



**牵手名校名师**

**2007**

**高考总复习**

**学生用书**

**3+X**

# 高考物理一本通

◆ 丛书主编 蔡建民  
本册主编 郑志湖 陈征燕

- ★ 按最新《考试大纲》《考试说明》编写
- ★ 浙江省一线特级、高级教师联袂编著审定
- ★ 分单元、按课时编撰，题量丰富，配备教师用书
- ★ 高考总复习用书，面向不同层次的考生



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS  
**浙江大学出版社**

学生用书

牵手名校名师

# 3+X 高考物理 一本通

总主编 蔡建民

本册主编 郑志湖 陈征燕

撰稿 (以姓氏笔画为序)

王华荣 王如彬 江文喜

汤友国 许红来 刘祖省

李自红 李恭宁 谷慎之

陈征燕 陈梦丹 陈孝杰

郑志湖 郑端平 张才干

吴章法 徐佩佩 杨敦树

主  
审

韦国清

林辉庆 赖鸿飞

浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

3+X 高考物理一本通 / 蔡建民主编. —杭州: 浙江大学出版社, 2003.9  
ISBN 7-308-03424-0

I. 3... II. 蔡... III. 物理课—高中—升学参考资料  
IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 078898 号

责任编辑 石国华

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州天目山路 148 号 邮政编码 310028)

(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷 德清县第二印刷厂

开 本 889mm×1194mm 1/16

印 张 20.5

字 数 740 千字

版 印 次 2003 年 9 月第 1 版 2006 年 6 月第 3 次印刷

书 号 ISBN 7-308-03424-0/G·630

定 价 30.00 元

牵手名校名师  
**3+X 高考一本通**  
**总 编 委**

●丛书编委会成员:

- 蔡建民 本丛书总主编、浙江省特级教师、浙江省教育厅教研室  
沈松勤 浙江大学人文学院教授  
郑士明 浙江大学理学院教授  
徐天琪 浙江大学法学院教授  
蒋保纬 浙江大学编审、教授  
施 储 《数学》主编、浙江省数学特级教师  
顾 来 《生物》主编、浙江省生物特级教师  
陈进前 《化学》主编、浙江省化学特级教师  
韦国清 《物理》主审、浙江省物理特级教师  
邱 锋 《英语》主编、浙江省英语特级教师  
任关根 《英语》主编、杭州市教育局教研室  
郑志湖 《物理》主编、浙江省物理功勋教师  
常海东 《地理》主编、浙江省地理特级教师  
张永谊 《语文》主编、浙江省语文特级教师  
马茂年 《数学》主编、浙江省数学特级教师  
李培明 《历史》主编、浙江省历史特级教师  
陈征燕 《物理》主编、浙江省物理特级教师  
李兆田 《政治》主编、浙江省政治特级教师  
胡柏富 《政治》主编、浙江省政治特级教师  
楼锡德 《政治》主审、浙江省政治特级教师  
郑伟大 《地理》主编、浙江省地理特级教师  
郭裕茂 《化学》主审、浙江省化学特级教师  
杨友淳 《数学》主审、浙江省教育厅教研室

## 修 订 说 明

《3+X 新高考名师解读导引·物理》的编写,本着“一切为了学生,为了一切学生,为了学生一切”的宗旨,高度浓缩备课教案之精华,演绎课堂教学之神韵,是一本为参加 2006 年高考的莘莘学子量身定制的高考复习用书。本书具有以下几点鲜明特色:

