

全国优秀出版社

# 2007新课标 高考复习指导

## 物 理

● 新课标高考复习指导课题组 编

 广东教育出版社

全国优秀出版社

# 2007新课标 高考复习指导

## 物 理

● 新课标高考复习指导课题组 编



广东教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

2007 新课标高考复习指导. 物理/新课标高考复习指导课题组编. —广州: 广东教育出版社, 2006. 8  
ISBN 7-5406-6360-X

I. 2... II. 新... 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 (2006) 第 068155 号

广东教育出版社出版发行

(广州市环市东路 472 号 12-15 楼)

邮政编码: 510075

网址: <http://www.gjs.cn>

广东新华发行集团股份有限公司经销

广州市番禺新华印刷有限公司印刷

(广州市番禺区市桥环城西路工农大街 45 号)

890 毫米 × 1240 毫米 16 开本 17 印张 425 000 字

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 7-5406-6360-X/G · 5648

定价: 31.60 元

质量监督电话: 020-87613102 购书咨询电话: 020-34120440

## 出版说明

2007年高考是我省实施高中课改以来的第一届。考什么，怎么考，大家十分关心。广东教育出版社作为全国优秀出版社和高中教材的原创单位，理所当然，也义不容辞对此应当及时、准确地为我省广大师生和家长提供这方面的信息。为此，我们组织编写教材的专家和全省各地的优秀教师、教研员编写了本套粤教版高考复习指导书。本套书有如下特色：

一是它的权威性。主要体现在三个方面：（1）我社是高中教材的原创单位，对考什么，怎样考，得到有关专家的亲临指导，或及时提供的信息。（2）我们的编写和编辑队伍阵容整齐。这套书的作者和编辑基本上都直接参与了教材编写。（3）作者对命题趋势和怎样备考了如指掌，写作的素材基本上来自最新的考试信息。

二是它的科学性。为了最大限度地吸收考试信息，真正为师生提供一套有价值的复习指导书，我们没有为了追逐利润而赶时间，因为那样只会是粗制滥造，最终的结果不仅是误导学生，也影响我社全国优秀出版社这块金字招牌。因此，我们要保证编写的内容准确无误，甚至是编写的每一道练习都力求有的放矢，答案没有差错。

三是它的实用性。主要体现在两个方面：（1）以学生复习程序为线索，反映复习和学习的规律与过程。为此，我们精心打造了“起跑——加油——冲刺”三步曲。（2）以各种典型例题给学生构建复习平台，把各种概念、原理融会其中，真正让学生在复习时提高大脑的兴奋点，做到学有所得。并通过具体的试题，分析新课程以后各学科的考试内容，归纳各学科知识的框架体系，介绍学习的方法，总结近年来高考改革的趋势，分析新课程实施以后的高考要求，使学生从繁杂的题海中解脱出来。

广东教育出版社不仅要打造一流的教材，还要打造一流的高考复习指导书，为我省高中新课程实验取得成功作出自己的贡献！

本书编写人员：叶道昭 陈信余 叶振涛 吴少辉 权广仁 袁怀敏 陈再潮 陈召松

广东教育出版社

# 前 言

本书是广东省有关专家和一线特级、高级老师共同编写，以《高中物理课程标准》、《2007 年高考试题大纲》和《2007 年高考考试大纲的说明》为依据，以夯实基础，培养学生的“自主、合作、探究”为指导，编写了这本与高考最接近、也最适合教师指导学生新教材、应对新高考的教学用书。

本书编写内容按章编排，各章中均设置了“知识要点与高考要求”、“高考考查特点与复习建议”、“各单元复习指导”、“局域知识网”、“高考试题摘编”五个栏目。其中各单元复习指导分设了“备考指要”、“考点剖析”、“典例分析”、“评估测试”等子栏目。

本书内容依据新课程评价理念，关注学生对概念、原理、规律的理解和应用，关注如何提高物理实验的基本技能，关注学生对物理学基本思想和观点的了解，研究并设计有利于学生思维发展、联系生活、联系社会的科学探究试题和开放性试题，重视测评学生的科学探究能力、实验能力、分析和解决问题的能力；内容翔实、丰富，问题结合实际、深入浅出，是高考复习的理想用书。

