一时刻的瞬时速度
C. 不能求出前 6 s 内的位移
D. 能求出物体的加速度

解析 由匀变速运动物体的平均速度与瞬间速度的关系,可得物体在 2.5 s 时刻的速度为

$$v_1 = x_1/\Delta t_1 \quad (\Delta t_1 \text{ 为第 3 s 这一秒内的时间})$$

第 7 s 末的速度为

$$v_2 = x_2/\Delta t_2 \quad (\Delta t_2 \text{ 为第 7 s 到第 8 s 这两秒的时间})$$

这样,应用 $v_2 - v_1 = a\Delta t$ [$\Delta t = (7 - 2.5) \text{ s}$],可求出加速度,进而可求出物体任一时刻的速度和任一段时间内的位移.

所以,该题中选项 B、D 是正确的.

答案 B、D

心得体会 拓广疑问

上页随手练参考答案:

D

三、用平均速度求解往复运动,方法新颖

例5 用水平恒力 F_1 去推放在光滑水平面上的物体,经时间 t 将 F_1 换成方向相反的恒力 F_2 ,当 F_2 也作用时间 t 时,物体恰好回到原处,且速率 $v_2 = 6 \text{ m/s}$. 则刚撤去 F_1 时物体速率 $v_1 =$ _____; F_1 与 F_2 大小之比为 _____.

解析 物体在 F_1 作用下由静止做匀加速直线运动,改换成 F_2 后在水平面上做往复匀变速直线运动回到最初的位置. 物体在两段时间 t 内的位移大小相等、方向相反.

设 F_1 的方向为正方向. 物体在两段时间 t 内的位移为

$$s_1 = v_1 t / 2 \quad (1)$$

$$s_2 = (-v_2 + v_1) t / 2 = -s_1 \quad (2)$$

联立式①、②,解得

$$v_1 = v_2 / 2 = 3 \text{ m/s}$$

又

$$v_1 = a_1 t$$

$$(-v_2) - v_1 = (-a_2) t$$

式中负号表示 v_2 、 a_2 的方向与正方向相反.

由牛顿第二定律得

$$a_1 = F_1 / m$$

$$a_2 = F_2 / m$$

所以

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{a_1}{a_2} = \frac{v_1}{v_2 + v_1} = \frac{1}{3}$$

答案 3 m/s $\frac{1}{3}$

例6 做匀变速直线运动物体某时刻速度大小为 4 m/s , 1 s 后速度大小为 10 m/s ,在这 1 s 内物体的()

- 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 物体在这 1 s 内,可以是始终向一个方向运动,这时的初、末速度 v_1 、 v_2 同方向;也可以是往复直线运动,这时 v_1 、 v_2 方向相反.

取初速度方向为正,若 v_2 与 v_1 同方向,则

$$s = \frac{v_1 + v_2}{2} \cdot t = \frac{(4 + 10) \text{ m/s}}{2} \times 1 \text{ s} = 7 \text{ m}$$

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t} = \frac{(10 - 4) \text{ m/s}}{1 \text{ s}} = 6 \text{ m/s}^2$$

若 v_2 与 v_1 方向相反,则

$$s = \frac{-v_2 + v_1}{2} \cdot t = \frac{(-10 + 4) \text{ m/s}}{2} \times 1 \text{ s} = -3 \text{ m}$$

$$a = \frac{-v_2 - v_1}{t} = \frac{(-10 - 4) \text{ m/s}}{1 \text{ s}} = -14 \text{ m/s}^2$$

这时的负号表示其方向与初速度方向相反.

答案 A、D

这里要说明的是:当物体做匀变速往复直线运动时,应注意各已知量的方向,以便确定出其正、负号. 对方向不能确定的未知量,可假设它的方向为正,当得出的结果为正时,表示其方向与假设的方向相同;当结果为负时,表明其方向与假设的方向相反. (湛伟建 杨社华)

心得 体会 拓广 疑问

随手练



一辆汽车以 15 m/s 的速度匀速行驶了全程的一半,然后匀减速行驶了另一半路程后恰好静止,则汽车在全段路程上的平均速度是 _____ m/s .

怎样区别加速度与速度

一、加速度与速度的物理意义没有直接关系

1. 从定义上看

加速度是表示速度变化快慢的物理量,加速度等于速度的改变量与发生这一改变所用时间的比值,即 $a = (v_t - v_0)/t$. 速度是表示物体运动快慢的物理量,它等于位移 s 与发生这段位移所用时间 t 的比值,即 $v = s/t$.