**一、编写体例新** 本书的每一单元均由“知识框图”、“考点阐述”、“基础知识再现”、“范例评析”、“基础训练”、“能力训练”、“单元测试”七个板块组成。

**【知识框图】** 以知识框图的形式简明展示本章的整体结构及知识的内在联系,以便理清思路,突出主线。

**【考点阐述】** 依据《考试大纲》指明本章复习所应达到的目标,做到方向明确,有的放矢。

**【基础扫描】** 基础是根本,以教材为依据,按考试大纲的要求,详细剖析各知识点。

**【范例剖析】** 精选典型例题,使学生能驾驭涉及本章的知识,提高知识的应用水平,题后的解后语起总结规律、指点迷津的作用。

**【基础训练】和【能力训练】** 通过适量练习,使学生夯实基础,提高能力,这是高考成功的保证。

**单元测试板块** 主要检查学生的复习效果,便于学生发现复习中存在的问题,从而调整复习方向和复习方法。

**二、覆盖面广,突出主干知识** 本书内容涵盖《考试大纲》中的全部内容,强调基础知识、基本技能,着重对主干知识和能力迁移作了阐述。

**三、题目新颖灵活,强调精练** 所选题目在多年的高考复习实践中证明具有针对性和实效性,具有新颖灵活的特点,体现高考能力立意的要求。

**四、实用性强** 本着贴近高考、贴近教学、贴近学生的原则,本书从课堂教学的实际出发,按课时编写,便于教师课堂教学。练习分基础训练和能力提高,适合于不同类型学校,不同层次学生的需要。

编 者

2006 年 6 月

## 前 言

普通高中的教师、学生如何领悟新高考的特点,在复习备考的冲刺阶段又如何运用正确的策略和方法,达到低耗高效,这将是把握机遇走向成功的关键。为此,我们组织浙江省对高考命题有突出研究的专家和名牌重点中学中长期担任高三教学的知名教师,按高考改革的新思路、课程改革的新理念、成功迎考的新策略的要求,在总结历年卓有成效的高复经验的基础上,编写了这套《牵手名校名师——3+X 高考一本通》丛书,以奉献给广大迎战高考的莘莘学子。

本丛书本着“一切为了学生,为了一切学生,为了学生一切”的宗旨,以教育部《考试大纲》为依据,结合浙江省高考自行命题的实际,以鲜活的素材,准确的信息,新颖的体例,独特的风格,为广大师生量身定制了这套高考第一轮复习用书。本丛书包括《语文》、《数学》、《英语》、《理科综合·物理》、《理科综合·化学》、《理科综合·生物》、《文科综合·政治》、《文科综合·历史》、《文科综合·地理》,共9个学科。丛书采用“1+1”的编写模式,每个学科原则上分上篇和下篇两部分,上篇为单元复习与随堂练习,下篇为单元测试与综合测试。同时在内容上分单元、按课时(或考点)进行编写,展示科学合理的复习过程。而且,配备教师用书,充分浓缩备课教案之精华,演绎课堂教学之神韵。这样做,有利于教师教学,也便于学生复习。

本丛书立足浙江,面向全国,适应高考的重大改革,体现了重心前移,打实基础,更新内容,调整难度,适合各校使用。其特点是:

### 1. 依据新教材,紧扣一个“纲”

紧扣《考试大纲》,根据教育部最新颁发的有关文件、各学科的课程标准、教学大纲和新教材,准确把握复习的要求和重点。

### 2. 题目新颖灵活,强调一个“精”

编者在命题设计中,根据多年追踪的高考命题走向,强调一个“精”字,即精选精析。所选题目均是高考实践中证明有针对性和实效的,具有新颖、灵活的特点。解题往往需要知识重组,能力迁移,充分体现了能力立意的要求。

### 3. 知能覆盖面广,突出一个“主干”

丛书内容涵盖了《考试大纲》中的全部内容。强调学生终身受用的基础知识、基本技能,以及探究性研究的要求,着重对主干知识和能力迁移作了精要的阐释,并点明考点和强化训练的关键点,以及相应的解题策略和技巧。

### 4. 综合科目复习,体现学科特色和融会贯通

综合能力测试的实质,在于促进学生融会贯通、综合运用所学知识,在“自主、合作、探索”的多元化学习方式中培养创新意识和实践能力。编者根据中学分科教学的实际,深入研究各学科的知识体系和学科间知识体系、能力、方法的结合点,系统地构建了理科综合和文科综合复习的内容和方法的整体框架,并

突出了“立足学科,突出特色,联系实际,开放创新”的复习策略。

#### 5. 同步复习,强化训练,实用性强

本着贴近高考、贴近教学、贴近学生的原则,丛书从课堂教学实际出发,按课时(或考点)编写,同时配置了丰富的辅学资料与练习测试题,适应不同类型的学校 and 不同层次学生的需要,易于操作,实用高效。

参与本书编写和审稿的教师均为浙江省有影响的特级教师和高级教师。他们来自杭州高级中学、杭州二中、杭州学军中学、杭州外国语学校、杭州四中、杭州十四中、萧山中学、浙江建人(高复)专修学院、浙江春晖中学、宁波效实中学、宁波中学、镇海中学、绍兴一中、诸暨中学、金华一中、浙师大附中、东阳中学、义乌中学、嘉兴一中、湖州中学、温州一中、温州二中、天台中学、温岭中学、台州市第一中学以及浙江省教育厅教研室、杭州市教研室、宁波市教研室、温州市教研室、绍兴市教研室、嘉兴市教研室、金华市教研室、丽水市教研室等单位。对于他们的热情支持,在此表示衷心的感谢!