本书在编写过程中，不免有各种不足之处，恳请专家、读者多提宝贵意见，以便今后修正。

有“\*”号为选学内容。

编者

# 目 录

## 第一章 质点的直线运动 / 1

知识要点与高考要求 / 1

高考考查特点与复习建议 / 1

各单元复习指导 / 1

第 I 单元 描述运动的基本概念 / 1

第 II 单元 匀变速直线运动的规律 / 4

局域知识网 / 9

高考试题摘编 / 9

## 第二章 相互作用与牛顿运动定律 / 12

知识要点与高考要求 / 12

高考考查特点与复习建议 / 12

各单元复习指导 / 12

第 I 单元 力学中的三种常见力 / 12

第 II 单元 物体受力分析 力的合成与分解 / 17

第 III 单元 牛顿运动定律 / 21

第 IV 单元 牛顿运动定律的应用 (一) / 26

第 V 单元 牛顿运动定律的应用 (二) / 29

局域知识网 / 34

高考试题摘编 / 34

## 第三章 抛体运动 圆周运动 万有引力定律 / 37

知识要点与高考要求 / 37

高考考查特点与复习建议 / 37

各单元复习指导 / 37

第 I 单元 运动的合成与分解 竖直上抛运动 / 37

第 II 单元 平抛运动和斜抛运动 / 42

第 III 单元 圆周运动 / 47

第 IV 单元 万有引力定律 宇宙速度 / 52

局域知识网 / 56

高考试题摘编 / 57

## 第四章 机械能和能源 / 59

知识要点与高考要求 / 59

高考考查特点与复习建议 / 59

各单元复习指导 / 59

第 I 单元 功 功率 / 59

第 II 单元 动能 动能定理 机械能守恒定律 / 63

第 III 单元 功能关系 / 68

局域知识网 / 70

高考试题摘编 / 71

## 第五章 动量 动量守恒 / 73

知识要点与高考要求 / 73

高考考查特点与复习建议 / 73

各单元复习指导 / 73

第 I 单元 碰撞 动量 动量定理 / 73

第 II 单元 动量守恒定律及其应用 / 76

第 III 单元 动量和能量 / 82

局域知识网 / 85

高考试题摘编 / 85

## 第六章 机械振动与机械波 / 87

知识要点与高考要求 / 87

高考考查特点与复习建议 / 87

各单元复习指导 / 87

第 I 单元 机械振动 / 87

第 II 单元 机械波 / 91

局域知识网 / 96

高考试题摘编 / 96

## 第七章 电场 / 98

知识要点与高考要求 / 98

高考考查特点与复习建议 / 98

各单元复习指导 / 98

第 I 单元 库仑定律 电场强度 / 98

第 II 单元 电势能 电势 电势差 / 102

第 III 单元 电容 带电粒子在磁场中的运动 / 105

局域知识网 / 111

高考试题摘编 / 112

## 第八章 恒定电流 / 114

知识要点与高考要求 / 114

高考考查特点与复习建议 / 114

各单元复习指导 / 114

第 I 单元 部分电路 电功率 焦耳定律 / 114

第 II 单元 闭合电路欧姆定律 / 118

第 III 单元 多用电表的使用 电源的电动势和  
内电阻的测量 / 120

第 IV 单元 直流电路的分析与计算 / 125

局域知识网 / 128

高考试题摘编 / 129

## 第九章 磁场 / 132

知识要点与高考要求 / 132

高考考查特点与复习建议 / 132

各单元复习指导 / 132

第 I 单元 磁感应强度 / 132

第 II 单元 磁场对电流的作用 / 135

第 III 单元 磁场对运动电荷的作用 / 138

局域知识网 / 145

高考试题摘编 / 146

## 第十章 电磁感应 / 150

知识要点与高考要求 / 150

高考考查特点与复习建议 / 150

各单元复习指导 / 150

- 第Ⅰ单元 电磁感应现象 楞次定律/150  
第Ⅱ单元 法拉第电磁感应定律 自感/155  
第Ⅲ单元 电磁感应规律的应用/160

局域知识网/163

高考试题摘编/163

## 第十一章 交变电流 传感器 电磁振荡与电磁波/167

知识要点与高考要求/167

高考考查特点与复习建议/167

各单元复习指导/167

第Ⅰ单元 交变电流 变压器及远距离输电/167

第Ⅱ单元 传感器 电磁振荡与电磁波/172

局域知识网/177

高考试题摘编/178

## 第十二章 分子动理论与统计思想 固体、液体与气体 热力学定律与能量守恒/180

知识要点与高考要求/180

高考考查特点与复习建议/180

各单元复习指导/181

第Ⅰ单元 分子动理论与统计思想/181

第Ⅱ单元 热力学定律与能量守恒 能源与可持续发展/185

第Ⅲ单元 固体、液体/189

第Ⅳ单元 气体的性质/192

局域知识网/196

高考试题摘编/197

## 第十三章 光 波粒二象性 相对论/199

知识要点与高考要求/199

高考考查特点与复习建议/199

各单元复习指导/199

第Ⅰ单元 光的折射/199

第Ⅱ单元 光的干涉 光的衍射 光的偏振/205

第Ⅲ单元 光的电磁说 光电效应 光的波粒二象性/210

第Ⅳ单元 相对论/215

局域知识网/217

高考试题摘编/220

## 第十四章 原子结构 原子核/221

知识要点与高考要求/221

高考考查特点与复习建议/221

各单元复习指导/221

第Ⅰ单元 原子的核式结构 原子的能级/221

第Ⅱ单元 原子核的组成 核能/226

局域知识网/230

高考试题摘编/231

## 第十五章 实验与探究/232

知识要点与高考要求/232

高考考查特点与复习建议/232

实验与探究复习指导/232

实验基本知识/233

基本仪器使用/233

高考试题摘编/241

## 参考答案/247

# 第一章 质点的直线运动



## 知识要点与高考要求

| 2007 年高考知识点及要求                                                                                           |    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|
| 知 识 要 点                                                                                                  | 要求 | 说 明 |
| 1. 参考系, 质点                                                                                               | I  |     |
| 2. 位移、速度和加速度                                                                                             | II |     |
| 3. 匀变速直线运动及其公式、图象                                                                                        | II |     |
| 2006 年高考知识点及要求                                                                                           |    |     |
| 知 识 要 点                                                                                                  | 要求 | 说 明 |
| 1. 机械运动, 参考系, 质点                                                                                         | I  |     |
| 2. 位移和路程                                                                                                 | II |     |
| 3. 匀变速直线运动、速度、速率、位移<br>公式 $s=vt$ 、 $s-t$ 图、 $v-t$ 图                                                      | II |     |
| 4. 变速直线运动、平均速度                                                                                           | II |     |
| 5. 瞬时速度 (简称速度)                                                                                           | I  |     |
| 6. 匀变速直线运动、加速度公式 $v =$<br>$v_0 + at$ , $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ , $v^2 - v_0^2 = 2as$ ,<br>$v-t$ 图 | II |     |



## 高考考查特点与复习建议

本章主要是通过位移、速度、加速度等物理量描述和研究物体的位置及速度随时间变化的规律。本章规律中的重点之一是匀变速直线运动的规律, 并以匀变速直线运动的规律为核心, 讨论各种具体运动的规律、特点及应用。

本章内容是历年高考的必考内容, 也是高考考查能力所依托的重点内容之一。从往年高考试题以及新的课程标准来预测, 本章考查的重点是匀变速运动的规律和  $v-t$  图。考查内容中相当一部分是以生活实际和现代高科技为载体的命题, 除此之外, 更多的是在综合题中作为一个知识点和其他内容加以综合应用。例如, 将本章知识与牛顿运动定律、平抛运动、圆周运动、电场中带电粒子运动等知识结合起来考查。

考试大纲中虽然提出了“不要求会用  $v-t$  图去讨论问题”, 但在能力要求中又提出“必要时能运用几何图形、函数图象进行表述、分析”。从近几年的高考试题看, 图象问题一直占有一定比例。所以考生应予以重视。



## 各单元复习指导

### 第 I 单元 描述运动的基本概念



#### 备考提要

1. 机械运动 一个物体相对于另一个物体的\_\_\_\_\_叫做机械运动, 简称运动。它包括平动、转动和振动等基本运动形式。

2. 参照物 (系) \_\_\_\_\_叫做参照物。对同一物体的运动, 所选择的参照物不同, 对它的运动的描述就会不同。一般情况下, 以地球为参照物来研究物体的运动。

3. 质点 质点是一种经过科学抽象而得的\_\_\_\_\_, 研究一个物体的运动时, 如果物体的\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_属于无关因素或次要因素, 为使问题简化, 就用一个有质量的点来代替物体, 即为质点。

4. 位移 位移是表示\_\_\_\_\_的物理量。位移是运动质点由\_\_\_\_\_位置指向\_\_\_\_\_位置的有向线段。

5. 速度 速度是描述物体\_\_\_\_\_的物理量, 它等于\_\_\_\_\_跟\_\_\_\_\_的比值, 即:  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ , 它的方向就是物体\_\_\_\_\_的方向。

6. 加速度 加速度是描述\_\_\_\_\_的物理量。加速度等于\_\_\_\_\_跟\_\_\_\_\_的比值, 即  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ , 它的方向与\_\_\_\_\_相同。



#### 考点剖析

##### (一) 注意弄清位移和路程的区别和联系

位移是表示质点位置变化的物理量, 它是由质点运动的起始位置指向终止位置的矢量。位移可以用一根带箭头的线段表示, 箭头的指向代表位移的方向, 线段的长短代表位移的大小。而路程是质点运动路线的长度, 是标量。只有做直线运动的质点始终朝着一个方向运动时, 位移的大小才与运动路程相等。

【例题】一个人沿半径是 20 m 的水平圆形轨道匀速率跑步, 如图 1-1 所示。求此人由 A 点运动到 B 点这四分之一圆周经过的路程、位移。

【解析】由 A 点运动到 B 点经过的路程是四分之一圆弧的长度,



图 1-1

$$\text{即 } \frac{1}{4} \times 2\pi R = \frac{1}{4} \times 2\pi \times 20 \text{ m} = 31.4 \text{ m}.$$

由 A 点运动到 B 点经过的位移是初始位置指向末位置的有向线段。位移的大小为  $\sqrt{2}R = \sqrt{2} \times 20 \text{ m} = 28.28 \text{ m}$ ，位移的方向由 A 指向 B，即北偏东  $45^\circ$ 。

【点评】注意区分位移和路程两个不同的概念。只有物体做单一方向的直线运动时，两者数值大小才相等。

【变式练习】一个电子在匀强磁场中沿半径为  $R$  的圆周运动。转了 3 圈回到原位置。运动过程中位移大小的最大值和路程的最大值分别是 ( )。

- A.  $2R, 2R$       B.  $2R, 6\pi R$   
C.  $2\pi R, 2R$       D.  $0, 6\pi R$

【答案】B

## (二) 速度、速度的变化和速度的变化率

速度是描述质点运动快慢的物理量。在变速运动中，平均速度  $\bar{v} = \frac{s}{t}$ ，描述平均快慢，它只能粗略地描述变速运动的物体的运动情况。变速运动的平均速度，有严格的定义，一般地说，它并不等于速度的算术平均值。比如：一个质点以  $10 \text{ m/s}$  的速度匀速走完一半路程，接着又以  $15 \text{ m/s}$  的速度匀速走完另一半路程，则它在全程的平均速度  $\bar{v} = \frac{2s}{\frac{s}{10} + \frac{s}{15}} = 12 \text{ m/s}$ 。当物体做匀变速运动时，平均速度

等于速度的算术平均值，即  $\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$ 。有时在处理匀变速运动问题时，如果恰当地运用平均速度，可以使解题过程大大简化。

瞬时速度是指运动物体在某一时刻或通过某一位置时的速度，速度是矢量。

速度是描述运动状态的物理量，速度的变化是描述运动状态的改变，包括速度大小和方向的改变，速度的变化有快慢之分，速度的变化率是速度变化与所用时间的比值，速度变化的快慢可以用加速度这个物理量来描述。加速度是由物体所受的合外力和物体的质量决定的。速度的变化是由加速度和加速度持续的时间共同反映的。

速度很大的物体如果所受的合外力很小，它的加速度可以很小；速度很小的物体如果所受的合外力很大，也可以有很大的加速度。物体沿某个方向运动时，可以给它施加任何方向的外力，所以某速度和加速度的方向之间的夹角也可以是任意值。速度为零的物体，加速度可以不为零。反之，加速度为零的物体，速度也可以不为零。加速度大的物体其速度变化不一定很大，加速度小的物体其速度变化也不一定很小。