2. 从产生原因看

力是改变物体运动状态的原因,是产生加速度的原因;力不是维持物体运动的原因,维持物体运动的原因是物体具有的惯性.

3. 从 $v-t$ 图象看

图象中一个点表示物体的一个运动状态即某一时刻的速度;图象中线段的斜率表示物体的加速度.

二、加速度的方向与速度的方向没有直接关系

1. 从产生原因看

加速度的方向与合外力的方向相同(或者说与速度的变化方向相同);速度的方向与运动的方向相同(或者说与位移的方向相同).

2. 从 $v-t$ 图象看

图象中点或线段在坐标轴的上方,表示物体向正方向运动,图象中点或线段在坐标轴的下方,表示物体向负方向运动;图象的斜率大于零表示物体的加速度为正,图象的斜率小于零表示物体的加速度为负.

3. 从实际情况看

加速度的方向可与速度方向相同(例如匀加速直线运动);加速度的方向可与速度方向相反(例如匀减速直线运动);加速度的方向可与速度方向垂直(例如匀速圆周运动);加速度的方向可与速度方向成任意角(例如平抛物体的运动、斜抛物体的运动).

三、加速度的大小与速度的大小没有直接关系

1. 从决定式上看

加速度决定式是 $a = F/m$,即物体的加速度大小跟所受的合力成正比,跟物体的质量成反比,加速度与力的瞬时对应关系能够突变;速度决定式是 $v_t = v_0 + at$,即在匀变速直线运动中物体的速度大小由初速度、加速度和时间决定,不能突变.

2. 从量度式上看

加速度的量度式是 $a = (v_t - v_0)/t$,加速度的大小在数值上等于单位时间内速度的改变,即速度对时间的变化率;速度的量度式是 $v = s/t$,速度的大小在数值上等于单位时间的位移,即位移对时间的变化率.

3. 从实际情况看

加速度大,速度可能小(例如枪筒里的子弹,在扣动扳机火药刚刚爆发的时

上页随手练参考答案:

10 m/s

刻,尽管子弹的速度接近于零,但它的加速度可以达到 $4 \times 10^5 \text{ m/s}^2$.再如汽车、火车启动时,加速度很大,而速度很小;加速度不变,速度可能变大(例如匀加速直线运动);加速度变小,速度可能变大(例如汽车、轮船以额定功率加速运行,弹簧振子和单摆靠近平衡位置的过程,都是加速度变小,速度在变大);加速度变大,速度可能变小(例如弹簧振子、单摆远离平衡位置的过程,都是加速度变大,速度在变小).

例 1 以下说法正确的是()

- A. 物体的速度越大,加速度一定越大
- B. 物体的速度变化越快,加速度一定越大
- C. 物体的加速度不断减小,速度一定越来越小
- D. 物体在某时刻速度为零,其加速度也一定为零

解析 速度是描述物体运动变化快慢的物理量,加速度是描述物体速度变化快慢的物理量.如果一个物体做匀速直线运动,速度可能很大,但加速度却为零,故 A 错误.加速度的大小由速度的变化量以及发生这个变化所用时间的比值共同决定(即大小等于单位时间内速度的变化量),故 B 正确.加速度大小的变化只说明速度变化的快慢,不能说明速度大小的变化,加速度减小,但只要加速度的方向和速度的方向相同,速度一定增加,故 C 错误.速度为零的时候,加速度不一定为零,如竖直上抛的物体运动到最高点时,速度等于零,但加速度却等于 g ,故 D 错误.

答案 B

例 2 关于速度和加速度之间的关系,下列说法中正确的是()

- A. 物体的加速度逐渐减小,而它的速度却可能增大
- B. 物体的加速度逐渐增大,而它的速度却可能减小
- C. 加速度不变的物体,其运动轨迹不一定是直线
- D. 加速度方向保持不变,其速度方向也保持不变

解析 决定物体速度增大与否的不是加速度的大小变化,而是加速度的方向与速度方向的关系,相同则加速,相反则减速.

答案 A、B、C

例 3 关于加速度的概念,下列说法中正确的是()

- A. 加速度就是加出来的速度
- B. 加速度反映了速度变化的大小
- C. 加速度反映了速度变化的快慢
- D. 加速度为正值,表示速度的大小一定越来越大

解析 加速度是反映速度变化快慢的物理量,等于速度的变化与所用时间的比值,而速度变化的大小与所取时间长短有关,故 C 正确.加速度为正值,说明加速度的方向与所取正方向一致,这与速度变大变小无关,速度是否增加,取决于加速度方向与速度方向相同还是相反,故 D 错误.