让丛书陪伴您走过高三的时时刻刻,祝贺您在高考中取得满意的成绩!

中国教育学会考试专业委员会副理事长

浙江省教育厅教研室特级教师 蔡建民

《牵手名校名师》总主编

2006年5月



# 目 录

## 上篇 单元复习与随堂练习

### 第一章 质点的直线运动 ..... (1)

#### 第一节 描述直线运动的物理量 ..... (1)

#### 第二节 匀变速直线运动的规律及其应用 ..... (6)

#### 第三节 运动图像 ..... (10)

#### 第四节 实验:研究匀变速直线运动 ..... (16)

### 第二章 力 物体平衡 ..... (22)

#### 第一节 力 重力 弹力 摩擦力 ..... (22)

#### 第二节 力的合成与分解 ..... (26)

#### 第三节 共点力作用下的物体平衡 ..... (30)

#### 第四节 实验:长度测量 验证共点力合成的平行四边形定则 ..... (35)

### 第三章 牛顿定律 ..... (39)

#### 第一节 牛顿运动定律 ..... (39)

#### 第二节 牛顿运动定律的应用(一) ..... (44)

#### 第三节 牛顿运动定律的应用(二) ..... (49)

### 第四章 曲线运动 万有引力 ..... (55)

#### 第一节 运动合成与分解 ..... (55)

#### 第二节 平抛运动 ..... (58)

#### 第三节 实验:研究平抛物体的运动 ..... (62)

#### 第四节 圆周运动 ..... (65)

#### 第五节 万有引力 人造地球卫星 ..... (70)

### 第五章 动量 ..... (75)

#### 第一节 动量定理 ..... (75)

#### 第二节 动量守恒定律 ..... (79)

#### 第三节 实验:验证动量守恒定律 ..... (84)

### 第六章 机械能 ..... (88)

#### 第一节 功 功率 ..... (88)

#### 第二节 动能 动能定理 ..... (91)

#### 第三节 重力势能 机械能守恒 ..... (95)

#### 第四节 功能关系 能量守恒 ..... (98)

#### 第五节 动量与机械能 ..... (104)

#### 第六节 实验:验证机械能守恒定律 ..... (109)

### 第七章 机械振动 机械波 ..... (113)

#### 第一节 机械振动及图像 ..... (113)

#### 第二节 单摆 ..... (117)

#### 第三节 振动能量 共振 ..... (121)

#### 第四节 波的形成与传播 波的图像 ..... (123)

#### 第五节 波的干涉 衍射 多普勒效应 ..... (128)

#### 第六节 实验:用单摆测重力加速度 ..... (130)

### 第八章 热学 ..... (134)

#### 第一节 分子动理论 ..... (134)

#### 第二节 热力学定律 ..... (137)

#### 第三节 气体的三个状态参量 ..... (141)

#### 第四节 实验:用油膜法估测分子的大小 ..... (142)

### 第九章 电场 ..... (144)

#### 第一节 电场力的性质 ..... (145)

#### 第二节 电场能的性质 ..... (148)

#### 第三节 静电屏蔽与电容器 ..... (153)

#### 第四节 带电粒子在电场中的运动 ..... (156)

#### 第五节 实验:用描述法画出电场中平面上的等势线 ..... (163)

### 第十章 恒定电流 ..... (166)

#### 第一节 欧姆定律 电阻定律 电阻率 ..... (166)

#### 第二节 电功 电功率 ..... (169)

#### 第三节 电路分析和计算 ..... (172)

|             |                                 |       |
|-------------|---------------------------------|-------|
| 第四节         | 闭合电路欧姆定律(一) .....               | (176) |
| 第五节         | 闭合电路欧姆定律(二) .....               | (178) |
| 第六节         | 描绘小灯泡的伏安特性曲线<br>测定金属的电阻率 .....  | (181) |
| 第七节         | 把电流表改装成电压表 .....                | (186) |
| 第八节         | 测定电源电动势和内阻 .....                | (190) |
| 第九节         | 练习使用示波器 .....                   | (194) |
| 第十节         | 用多用电表探索黑箱内的电学<br>元件 传感器的简单应用 .. | (196) |
| <b>第十一章</b> | <b>磁场</b> .....                 | (200) |
| 第一节         | 磁场的描述 .....                     | (200) |
| 第二节         | 磁场对电流的作用力 .....                 | (203) |
| 第三节         | 带电粒子在磁场中的运动 .....               | (206) |
| 第四节         | 带电粒子在复合场中的运动 .....              | (209) |
| 第五节         | 磁场与现代科技 .....                   | (216) |
| <b>第十二章</b> | <b>电磁感应</b> .....               | (220) |