【例题】甲、乙两辆汽车沿平直公路从某地同时驶向同一目标，甲车在前一半时间内以速度  $v_1$  做匀速直线运动，后一半时间内以速度  $v_2$  做匀速直线运动；乙车在前一半路程中以速度  $v_1$  做匀速直线运动，后一半路程中以速度  $v_2$  做匀速直线运动，则 ( )。

- A. 甲先到达      B. 乙先到达  
C. 甲、乙同时到达      D. 不能确定

【解析】设甲、乙车从某地到目的地距离为  $s$ ，则对甲

$$\text{车有 } t_{\text{甲}} = \frac{2s}{v_1 + v_2}; \text{ 对于乙车有 } t_{\text{乙}} = \frac{s}{2v_1} + \frac{s}{2v_2} = \frac{(v_1 + v_2)s}{2v_1 v_2},$$

$$\text{所以 } \frac{t_{\text{甲}}}{t_{\text{乙}}} = \frac{4v_1 v_2}{(v_1 + v_2)^2}.$$

由数学知识知  $(v_1 + v_2)^2 > 4v_1 v_2$ ，故  $t_{\text{甲}} < t_{\text{乙}}$ ，即正确答案为 A。

【例题】关于加速度和速度变化的关系，下列说法正确的是 ( )。

- A. 速度变化得越多，加速度就越大  
B. 速度变化得越快，加速度就越大  
C. 加速度的方向保持不变，速度的方向也保持不变  
D. 加速度大小不断变小，速度大小也不断变小

【解析】根据加速度定义式  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  可知，加速度大小由速度变化量和发生这一变化所用时间两者决定，即速度变化越快，加速度就越大，故 A 错 B 对；如果物体做匀减速直线运动，速度减到零后反向运动，此时加速度不变，而速度方向（即运动方向）发生了改变；如果物体做加速运动，不管加速度是增大还是减小，速度都是增加的，只不过速度在单位时间内增加量不同而已，可见 C、D 都是错误的。

【答案】B

【点评】要注意区分概念，从定义入手去分析和理解所求的物理量。

【变式练习】一辆汽车先以速度  $v_1$  通过前  $\frac{1}{3}$  的位移，再以速度  $v_2 = 50 \text{ km/h}$  通过其余的  $\frac{2}{3}$  位移。若整个位移中的平均速度  $\bar{v} = 37.5 \text{ km/h}$ ，则前一段位移的速度为多少？

【答案】25 km/h。



## 典例分析

【例 1】计算下列物体的加速度：

- (1) 一辆汽车从车站出发做匀加速运动，经  $10 \text{ s}$  速度达到  $108 \text{ km/h}$ 。
  - (2) 高速行驶过桥后沿平直铁路匀加速行驶，经  $3 \text{ min}$  速度从  $54 \text{ km/h}$  提高到  $180 \text{ km/h}$ 。
  - (3) 沿光滑水平地面以  $10 \text{ m/s}$  运动的小球，撞墙后以原速反弹，与墙壁接触时间为  $0.2 \text{ s}$ 。
- 【解析】由题中已知条件，统一单位、规定正方向后，根据加速度公式，即可算出加速度。规定以初速方向为正方向，则

- (1) 对汽车  $v_0 = 0$ ， $v_t = 108 \text{ km/h} = 30 \text{ m/s}$ ， $t = 10 \text{ s}$ ，则
- $$a_1 = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{30 - 0}{10} \text{ m/s}^2 = 3 \text{ m/s}^2.$$
- (2) 对列车  $v_0 = 54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}$ ， $v_t = 180 \text{ km/h} = 50 \text{ m/s}$ ， $t = 3 \text{ min} = 180 \text{ s}$ ，则
- $$a_2 = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{50 - 15}{180} \text{ m/s}^2 \approx 0.19 \text{ m/s}^2.$$
- (3) 对小球  $v_0 = 10 \text{ m/s}$ ， $v_t = -10 \text{ m/s}$ ， $t = 0.2 \text{ s}$ ，则

$$a_3 = \frac{v_2 - v_0}{t} = \frac{-10 - 10}{0.2} \text{ m/s}^2 = -100 \text{ m/s}^2.$$

【点评】由题中可以看出,运动速度大、速度变化量大,其加速度都不一定大。特别注意,不能认为  $a_3 = \frac{v_2 - v_0}{t} = \frac{10 - 10}{0.2} \text{ m/s}^2 = 0$ , 必须考虑速度的方向性。计算结果  $a_3 = -100 \text{ m/s}^2$ , 表示小球在撞墙过程中的加速度方向与初速度方向相反,是背着墙面而向外的,所以使小球先减速至零,然后再加速反弹出去。

【例2】一物体做匀变速直线运动,某时刻速度的大小为  $4 \text{ m/s}$ ,  $1 \text{ s}$  后速度的大小变为  $10 \text{ m/s}$ 。在这  $1 \text{ s}$  内该物体的 ( )。

- 位移的大小可能小于  $4 \text{ m}$
- 位移的大小可能大于  $10 \text{ m}$
- 加速度的大小可能小于  $4 \text{ m/s}^2$
- 加速度的大小可能大于  $10 \text{ m/s}^2$

【解析】同向时,  $a_1 = \frac{v_2 - v_0}{t} = \frac{10 - 4}{1} \text{ m/s}^2 = 6 \text{ m/s}^2$ ,

$$s_1 = \frac{v_0 + v_2}{2} t = 7 \text{ m}.$$

反向时,  $a_2 = \frac{v_2 - v_0}{t} = \frac{-10 - 4}{1} \text{ m/s}^2 = -14 \text{ m/s}^2$ ,  $s_2 =$

$$\frac{v_0 + v_2}{2} t = -3 \text{ m}.$$

式中负号表示方向与规定正方向相反。因此正确答案为 A 和 D。

【点评】解答本题的关键是理解位移、速度和加速度的矢量性。若规定初速度  $v_0$  的方向为正方向,则仔细分析“ $1 \text{ s}$  后速度的大小变为  $10 \text{ m/s}$ ”这句话,可知  $1 \text{ s}$  后物体速度可能是  $10 \text{ m/s}$ ,也可能是  $-10 \text{ m/s}$ 。



### 评估测试

1. 下列关于质点的正确说法有 ( )。

- 研究和观察日食时可把太阳看作质点
- 原子核很小,可把原子核看作质点
- 研究地球的公转时可把地球看作质点
- 汽车在平直公路上前进,研究它的车轮上的一点的运动情况,可把车轮看作质点

2. 甲、乙、丙三架观光电梯,甲中乘客看一高楼在向下运动;乙中乘客看甲在向下运动;丙中乘客看甲、乙都在向上运动。这三架电梯相对地面的运动情况是 ( )。

- 甲向上、乙向下、丙不动
- 甲向上、乙向上、丙不动
- 甲向上、乙向上、丙向下
- 甲向上、乙向上、丙也向上,但比甲、乙都慢

3. 小球从距地面  $5 \text{ m}$  高处落下,被地面反向弹回后,在距地面  $2 \text{ m}$  高处被接住,则小球从高处落下到被接住这一过程中通过的路程和位移的大小分别是 ( )。

- $7 \text{ m}$ ,  $7 \text{ m}$
- $5 \text{ m}$ ,  $2 \text{ m}$
- $5 \text{ m}$ ,  $3 \text{ m}$
- $7 \text{ m}$ ,  $3 \text{ m}$

4. 一个做直线运动的物体,某时刻速度是  $10 \text{ m/s}$ ,那

么这个物体 ( )。

- 在这一时刻之前  $1 \text{ s}$  内的位移一定是  $1 \text{ m}$
- 从这一时刻起  $1 \text{ s}$  内的位移一定是  $10 \text{ m}$
- 从这一时刻起  $10 \text{ s}$  内的位移可能是  $50 \text{ m}$
- 如果从这一时刻起开始匀速运动,那么它继续通过  $1000 \text{ m}$  路程所需的时间一定是  $100 \text{ s}$

5. 一物体做直线运动,前一半位移内的平均速度是  $3 \text{ m/s}$ ,后一半位移内的平均速度是  $2 \text{ m/s}$ ,则整个位移内的平均速度为 ( )。

- $2.5 \text{ m/s}$
- $1.2 \text{ m/s}$
- $2.4 \text{ m/s}$
- $2.3 \text{ m/s}$

6. 一质点在  $x$  轴上运动。初速度  $v_0$ , 加速度  $a > 0$ , 当  $a$  的数值开始减小,则该质点 ( )。

- 速度开始减小,直到加速度等于零为止
- 位移开始增加,直到加速度等于零为止
- 速度继续增大,直到加速度等于零为止
- 速度增大,加速度的方向和速度的方向相反