答案 C

心得体会 拓广疑问

随手练



下列所说的运动,可能发生的是()

- A. 速度变化量很大,加速度却很小
- B. 速度达到最大值,加速度却为零
- C. 速度变化量很大,加速度也很大
- D. 速度变化越来越快,加速度越来越大

怎样求解“直线运动”类型题

一、匀变速直线运动规律的应用问题

1. 匀变速直线运动的规律

$$\begin{aligned} \frac{v_t - v_0}{t} = a \rightarrow v_t = v_0 + at \\ s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \text{消去 } v_0 \\ \text{消去 } a \\ \text{消去 } t \end{array} \right\} \begin{array}{l} s = v_t t - \frac{1}{2} at^2 \\ (\bar{v} =) \frac{s}{t} = \frac{v_0 + v_t}{2} \\ v_t^2 - v_0^2 = 2as \end{array}$$

2. 匀变速直线运动几个重要推论

(1) 任意两个连续相等的时间里的位移之差是一个恒量, 即

$$\Delta s = aT^2 = \text{恒量}$$

(2) 某段时间内的平均速度, 等于该段时间的中间时刻的瞬时速度, 即

$$\bar{v}_t = v_{t/2}$$

(3) 某段位移中点瞬间的速度等于初速度 v_0 和末速度 v_t 平方和的一半的平方根, 即

$$v_{t/2} = \sqrt{(v_0^2 + v_t^2)/2}$$

(4) 初速度为零的匀加速直线运动还具备以下几个特点.

① $1T$ 内、 $2T$ 内、 $3T$ 内、 \dots , 位移之比为

$$s_1 : s_2 : s_3 : \dots = 1^2 : 2^2 : 3^2 : \dots$$

② $1T$ 末、 $2T$ 末、 $3T$ 末、 \dots , 速度之比为

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

③ 第 1 个 T 内、第 2 个 T 内、第 3 个 T 内、 \dots , 位移之比为

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

④ 从静止开始通过连续相等的位移所用时间之比为

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

例 1 一火车沿直线轨道从静止出发由 A 地驶向 B 地, 并停止在 B 地, A 、 B 两地相距 s . 火车做加速运动时, 其加速度最大为 a_1 , 做减速运动时, 其加速度的绝对值最大为 a_2 . 由此可以判定该火车由 A 地到 B 地所需的最短时间为多少?

解析 解法 1(解析法)

如图 1 所示, 令火车在 AC 段以 a_1 加速, 在 CB 段以 a_2 减速, 则

$$s_1 = a_1 t_1^2 / 2$$

$$s_2 = a_2 t_2^2 / 2$$

$$s = s_1 + s_2$$

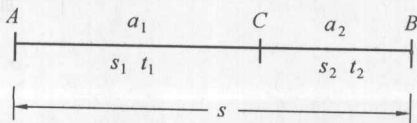


图 1

$$a_1 t_1 = a_2 t_2$$

解得

$$t_{\min} = \sqrt{\frac{2s(a_1 + a_2)}{a_1 a_2}}$$

解法 2(图象法)

作出火车的 $v-t$ 图象,如图 2 所示.

$$s = S_{\triangle ODE} = \frac{1}{2} v_m \cdot t_{\min}$$

$$t_{\min} = 2s/v_m = t_1 + t_2 = v_m/a_1 + v_m/a_2$$

解得

$$t_{\min} = \sqrt{\frac{2s(a_1 + a_2)}{a_1 a_2}}$$

答案 该火车由 A 地到 B 地所需的最短时间为

$$\sqrt{\frac{2s(a_1 + a_2)}{a_1 a_2}}$$

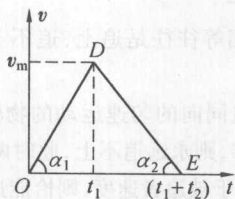


图 2

例 2 一颗子弹水平射入静止在光滑水平面上的木块中.已知子弹的速度为 v_0 ,射入木块深度为 L 后与木块相对静止,以共同速度 v 运动,求子弹从进入木块到与木块相对静止的过程中,木块滑行的距离.

解析 用平均速度公式求解.由于子弹和木块均做匀变速直线运动,故可将这一运动看成是以 v 做匀速直线运动来处理.

对木块,有

$$s = \frac{v}{2} \cdot t$$

对子弹,有

$$s + L = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t$$

解得

$$s = Lv/v_0$$

答案 木块滑行的距离为 Lv/v_0 .