| 第一节         | 电磁感应现象 楞次定律 .....               | (220) |
| 第二节         | 法拉第电磁感应定律<br>自感 .....           | (223) |
| 第三节         | 法拉第电磁感应定律的应用(一) .....           | (227) |
| 第四节         | 法拉第电磁感应定律的应用(二) .....           | (230) |
| <b>第十三章</b> | <b>交变电流 电磁场 电磁波</b> .....       | (236) |
| 第一节         | 交流电的产生和描述 .....                 | (236) |
| 第二节         | 变压器 电能的输送 .....                 | (240) |
| 第三节         | 电磁场 电磁波 .....                   | (243) |
| <b>第十四章</b> | <b>光学</b> .....                 | (246) |
| 第一节         | 光的直线传播 光的反射                     |       |

|                            |              |
|----------------------------|--------------|
| .....                      | (246)        |
| 第二节 光的折射 全反射 .....         | (249)        |
| 第三节 光的波动性 .....            | (253)        |
| 第四节 光的粒子性 光的本性 .....       | (257)        |
| 第五节 测定玻璃的折射率 .....         | (260)        |
| 第六节 用双缝干涉测光的波长 .....       | (262)        |
| <b>第十五章 原子结构 原子核 .....</b> | <b>(264)</b> |
| 第一节 原子结构 .....             | (264)        |
| 第二节 原子核 .....              | (268)        |

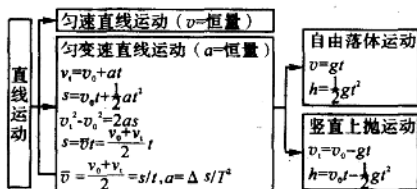
## 下篇 单元测试与综合测试

|                   |                    |     |
|-------------------|--------------------|-----|
| 单元测试一             | 质点的直线运动 .....      | 272 |
| 单元测试二             | 力 物体平衡 .....       | 274 |
| 单元测试三             | 牛顿定律 .....         | 276 |
| 单元测试四             | 曲线运动 万有引力 .....    | 278 |
| 单元测试五             | 动量 .....           | 280 |
| 单元测试六             | 机械能 .....          | 282 |
| 单元测试七             | 机械振动 机械波 .....     | 284 |
|                   | 力学综合测试(一) .....    | 286 |
|                   | 力学综合测试(二) .....    | 288 |
| 单元测试八             | 热学 .....           | 290 |
| 单元测试九             | 电场 .....           | 292 |
| 单元测试十             | 恒定电流 .....         | 295 |
| 单元测试十一            | 磁场 .....           | 298 |
| 单元测试十二            | 电磁感应 .....         | 300 |
| 单元测试十三            | 交变电流 电磁场与电磁波 ..... | 303 |
|                   | 电学综合测试 .....       | 305 |
| 单元测试十四            | 光学 .....           | 308 |
| 单元测试十五            | 原子结构 原子核 .....     | 309 |
| <b>参考答案</b> ..... |                    | 311 |

## 上篇 单元复习与随堂练习

## 第一章 质点的直线运动

## 知识框图



## 要点阐述

质点的直线运动是贯穿高中物理最基本的知识之一,应深刻体会基本运动模型的建立过程,切实理解运动的基础。

本规律,不断总结解决运动问题的一般方法。建立清晰的物体运动图景是分析解决物理问题的基础。质点的直线运动是高考必考的内容之一,通常与其他知识点综合运用,因此,应从方法论的高度来学习和把握本章知识。

## 第一节 描述直线运动的物理量

## 基础扫描

## 一、参考系与质点

为了研究物体的运动而假定为不动的那个物体,叫做参考系。

在研究物体的运动时,不考虑物体的大小和形状,而把物体看做一个有质量的点,这个用来代替物体的有质量的点叫做质点。

## 1. 选择参考系的必要性

一个物体相对于别的物体的位置的改变,叫做机械运动,简称运动。机械运动是最普遍的自然现象,宇宙中的一切物体,都在不停地运动着。因此,我们在研究物体的运动时,就必须假定某物体是不动的,参照这个物体来确定其他物体的运动。