7. 甲、乙、丙三个物体同时

同地出发做直线运动,它们的  $s-t$  图象如图 1-2 所示,在  $20 \text{ s}$  内它们的平均速度和平均速率的大小关系是 ( )。

A. 平均速度大小相等,平均速率  $\bar{v}_m > \bar{v}_L > \bar{v}_N$

B. 平均速度大小相等,平均速率  $\bar{v}_m > \bar{v}_N > \bar{v}_L$

C. 平均速度  $\bar{v}_m > \bar{v}_N > \bar{v}_L$ , 平均速率相等

D. 平均速度和平均速率大小均相等

8. 一个质点做方向不变的直线运动,加速度的方向始终与速度方向相同但加速度大小逐渐减小至零,则在此过程中 ( )。

A. 速度逐渐减小,当加速度减小到零时,速度达到最小值

B. 速度达到最大,当加速度减小到零时,速度达到最大值

C. 位移逐渐增大,当加速度减小到零时,位移不再增大

D. 位移逐渐减小,当加速度减小到零时,位移达到最小值

9. 某同学在百米赛跑中,经  $50 \text{ m}$  处的速度为  $8.2 \text{ m/s}$ ,在他跑到全程的中间时刻  $t = 6.25 \text{ s}$  时速度为  $8.3 \text{ m/s}$ ,最后以  $8.4 \text{ m/s}$  冲过终点,求他百米赛跑的平均速度。

10. 甲、乙两地是水路交通,若水不流时,一客轮往返一次需时间  $t_1$ ,若水流动时,客轮往返一次需时间  $t_2$ ,若客轮的行驶速度大小不变,试比较  $t_1$  与  $t_2$  的大小。

11. 一辆汽车以速度  $v_1$  通过前  $\frac{1}{3}$  段的位移,再以

$v_2 = 50 \text{ km/h}$  通过其余的  $\frac{2}{3}$  段位移。若整个位移中的平均速度  $\bar{v} = 37.5 \text{ km/h}$ ,则第一段位移的速度为多少?

12. 一列长度为  $L$  的队伍,沿平直公路匀速前进。一位通信员从排尾到排头,再由排头回到排尾匀速往返一次,

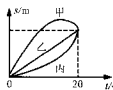


图 1-2

在这段时间内,若队伍行进的距离为  $1\frac{1}{3}L$ ,则这位通信员通过的路程和位移为多少?

13. 一列火车停靠在站台上,车厢内的人看着窗外另一列火车,感觉到自己乘坐的火车又开动了,可等一会儿却发现自已乘坐的火车还在站台上未动。你有过类似的经历吗?出现这种现象的原因是什么?

14. 一位旅客可用三种方法从苏州去上海,第一种是乘普通客车经一般公路到达;第二种是乘快客经沪宁高速公路到达;第三种是乘火车到达。下面是三种车的时刻表及里程表,已知普通客车平均时速为  $60\text{ km/h}$ ,快客平均时速为  $100\text{ km/h}$ ,两车中途均不停车,火车在中途停靠昆山站 5 分钟时间,设火车进站和出站都做匀变速运动,加速度大小都是  $2400\text{ km/h}^2$ ,途中匀速行驶,速率为  $120\text{ km/h}$ 。若现在时刻是上午 8 时 15 分,这位旅客想早点到达上海,他应选乘什么车?

|       | 普客    | 快客    | 火车   |
|-------|-------|-------|------|
| 里程/km | 75    | 80    | 72   |
| 班次    | 8:20  | 8:45  | 8:50 |
|       | 10:30 | 11:00 | 9:00 |
|       | 14:30 | 14:45 | 9:43 |
|       | ...   | ...   | ...  |

## 第 II 单元 匀变速直线运动的规律



### 备考提要

#### (一) 匀变速直线运动的概念及基本规律

1. 沿着一条直线,且\_\_\_\_\_不变的运动,叫做匀变速直线运动。匀变速直线运动的  $v-t$  图象是一条\_\_\_\_\_。在匀变速直线运动中,如果物体的\_\_\_\_\_,这个运动叫做匀加速直线运动;如果物体的\_\_\_\_\_,这个运动叫做匀减速直线运动。

2. 速度随时间变化的规律:  $v_t = v_0 + at$ 。

3. 位移随时间变化的规律:  $s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ 。

#### (二) 匀变速直线运动中几个常用的推论

1. 速度位移关系式:  $v_t^2 - v_0^2 = 2as$ 。

2. 匀变速运动的平均速度公式:  $\bar{v} = \frac{1}{2}(v_0 + v_t)$ 。

3. 中间时刻的瞬时速度,等于物体在这段时间内的平均速度:  $v_{\frac{t}{2}} = \frac{v_0 + v_t}{2}$ 。

4. 任意连续相等时间间隔内的位移之差为一恒量:  $\Delta s = s_2 - s_1 = s_3 - s_2 = \dots = aT^2$ 。可以推广到  $s_n - s_k = \dots$ 。

#### (三) 初速度为零的匀变速直线运动的几个比例式

1.  $1\text{ s}$ 末、 $2\text{ s}$ 末、 $3\text{ s}$ 末...速度之比  $v_1:v_2:v_3:\dots:v_n = \dots$ 。

2.  $1\text{ s}$ 内、 $2\text{ s}$ 内、 $3\text{ s}$ 内...位移之比  $s_1:s_2:s_3:\dots:s_n = \dots$ 。

3.  $1\text{ s}$ 内、 $2\text{ s}$ 内、 $3\text{ s}$ 内...位移之比  $s_1:s_2:s_3:\dots:s_n = \dots$ 。

4. 通过前一个  $t$ 、前二个  $t$ 、前三个  $t$ ...所用时间之比  $t_1:t_2:t_3:\dots:t_n = \dots$ 。

5. 通过第一个  $t$ 、第二个  $t$ 、第三个  $t$ ...所用时间之比  $t_1:t_2:t_3:\dots:t_n = \dots$ 。

#### (四) 自由落体运动

自由落体运动的定义: 物体在只受\_\_\_\_\_作用下从\_\_\_\_\_下落的运动叫做自由落体运动。

自由落体运动的规律:

1. 速度随时间变化的规律:  $v_t = gt$ 。

2. 位移随时间变化的规律:  $s = \frac{1}{2}gt^2$ 。



### 考点剖析

#### (一) 关于匀变速直线运动的几个公式

在匀变速直线运动的几个常用公式  $v_t = v_0 + at$ ;  $s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ ;  $v_t^2 - v_0^2 = 2as$ ;  $s = \bar{v}t = \frac{1}{2}(v_0 + v_t)t$  中,只要知道任意两个公式,其他两个公式便可以推导出来(读者不妨推导一下)。所以四个公式只有两个是独立的。当一个物体做匀变速直线运动时,描述或反映这一段运动规律的公式中一共涉及  $v_0$ 、 $v_t$ 、 $s$ 、 $a$ 、 $t$  共五个物理量,而两个独立方程只能解出两个未知数,所以对某一段运动需要三个已知条件(已知物理量或已知关系)才可能有确定的解。

在运用公式  $s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$  时应注意:

公式  $s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$  是矢量式。同一直线上的矢量要么方向相同,要么方向相反。对做直线运动的物体来说,在规定某个方向为正方向之后(或建立坐标),就可以用带有正负号的数值来表示矢量,上述公式中的矢量运算也就变成了标量运算。 $s$ 、 $v_0$ 、 $a$  三个物理量本身带有正负号,正号表示该物理量的方向与规定的正方向相同,负号表示该物理量的方向与规定的正方向相反,而并不表示大小。一般情况下,总是规定初速度方向为正,当  $v_0$  与  $a$  的方向相同时,为加速直线运动;当  $v_0$  与  $a$  的方向相反时,为减速直线运动。

同时,应注意公式  $s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$  与发生的物理过程相符合。例如,对某一做匀减速直线运动的汽车(即汽车刹车过程)来说,根据已知条件该汽车经过  $5\text{ s}$  已经停止运动。若题目仍让我们求经过  $6\text{ s}$  汽车的位移,则不能直接把  $6\text{ s}$  代入  $s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$  进行计算得出位移。再就是:若已知  $v_0$ 、 $s$ 、 $a$  计算物体的运动时间,可能会出现两个解,则需要根据情况判断是否符合实际的物理过程,确定解是否有意义。

【例题】一汽车在平直的公路上以  $v_0 = 20\text{ m/s}$  做匀变速直线运动,刹车后,汽车以大小为  $a = 4\text{ m/s}^2$  的加速度做匀减

速直线运动,那么刹车后经8 s汽车通过的位移有多大?