例 3 某物体做匀加速直线运动,第 3 s 内通过的路程是 8 m,第 10 s 内通过的路程是 15 m.求物体运动的初速度和加速度.

解析 用推论 $\bar{v}_t = v_{t/2}$,有

$$8/1 = v_0 + a(3 - 0.5)$$

$$15/1 = v_0 + a(10 - 0.5)$$

解得

$$a = 1 \text{ m/s}^2$$

$$v_0 = 5.5 \text{ m/s}$$

答案 物体运动的初速度为 5.5 m/s,加速度为 1 m/s^2 .

例 4 如图 3 所示,一物体以 4 m/s 的初速度从光滑斜面的底端 A 沿斜面上行,它先后经过斜面上 B 点时的速度是经过 C 点时速度的 2 倍.通过 C 点再经 0.5 s 滑到斜面顶端 D 时速度等于零.量得 BC 长 0.75 m.求斜面长.

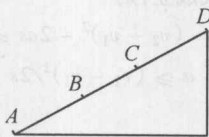


图 3

解析 用逆向思维法求解.从顶端 D 向下逆过程来考虑,物体做初速度为零的匀加速直线运动,则

$$v_C = at_{CD}$$

$$v_B = 2v_C$$

$$v_B^2 - v_C^2 = 2as_{BC}$$

$$v_A^2 = 2as_{AD}$$

心得 体会 拓广 疑问

随手练



一个质点正在做匀加速直线运动,用固定在地面上的照相机对该质点进行闪光照相,闪光时间间隔为 1 s,分析照片得到的数据,发现质点在第 1 次、第 2 次闪光的时间间隔内移动了 2 m,在第 3 次、第 4 次闪光的时间间隔内移动了 8 m,由此可以求得 ()

- A. 第 1 次闪光时质点的速度
- B. 质点运动的加速度
- C. 从第 2 次闪光到第 3 次闪光这段时间内质点的位移
- D. 质点运动的初速度

- ①
- ②
- ③
- ④

联立式①、②、③、④,解得

$$s_{AD} = 4 \text{ m}$$

答案 斜面长为 4 m.

二、追及和相遇问题

追和被追两者的速度相等往往是追上、追不上两者距离有极值的临界条件.

如匀减速运动的物体追同向的匀速运动的物体时,若二者速度相等了,追者的位移仍小于被追者位移,则永远追不上,此时两者有最小距离;若二者位移相等(追上)了,追者速度等于被追者速度,则恰能追上;若二者位移相等时追者速度仍大于被追者速度,则被追者还有一次追上追者的机会,其间速度相等时二者的距离有一个较大值.

初速度为零的匀加速运动的物体追同向匀速运动的物体时,当二者速度相等时,二者有最大距离,位移相等即追上.

例 5 火车以速度 v_1 匀速行驶,司机发现前方同轨道上相距 s 处有另一火车沿同方向以速度 v_2 (对地且 $v_1 > v_2$) 做匀速运动.司机立即以加速度 a 紧急刹车.要使两车不相碰, a 应满足什么条件.

解析 解法 1(解析法)

若后车加速度大小为某值时,恰能使两车在速度相等时追上前车.这正是两车恰不能相撞的临界状态,有

$$v_1 t - \frac{1}{2} a t^2 = v_2 t + s \quad ①$$

$$v_1 - a t = v_2 \quad ②$$

联立式①、②,解得

$$a = (v_2 - v_1)^2 / 2s$$

则当 $a \geq (v_2 - v_1)^2 / 2s$ 时,两车即不会相撞.

解法 2(根据数学知识——一元二次方程的判别式法)

要使两车不相撞,其位移关系应为

$$v_1 t - \frac{1}{2} a t^2 \leq s + v_2 t$$

即

$$\frac{1}{2} a t^2 + (v_2 - v_1)t + s \geq 0$$

要使对任一时间 t 不等式成立,则

$$\Delta = (v_2 - v_1)^2 - 2as \leq 0$$

解得

$$a \geq (v_2 - v_1)^2 / 2s$$

解法 3(用相对速度求解)

以前车为参考系,则

$$v_{后0} = v_1 - v_2$$

$$a_{后} = 0 - a = -a$$

后车相对前车做初速度为 $(v_1 - v_2)$ 、加速度为 a 的匀减速直线运动,相对位移 $s_{后} = s$,则不会相撞,有

$$s' = (v_1 - v_2)^2 / 2a \leq s$$

则

$$a \geq (v_1 - v_2)^2 / 2s$$

心得体会 拓广 疑问

上页随手练参考答案:
A、B、C