## 2. 怎样选择参考系

同一个运动,由于选择的参考系不同,观察的结果常常是不同的。

例如,坐在运动着的火车车厢中的乘客,若选车厢作

参考系,则乘客相对车厢是静止的;若选铁路旁边的树、电线杆或房屋为参考系,则乘客是随火车一起运动着的。

参考系的选取往往是为了研究问题的方便。在研究地面上的物体的运动时,常取地球为参考系,即假设地球是静止不动的;在研究太阳系中行星的运动时,太阳就是最恰当的参考系,即假定太阳是静止不动的。

## 3. 质点是一种科学的抽象

物理学对实际问题的简化,叫做科学抽象。科学抽象不是随心所欲的,必须从实际问题出发。例如我们研究地球公转时,由于地球的直径(约  $1.3 \times 10^4$  千米)比地球和太阳之间的距离(约  $1.5 \times 10^8$  千米)要小得多,地球上各点相对太阳的运动,差别极小,可以认为相同,这时我们可以把地球的大小和形态忽略,即把地球看做质点。可是在研究地球的自转时地球的大小和形状不能忽略,不能把地球当做质点。

## 二、时间与时刻

1. 时间是两个时刻间的一段间隔,在时间轴上用一线段表示,例如上午8时10分上课,到8时55分下课,这里

的8时10分和8时55分就是一节课开始和结束的时刻,这两个时刻之间相隔45分钟,就是上课所经历的时间。

2. 时刻:指的是某一瞬时,在时间轴上用一确定的点表示,如从北京开往天津的某次列车,每天14时15分开车,指的就是时刻。

3. 通常所说的“时间”有两种不同的含义,例如上午什么时候开始上课?在这句话中“时间”的含义是“时刻”,是指开始上课的那一瞬间;又如一节课多长时间?在这句话中的“时间”的含义是“时间间隔”,是指从开始上课到下课的那一段时间间隔,时间间隔与时刻的关系是

时间间隔=终止时刻-开始时刻

总之,在时间轴上,每一点表示一个时刻,每两点间线段的长度表示一段时间间隔,时刻与位置相对应,时间间隔与位移或路程相对应。

### 三、位移与路程

位移是矢量,大小是质点的末位置和初始位置间的距离大小,方向由初位置指向末位置。

路程是标量,它是质点运动轨迹的长短。

如图1-1-1所示,物体由A点出发,经弧AB到达B点,则物体的位移大小为AB线段长,方向由初始位置A指向末位置B,路程是弧AB的长度。



图 1-1-1

#### 1. 位移的表示方法

位移和力一样都是矢量,所以位移的表示方法和力的表示方法也一样,是用一根带箭头的线段来表示的。箭头表示位移的方向,线段的长度表示位移的大小,如图1-1-2所示。

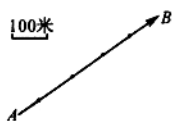


图 1-1-2

#### 2. 位移的方向

在这里应该特别注意的是位移的方向不一定是质点的运动方向。例如作竖直上抛物体,当物体由最高点返回向下运动,且位于抛出点之上时,位移的方向向上,而质点此时的运动方向是向下的。

#### 3. 位移和路程的差别

若你家在A点,学校在B点,从你家到学校有几条路可走。今天你走第一条路,路程为 $s_1$ ,明天你走第二条路,路程是 $s_2$ ,等等,但不论你走哪一条路,你从家到学校的位移是确定的,即A点到B点的距离和方向是确定的。

只有当物体沿直线运动,且运动的方向始终不变时,通过的路程才等于位移的大小。

### 四、速度与速率

高中物理中是这样定义速度的概念的:在匀速直线运动中,位移跟时间的比值,叫做匀速直线运动的速度,是描述运动快慢的物理量。

通常把速度的大小叫做速率。

#### 1. 速度是矢量,速率是标量

和力、位移一样,速度是既有大小又有方向的物理量。

若有两辆汽车,一辆沿直线向东行驶,一辆沿直线向西行驶,若它们的速度大小相同,都为100m/s。若规定向东为正方向,则它们的速度 $v_1$ 和 $v_2$ 分别为