【解析】首先必须弄清汽车刹车后究竟能运动多长时间.选 $v_0$ 的方向为正方向,则根据公式 $-a = \frac{0-v_0}{t}$ ,可得

$$t = \frac{v_0}{a} = \frac{20}{4} \text{ s} = 5 \text{ s}.$$

这表明,汽车并非在8 s内都在运动,实际运动5 s后即停止.所以,将5 s代入位移公式,计算汽车在8 s内通过的位移.即

$$s = v_0 t - \frac{1}{2} a t^2 = \left( 20 \times 5 - \frac{1}{2} \times 4 \times 5^2 \right) \text{ m} = 50 \text{ m}$$

【点评】不少同学盲目套用物理公式,由匀减速直线运动的位移公式直接代入得到

$$s = v_0 t - \frac{1}{2} a t^2 = 20 \times 8 - \frac{1}{2} \times 4 \times 8^2 = 32 \text{ m}$$

这是常见的一种错误解法,同学们在运用物理公式时必须明确每一个公式中各物理量的确切含义,深入分析物体的运动过程.

【变式练习】汽车以20 m/s的速度做匀速运动,某时刻关闭发动机而做匀减速运动,加速度大小为5 m/s<sup>2</sup>,则它关闭发动机后通过s=37.5 m所需的时间为( ).

- A. 3 s B. 4 s C. 5 s D. 6 s

【答案】A

【例题】一质点从静止开始,先以加速度 $a_1$ 做匀加速直线运动,紧接着又以大小为 $a_2$ 的加速度做匀减速直线运动,直至静止,质点运动的总时间为 $t$ ,求它运动的总位移.

【解析】质点的运动过程在前后两段中速度的变化量相等.这是列式的重要依据.另外根据时间 $t$ 可列出表达式.

解法一:设质点做加速运动的时间为 $t_1$ ,由位移公式,质点做加速运动的位移为 $s_1 = \frac{1}{2} a_1 t_1^2$ , $t_1$ 时刻的速度为 $v_1 = a_1 t_1$ .

设质点做减速运动的时间为 $t_2$ ,由位移公式,质点做减速运动的位移为

$$s_2 = v_1 t_2 - \frac{1}{2} a_2 t_2^2, \text{ 又有 } a_1 t_1 = a_2 t_2$$

$$\text{依题意 } t = t_1 + t_2, s = s_1 + s_2$$

$$\text{解得 } s = \frac{a_1 a_2 t^2}{2(a_1 + a_2)}$$

解法二:用平均速度求解

$$s = \bar{v} t = \frac{v_0}{2} t, \text{ 因 } t = \frac{v_0}{a_1} + \frac{v_0}{a_2}$$

$$\text{代入得 } s = \frac{a_1 a_2 t^2}{2(a_1 + a_2)}$$

【点评】(1)无论是匀加速直线运动,还是匀减速直线运动都可以先用 $\bar{v} = \frac{1}{2}(v_0 + v_t)$ 求得平均速度,再用 $s = \bar{v} t$

求位移,其过程往往比较简单.(2)用位移公式求解时,应注意 $s$ 、 $v_0$ 、 $a$ 都是矢量,作为已知条件代入方程时,应考虑这些矢量的正负,一般以 $v_0$ 的方向为正方向,其他矢量均与 $v_0$ 比较方向,确定正负.

【变式练习】一质点做初速度为零的匀加速直线运动,若运动后第3 s末至第5 s末质点的位移为40 m,求:(1)质点在头4 s内的位移为多少?(2)第3 s末的速度大小为多少?

【答案】(1) 40 m (2) 15 m/s

(二) 直线运动的图象

常用的运动图象(图线)是位移图线( $s-t$ 图)和速度图线( $v-t$ 图).图象中各种图线所表示的意义、规律都应辨别清楚.

例如,图1-3和图1-4分别为: $s-t$ 图和 $v-t$ 图,通过下表的比较分析,可找出两者形同质异的区别.

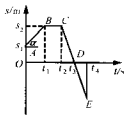


图 1-3

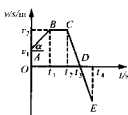


图 1-4

| 比较问题                     | 位移图象                                                                        | 速度图象                                                                        |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 图象的意义                    | $s$ 随 $t$ 变化关系                                                              | $v$ 随 $t$ 变化的关系                                                             |
| 图线斜率的意义是什么?              | $\tan \alpha = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = v$ | $\tan \alpha = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = a$ |
| A点的意义是什么?                | 运动物体的初始位置                                                                   | 运动物体的初速度                                                                    |
| AB线段表示什么?                | 物体做匀加速直线运动                                                                  | 物体做匀加速直线运动                                                                  |
| BC线段表示什么?                | 物体处于静止( $v=0$ )                                                             | 物体做匀速直线运动( $a=0$ )                                                          |
| CD线段表示什么?                | 物体做反方向匀速直线运动                                                                | 物体做匀减速直线运动(运动方向不变)                                                          |
| D点的意义是什么?                | 物体回到出发点(仍在运动)                                                               | 物体速度减为零(停下来)                                                                |
| DE线段表示什么?                | 物体继续反方向匀速直线运动                                                               | 物体反方向做匀加速直线运动                                                               |
| $t_2$ 和 $t_4$ 末运动的特点是什么? | 物体离原点O等距离,但位移方向相反                                                           | 物体速度大小相等,方向相反, $t_2$ 和 $t_4$ 内的位移相等(物体在同一位置)                                |

【例题】两辆完全相同的汽车,沿水平直路一前一后匀速行驶,速度均为 $v_0$ .若前车突然以恒定的加速度刹车,在它刚停止时,后车以前车刹车时的加速度开始刹车.已知前车在刹车过程中所行的距离为 $s$ ,若要保证两车在上述情况中不相撞,则两车在匀速行驶时保持的距离至少应

为( )。

- A. 1 s B. 2 s C. 3 s D. 4 s

【解析】依题意可作出两车的  $v-t$  图如图 1-5 所示, 从图中可以看出两车在匀速行驶时保持的距离至少应为 2 s, 即 B 选项正确。

【例题】一个固定在水平面上的光滑物块, 其左侧面是斜面 AB, 右侧面是曲面 AC, 如图 1-6 所示。已知 AB 和 AC 的长度相同。两个小球 p、q 同时从 A 点分别沿 AB 和 AC 由静止开始下滑, 比较它们到达水平面所用的时间( )。

- A. p 小球先到  
B. q 小球先到  
C. 两小球同时到  
D. 无法确定

【解析】依题意作出两个小球 p、q 的  $v-t$  图象 (如图 1-7 所示)。由于物块光滑, 下滑过程机械能守恒, p、q 到达水平面的速率相同, 比较 p、q 的加速度, 显然开始时 q 的加速度较大, q 的  $v-t$  图象斜率较大, 又由于 AB 和 AC 的长度相同, 所以 p、q 的  $v-t$  图线和横轴所围成的面积相同, 从图象分析, 显然 q 用的时间较少, 即 B 选项正确。

【点评】从以上问题的解答清楚看出, 用图象法解题具有简明、直观的优点。这是处理匀变速直线运动的一个重要的方法, 图象的斜率大小表示加速度的大小, 图象所围成的“面积”表示物体运动的位移。

【变式练习】两只完全相同的光滑直角弯管 (如图 1-8 所示), 现有两只相同小球 a 和 a' 同时从管口由静止滑下, 问谁先从上端的出口掉出? (假设通过拐角处时无机械能损失)

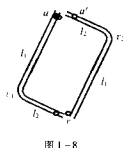


图 1-8

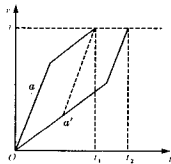


图 1-9

提示: 利用  $v-t$  图象求解 (如图 1-9 所示)。

【答案】a 球先到达下端的出口

(三) 在匀变速直线运动过程的中间时刻的瞬时速度和中点位置的瞬时速度的比较

位移一半处的速度  $v_{\frac{x}{2}} = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2}{2}}$ , 时间中点时刻的

速度  $v_{\frac{t}{2}} = \frac{v_1 + v_2}{2}$ , 不论  $v_1 < v_2$  还是  $v_1 > v_2$ , 只要:  $v_1 \neq v_2$ , 必有  $v_{\frac{x}{2}} > v_{\frac{t}{2}}$ 。

分析如下: 对于匀加速直线运动,  $v_1 < v_2$ , 则物体在前一半时间内的平均速度小于后一半时间内的平均速度, 因此前一半时间内通过的位移小于后一半时间内通过的位移 (如图 1-10 所示), 即它的中间时刻的位置在位移的中点之前, 故有:  $v_{\frac{x}{2}} < v_{\frac{t}{2}}$ ; 同理, 对于匀减速直线运动来说,  $v_1 > v_2$ , 物体在前一半时间内的平均速度大于后一半时间内的平均速度, 它的中间时刻所在的位置在位移中点之后, 故  $v_{\frac{x}{2}} < v_{\frac{t}{2}}$ 。

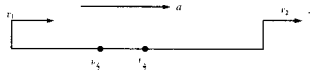


图 1-10

对于匀变速直线运动, 某一段时间内的平均速度等于这段时间内中间时刻的瞬时速度。这个关系提供了用实验测定匀变速直线运动的瞬时速度的一种方法。

【例题】物体沿一直线运动, 在  $t$  时间内通过的路程为  $s$ , 它在中间位置  $\frac{s}{2}$  处的速度为  $v_1$ , 在中间时刻  $\frac{t}{2}$  时的速度为  $v_2$ , 则  $v_1$  和  $v_2$  的关系为 ( )。

- A. 当物体做匀加速直线运动时,  $v_1 > v_2$   
B. 当物体做匀减速直线运动时,  $v_1 > v_2$   
C. 当物体做匀速直线运动时,  $v_1 = v_2$   
D. 当物体做匀减速直线运动时,  $v_1 < v_2$

【解析】设物体运动的初速度为  $v_0$ , 末速度为  $v_t$ , 由时间中点速度公式  $\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$  得  $v_2 = \frac{v_0 + v_t}{2}$ ; 由位移中点速度公

式  $v_{\frac{x}{2}} = \sqrt{\frac{v_0^2 + v_t^2}{2}}$  得  $v_1 = \sqrt{\frac{v_0^2 + v_t^2}{2}}$ 。

直接运用推论, 只要  $v_0 \neq v_t$ , 必有  $v_1 > v_2$ 。当  $v_0 = v_t$ , 而物体做匀速直线运动, 必有  $v_1 = v_2$ 。所以正确选项应为 A、B、C。

【点评】只要  $v_0 \neq v_t$ , 必有  $v_1 > v_2$  的推论, 也可以用图象法分析证明, 读者不妨一试。

【变式练习】一个质量

为  $m$  的物块由静止开始沿斜面下滑, 拍摄此下滑过程得到的同步闪光 (即第一次闪光时物块恰好开始下滑) 照片如图 1-11 所示。已知闪光频率为每秒 10 次, 根据照片测得物块

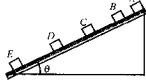


图 1-11

相邻两位置之间的距离分别为  $AB=2.40\text{ cm}$ ,  $BC=7.30\text{ cm}$ ,  $CD=12.20\text{ cm}$ ,  $DE=17.10\text{ cm}$ . 由此可知, 物块经过  $D$  点时的速度大小为  $\underline{\hspace{1cm}}\text{ m/s}$ ; 物块运动的加速度为  $\underline{\hspace{1cm}}$ . (保留 3 位有效数字)

【答案】1. 46 2. 40

#### (四) 注意弄清自由落体运动的特点

自由落体运动是初速度为零、加速度为  $g$  的匀加速直线运动. 它是匀变速直线运动的特例. 前面讲过的初速度为零的比值规律在自由落体运动中也同样适用.

【例题】屋檐定时滴出水滴, 当第 5 滴正欲滴下时, 第 1 滴已刚好到达地面, 而第 3 滴与第 2 滴正分别位于高 1 m 的窗口的上、下沿, 如图 1-12 所示, 取  $g=10\text{ m/s}^2$ , 问:

- (1) 此屋檐离地面多少米?
- (2) 滴水的时间间隔是多少?

【解析】(1) 设每滴水离屋檐的位移分别为  $s_1, s_2, s_3, \dots$ . 滴水的时间间隔相等, 根据初速度为零的匀加速直线运动的时间等分关系, 可得

$$\begin{cases} s_2 - s_1 = 1\text{ m} \\ s_1 : s_2 : s_3 : s_4 = 16 : 9 : 4 : 1 \end{cases}$$

所以屋檐离地面的距离  
 $s_1 = 3.2\text{ m}$ .

- (2) 第 1 滴水刚好滴落到地面所需时间

$$t = \sqrt{\frac{2s_1}{g}} = 0.8\text{ s},$$

所以滴水的时间间隔  $t_0 = \frac{t}{4} = 0.2\text{ s}$ .

【点评】本题可以有多种解法. 上述的解答巧妙地运用了初速为零的比值规律.

【变式练习】小球自由下落, 用每隔  $\Delta t = \frac{1}{30}\text{ s}$  拍一次的频闪摄影来确定小球的位置, 实验测得  $\Delta t, 2\Delta t, 3\Delta t$  的时间内对应的位移是  $0.54\text{ cm}, 2.16\text{ cm}, 4.87\text{ cm}, 8.65\text{ cm}, 12.91\text{ cm}$ . 如图 1-13 所示, 根据上述数据说明小球是否做匀变速直线运动, 并求重力加速度.

【答案】 $9.72\text{ m/s}^2$



#### 典例分析

【例 1】一钢球沿一长斜面由静止开始下滑, 已知该球做匀加速直线运动, 且前 2 s 内的位移为 4.6 m. 求: (1) 4 s 末钢球的速度; (2) 4 s 内钢球的平均速度; (3) 第 4 s 内钢球的平均速度; (4) 4 s 内钢球的位移; (5) 第 4 s 内钢球的位移; (6) 钢球通过第 4 m 所用的时间; (7) 钢球通过第 4 m 的平均速度; (8) 钢球通过 4 m 位移时的速度.

【解析】小球做初速为零的匀加速直线运动, 所以匀变速直线运动的规律在这里都适用. 从已知量和题目所求量的关系及题目情景的分析可知, 解决这些问题的关键在于

求出钢球的加速度.

$$\text{由公式 } s = \frac{1}{2}at^2 \text{ 得 } a = \frac{2s}{t^2} = 2 \times \frac{4.6}{2^2} = 2.3\text{ m/s}^2$$

$$(1) 4\text{ s 末的速度: } v_4 = at_4 = 2.3 \times 4\text{ m/s} = 9.2\text{ m/s}$$

$$(2) 4\text{ s 内的平均速度: } \bar{v} = \frac{(v_0 + v_4)}{2} = \frac{(0 + 9.2)}{2} =$$

$$4.6\text{ m/s}, \text{ 请读者试用 } v = \frac{s_4}{t_4}, \text{ 求平均速度.}$$

$$(3) 4\text{ s 内的平均速度: } \bar{v}_N = \bar{v} = \frac{(v_1 + v_4)}{2} = \frac{(at_1 + v_4)}{2} = \frac{(6.9 + 9.2)}{2}\text{ m/s} = 8.05\text{ m/s}$$

$$(4) 4\text{ s 内的位移: } s_4 = \frac{1}{2}at_4^2 = \frac{1}{2} \times 2.3 \times 4^2\text{ m} = 18.4\text{ m}$$

(5) 第 4 s 内的位移:

$$s_N = s_4 - s_1 = \frac{1}{2}at_4^2 - \frac{1}{2}at_1^2 = \frac{1}{2} \times 2.3 \times (4^2 - 3^2) =$$

$$(18.4 - 10.35)\text{ m} = 8.05\text{ m}$$

请读者用  $s_N = \bar{v}_N t$  求解. (其中  $t = 1\text{ s}$ )

(6) 钢球通过第 4 m 的时间:

$$t_N = t_4 - t_3$$

$$t_4 = \sqrt{\frac{2s_4}{a}} = \sqrt{\frac{2 \times 4}{2.3}}\text{ s} = 1.87\text{ s}$$

$$t_3 = \sqrt{\frac{2s_3}{a}} = \sqrt{\frac{2 \times 3}{2.3}}\text{ s} = 1.6\text{ s}$$

$$t_N = (1.87 - 1.6)\text{ s} = 0.26\text{ s}$$

$$(7) \text{ 通过第 4 m 的平均速度: } v'_N = \frac{s'_N}{t'_N} = \frac{1}{0.26}\text{ m/s} =$$

$$3.85\text{ m/s}$$

$$(8) \text{ 通过 4 m 位移时速度: } v'_4 = \sqrt{2as} = \sqrt{2 \times 2.3 \times 4}\text{ m/s} = 4.3\text{ m/s}$$

【点评】(1) 这道题虽然不难, 属于基本训练题, 选此题的目的在于要读者熟练应用匀变速直线运动的规律, 并掌握一般运动学问题的处理方法, 理解运动学的各个物理量及习惯设问方法的含义. (2) 速过本题的正确求解, 正确辨析时间与时刻、位移和位置概念的区别和联系. 在求解过程中, 必须明确所研究的是哪一段运动过程及初态、末态各物理量的对应关系. (3) 本题几乎每个问题都有多种解法, 除上述提供的解法, 请读者思考分析还有哪些解法, 并从各种解法中选出最优的解法来.

【例 2】一只小球从屋檐自由下落, 在  $\Delta t = 0.25\text{ s}$  内通过高度为  $\Delta h = 2\text{ m}$  的窗口, 求窗口的顶端距屋檐多高? (取  $g = 10\text{ m/s}^2$ )

【解析】解法一: 设屋檐离屋檐距离为  $h$ , 球落到窗顶处的速度为  $v_1$ , 落到窗底处的速度为  $v_2$ , 则

$$v_1 = gt_1 \quad (1)$$

$$v_2 = g(t_1 + \Delta t) \quad (2)$$

$$v_2^2 - v_1^2 = 2g \cdot \Delta h \quad (3)$$

将①②两式代入③得

$$g^2(t_1 + \Delta t)^2 - g^2 t_1^2 = 2g \cdot \Delta h, \text{ 代入数据得}$$

$$t_1 = 0.675\text{ s}$$

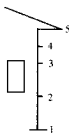


图 1-12

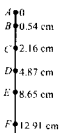


图 1-13

$$\begin{aligned}\text{所以 } h &= \frac{1}{2} g t_1^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 10 \times 0.675^2 \text{ m} = 2.28 \text{ m}\end{aligned}$$

解法二：设球落到窗顶处的速度为  $v_1$ ，则

$$v_1 = g t_1$$

由位移公式得

$$\Delta h = v_1 \Delta t + \frac{1}{2} g \Delta t^2$$

代入数据求得  $t_1 = 0.675 \text{ s}$

窗口的顶端距屋檐的距离为

$$h = \frac{1}{2} g t_1^2 = 2.28 \text{ m}$$

解法三：球经过窗口  $\Delta h = 2 \text{ m}$  过程中中间时刻的瞬时

速度为  $v_1 = \frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{2}{0.25} \text{ m/s} = 8 \text{ m/s}$ ，从屋檐落至速度为  $v_1$  历时为  $t_1$ ，则  $v_1 = g t_1$ ，即  $8 = 10 t_1$ ， $t_1 = 0.8 \text{ s}$ 。球从屋檐落到窗顶历时为  $t$ ，则  $t = t_1 - \frac{\Delta t}{2} = 0.8 - \frac{0.25}{2} = 0.675 \text{ s}$ ，所以屋

檐到窗顶的距离为  $h = \frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 0.675^2 \text{ m} = 2.28 \text{ m}$ 。

【点评】自由落体运动为匀加速直线运动，匀变速直线运动的各个公式，在求解自由落体运动问题时，都可灵活运用。



### 评估测试

1. 一物体做匀变速直线运动，某时刻速度大小为  $4 \text{ m/s}$ ， $1 \text{ s}$  后速度的大小变为  $10 \text{ m/s}$ ，在这  $1 \text{ s}$  内该物体的 ( )。

- 位移的大小可能小于  $4 \text{ m}$
- 位移的大小可能大于  $10 \text{ m}$
- 加速度的大小可能小于  $4 \text{ m/s}^2$
- 加速度的大小可能大于  $10 \text{ m/s}^2$

2. 一质点  $A$  在  $y$  轴方向上依规律  $y = 2t^2 - 4t$  运动， $y$  的单位为  $\text{m}$ ， $t$  的单位为  $\text{s}$ 。则质点  $A$  ( )。

- 在头  $3 \text{ s}$  内的平均速度为  $2 \text{ m/s}$
- 在头  $3 \text{ s}$  内的平均速率为  $10/3$
- 在头  $3 \text{ s}$  内的平均加速度为  $4 \text{ m/s}^2$
- 在第  $3 \text{ s}$  内通过的位移为  $6 \text{ m}$

3. 以  $v = 36 \text{ km/h}$  的速度沿平直公路行驶的汽车，因前方有障碍物而紧急刹车，获得大小为  $4 \text{ m/s}^2$  的加速度，则刹车后  $3 \text{ s}$  内汽车通过的路程为 ( )。

- $90 \text{ m}$
- $12 \text{ m}$
- $12.5 \text{ m}$
- $15 \text{ m}$

4. 在交通事故的分析中，刹车线的长度是很重要的依据，刹车线是汽车刹车后，停止转动的轮胎在地面上滑动时留下的痕迹。在某次交通事故中，汽车刹车线长度  $14 \text{ m}$ ，假设汽车轮胎与地面间的动摩擦因数为  $0.7$ ，取  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，则汽车开始刹车的速度为 ( )。

- $7 \text{ m/s}$
- $10 \text{ m/s}$
- $14 \text{ m/s}$
- $20 \text{ m/s}$

5. 在平直轨道上匀加速向右行驶的封闭车厢中，悬挂着

一个带滴管的盛油容器。如图 1-14 所示，当滴管依次滴下三滴油时（设这三滴油都落在车厢地板上），则 ( )。

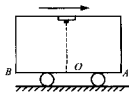


图 1-14

- 这一滴油依次落在容器竖直下方的  $O$  点
  - 这一滴油依次落在  $OB$  之间的同一位置上
  - 这三滴油依次落在  $OB$  之间，且后一滴比前一滴离  $O$  远
  - 这三滴油依次落在  $OB$  之间，且后一滴比前一滴离  $O$  近
6. 以  $a = 2 \text{ m/s}^2$  做匀加速运动的物体，下列说法正确的是 ( )。

- 在任意  $1 \text{ s}$  内末速度比初速度大  $2 \text{ m/s}$
- 第  $n \text{ s}$  末的速度比第  $1 \text{ s}$  末的速度大  $2(n-1) \text{ m/s}$
- $2 \text{ s}$  末速度是  $1 \text{ s}$  末速度的 2 倍
- $n \text{ s}$  时的速度是  $\frac{n}{2} \text{ s}$  时速度的 2 倍

7. 关于自由落体运动，下列说法正确的是 ( )。

- 自由落体运动是竖直方向的匀加速直线运动
  - 竖直方向的位移只要满足  $s_1 : s_2 : s_3 : \dots = 1 : 4 : 9 : \dots$  的运动就是自由落体运动
  - 在开始连续的两个两秒内的路程之比为  $1 : 3 : 5$
  - 在开始连续的一个两秒末的速度之比为  $1 : 2 : 3$
8. 如图 1-15 所示，能反映自由落体运动的是 ( )。

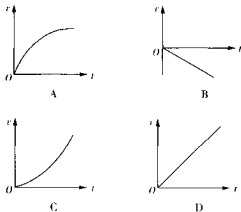


图 1-15

9. 在平直轨道上有相距为  $s$  的甲、乙两个物体，它们同时同向开始运动，甲以初速度  $v_{甲}$ 、加速度  $a_{甲}$  做匀加速直线运动；乙以初速度为  $0$ 、加速度为  $a_{乙}$  做匀加速直线运动。设甲能从乙旁边通过而不互相影响，下列情况可能发生的是 ( )。

- A. 当  $a_{\text{甲}} = a_{\text{乙}}$  时, 甲、乙只能相遇一次  
 B. 当  $a_{\text{甲}} > a_{\text{乙}}$  时, 甲、乙可能相遇二次  
 C. 当  $a_{\text{甲}} > a_{\text{乙}}$  时, 甲、乙可能相遇一次  
 D. 当  $a_{\text{甲}} < a_{\text{乙}}$  时, 甲、乙可能相遇二次

10. 如图 1-16 (a) 所示, 一质量为  $M$  的木板静止在光滑水平地面上, 现有一质量为  $m$  的小滑块以一定的初速度  $v_0$  从木板的左端开始向木板的右端滑行, 滑块和木板的水平速度大小随时间变化的情况如图 1-16 (b) 所示, 根据图像作出如下判断, 这些判断中正确的是 ( ).

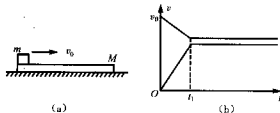


图 1-16

- A. 滑块始终与木板存在相对运动  
 B. 滑块未能滑出木板  
 C. 滑块的质量  $m$  大于木板的质量  $M$   
 D. 在  $t_1$  时刻滑块从木板上滑出

11. 升降机由静止开始匀加速上升 3 s, 速度达到 4 m/s 后, 按此速度匀速上升 5 s, 紧接着又匀减速运动 4 s 才停下来, 求其上升的总高度.

12. 每隔一定时间, 从车站以同一加速度沿一笔直公路开出一辆汽车, 当第五辆车开始启动时, 第一辆车已离站 320 m. 此时第四辆车与第三辆车的距离是多大?

13. 火车以速度  $v_1$  匀速行驶, 司机发现前方同轨道上相距  $s$  处有另一列火车沿同方向以速度  $v_2$  做匀减速运动 ( $v_1 > v_2$ ). 司机立即以大小为  $a$  的加速度紧急刹车, 要使两车不相撞,  $a$  应满足什么条件?

14. 如图 1-17 所示, 悬挂的直杆 AB 长为  $L_1$ , 在其下  $L_2$  处, 有一长为  $L_3$  的无底圆筒 CD. 若将悬线剪断, 则直杆穿过圆筒所用的时间为多少?

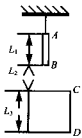


图 1-17

15. 如图 1-18, 是研究物体做匀变速直线运动的实验得到的一条纸带 (实验中打点计时器所接低压交流电源的频率为 50 Hz), 从 O 点后开始每 5 个计时点取一个记数点, 依照打点的先后顺序依次编为 0、1、2、3、4、5、6, 测得  $s_1 = 5.18$  cm,  $s_2 = 4.40$  cm,  $s_3 = 3.62$  cm,  $s_4 = 2.78$  cm,  $s_5 = 2.00$  cm,  $s_6 = 1.22$  cm.

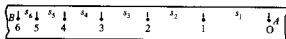


图 1-18

(1) 相邻两记数点间的时间间隔为 \_\_\_\_\_ s.

(2) 物体的加速度大小  $a =$  \_\_\_\_\_ m/s<sup>2</sup>, 方向 \_\_\_\_\_ (填 "A→B" 或 "B→A").

(3) 打点计时器打记数点 3 时, 物体的速度大小  $v_3 =$  \_\_\_\_\_ m/s.

16. 某科技馆中有一个展品, 该展品放在较暗处. 有一个不断均匀滴水的龙头 (刚滴出的水滴速度为零) 在平行光源的照射下, 可以观察到一种奇特的现象: 只要耐心地缓慢调节水滴下落的速度, 在适当的情况下, 看到的水滴好像都静止在各自固定的位置不动 (如图 1-19 中 A、B、C、D 所示, 右边数值的单位是 cm). 要想出现这一现象, 所用光源应为 \_\_\_\_\_ 光源, 滴水时间间隔必为 \_\_\_\_\_ s. 光源闪光频率为 \_\_\_\_\_ Hz. ( $g = 10$  m/s<sup>2</sup>)

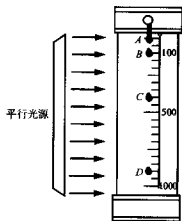
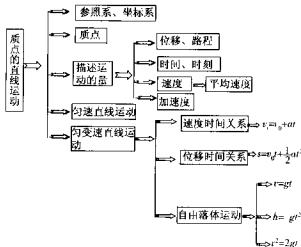


图 1-19

## 知识网络



## 高考试题编编

1. (2003·全国理综卷) 飞机的起飞过程是从静止出发, 在直跑道上加速前进, 等达到一定速度时离地. 已知

飞机加速前进的路程为 1600 m, 所用的时间为 40 s. 假设这段运动为匀加速运动, 用  $a$  表示加速度,  $v$  表示离地时的速度, 则 ( ).

- A.  $a = 2 \text{ m/s}^2$ ,  $v = 80 \text{ m/s}$   
 B.  $a = 1 \text{ m/s}^2$ ,  $v = 40 \text{ m/s}$   
 C.  $a = 80 \text{ m/s}^2$ ,  $v = 40 \text{ m/s}$   
 D.  $a = 1 \text{ m/s}^2$ ,  $v = 80 \text{ m/s}$

2. (2004 · 全国卷) 如图 1-20 所示,  $ad$ 、 $bd$ 、 $cd$  是竖直面内三根固定的光滑细杆,  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  位于同一圆周上,  $a$  点为圆周的最高点,  $d$  点为圆周的最低点. 每根杆上都套着一个小滑环 (图中未画出), 三个滑环分别从  $a$ 、 $b$ 、 $c$  处释放 (初速为 0). 用  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$  依次表示各滑环到达  $d$  所用的时间, 则 ( ).

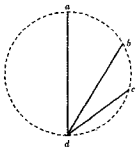


图 1-20

- A.  $t_1 < t_2 < t_3$       B.  $t_1 > t_2 > t_3$   
 C.  $t_3 > t_1 > t_2$       D.  $t_1 = t_2 = t_3$

3. (1999 · 上海卷) 为了测定某辆轿车在平直路上启动时的加速度 (轿车启动时的运动可近似看做匀加速运动), 某人拍摄了一张在同一底片上多次曝光的照片如图 1-21. 如果拍摄时每隔 2 s 曝光一次, 轿车车身总长为 4.5 m, 那么这辆轿车的加速度约为 ( ).

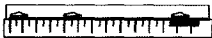


图 1-21

- A.  $1 \text{ m/s}^2$       B.  $2 \text{ m/s}^2$   
 C.  $3 \text{ m/s}^2$       D.  $4 \text{ m/s}^2$

4. (1998 · 上海卷) 有两个光滑固定斜面  $AB$  和  $BC$ ,  $A$  和  $C$  两点在同一水平面上, 斜面  $BC$  比斜面  $AB$  长, 如图 1-22 所示, 一个滑块从  $A$  点以速度  $v_A$  上滑, 到达  $B$  点时速度减小为零. 紧接着沿  $BC$  滑下. 设滑块从  $A$  点到  $C$  点的总时间是  $t_C$ , 那么图 1-23 所示的四个图中, 正确表示滑块速度的大小  $v$  随时间  $t$  变化规律的是 ( ).

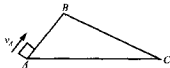


图 1-22

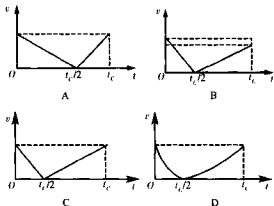


图 1-23

5. (1996 · 全国卷) 一物体做匀变速直线运动, 某时刻速度的大小为  $4 \text{ m/s}$ , 1 s 后速度的大小变为  $10 \text{ m/s}$ . 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  $4 \text{ m/s}^2$   
 D. 加速度的大小可能大于  $10 \text{ m/s}^2$

6. (2000 · 上海卷) 两木块自左向右运动, 现用高速摄影机在同一底片上多次曝光, 记录下木块每次曝光时的位置, 如图 1-24 所示, 连续两次曝光的时间间隔是相等的, 由图可知 ( ).



图 1-24

- A. 在时刻  $t_2$  以及时刻  $t_5$  两木块速度相同  
 B. 在时刻  $t_1$  两木块速度相同  
 C. 在时刻  $t_3$  和时刻  $t_4$  之间某瞬间两木块速度相同  
 D. 在时刻  $t_4$  和时刻  $t_5$  之间某瞬间两木块速度相同

7. (2001 · 上海卷) 图 1-25 (a) 是在高速公路上用超声波测速仪测量车速的示意图, 测速仪发出并接收超声波信号, 根据发出和接收到的信号间的时间差, 测出被测物体的速度. 图 1-25 (b) 中  $p_1$ 、 $p_2$  是测速仪发出的超声波信号,  $n_1$ 、 $n_2$  是  $p_1$ 、 $p_2$  由汽车反射回来的信号. 设测速仪匀速扫描,  $p_1$ 、 $p_2$  之间的时间间隔  $\Delta t = 1.0 \text{ s}$ , 超声波在空气中传播的速度是  $v = 340 \text{ m/s}$ , 若汽车是匀速行驶的, 则根据图 (b) 可知, 汽车在接收到  $p_1$ 、 $p_2$  两个信号之间的时间内前进的距离是 \_\_\_\_\_ m, 汽车的速度是 \_\_\_\_\_  $\text{m/s}$ .