$$v_1 = 100\text{m/s}, \quad v_2 = -100\text{m/s}$$

但速率是标量,它只指速度的大小,上述两辆汽车的速率是相同的,都是100m/s。

#### 2. 速度相等、速度恒定的概念

所谓两个物体的速度相等是指两个物体的速率相同,且运动方向一样。

#### 3. 速度的单位

速度的单位在国际单位制中是米/秒,读作米每秒,国际符号是m/s。常用的单位还有:千米/时,厘米/秒等。

速率的单位和速度的单位相同。

#### 4. 运动方向概念

所谓“运动方向”就是指物体在某时刻或某位置的速度方向。

#### 5. 平均速度,平均速率与瞬时速度

(1)平均速度:在变速直线运动中,物体在某段时间内的位移跟发生这段位移所用时间的比值,叫做这段时间内的平均速度 $\bar{v} = \frac{s}{t}$ 。

平均速度与一段时间或一段位移相对应,故说平均速度时,必须指明是哪段时间或哪段位移内的平均速度。

平均速度是矢量,其大小粗略反映了物体运动的快慢,其方向与位移的方向相同。

(2)平均速率:路程和时间的比值叫平均速率。是标量,其大小一般不等于平均速度的大小,只在单方向直线运动中,两者才相等。

(3)瞬时速度:运动物体在某一时刻(或某一位置)的速度叫瞬时速度。其大小叫瞬时速率。

瞬时速度与一个时刻或一个位置相对应,故说瞬时速度时必须指明是哪个时刻或通过哪个位置,瞬时速度,瞬时速度精确反映了物体的运动快慢。

### 五、加速度

物体在一条直线上运动,如果在相等的时间内速度变化相等,这种运动叫匀变速直线运动。在匀变速直线运动中,速度的变化和所用时间的比值,叫做匀变速直线运动的加速度。

#### 1. 加速度的物理意义

由上述加速度的概念可知加速度的定义式为 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ ,

式中, $\Delta v$ 表示速度的变化,若用 $v_0$ 表示物体开始时刻的速度(初速度),用 $v_t$ 表示经过一段时间 $\Delta t$ 的速度(末速度),则速度变化表达式为 $\Delta v = v_t - v_0$ 。

加速度是用来描述速度变化快慢的物理量,在数值上

等于单位时间内速度的变化。

### 2. 加速度的单位

加速度的单位是由时间单位和速度单位确定的。在国际单位制中,时间单位是秒,速度单位是米/秒,加速度单位是米/秒<sup>2</sup>,读作米每平方秒。国际符号是 m/s<sup>2</sup>。

如果速度的单位用厘米/秒时,加速度的单位就是厘米/秒<sup>2</sup>。

### 3. 加速度的矢量性

从现象上判断,加速度的大小由  $\Delta v$  和  $\Delta t$  两个因素共同决定(即  $a = \Delta v / \Delta t$ ),而与速度大小无关;从本质上判断,它也是由两个因素即力  $F$  和质量  $m$  决定的。

既然  $\Delta v$  和  $F$  是矢量,加速度也是矢量,即加速度不但有大小,而且有方向。从现象上判断, $a$  的方向与  $\Delta v$  的方向一致;质点做加速直线运动时,加速度方向与质点运动方向一致;质点做减速直线运动时,加速度的方向与质点的运动方向相反。

### 4. 加速度的符号

加速度为正值,表示加速度方向与规定的正方向一致;加速度为负值,表示加速度方向与规定的正方向相反。

当规定  $v_0$  方向为正方向时,加速度正值表示质点作加速直线运动;加速度为负值,表示质点作减速直线运动。可见,加速度的符号是以正方向的规定为前提的,而不是以质点运动性质为前提。

## 范例剖析

【例 1】关于速度与加速度的关系,下列说法中正确的是 ( )

- A. 物体的速度改变量越大,加速度越大
- B. 物体在单位时间内速度变化越大,加速度越大
- C. 物体的速度大,加速度也大
- D. 物体速度为零,加速度也为零

【分析与解答】速度是描述物体运动快慢的物理量,是位移与时间的比值。加速度是描述物体速度变化快慢的物理量,是速度变化量与时间的比值。加速度与速度无关,即速度大时加速度可能大也可能小;速度为零时,加速度可能为零也可能不为零。所以选 B。

【解后语】1. 本题的关键是对  $v$ 、 $\Delta v$ 、 $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 、 $a$  等物理量的区别和联系有正确的理解。

2. 具体运动模型的熟练掌握对这类概念题的正确解答也有很大的帮助。

【拓展训练】试判断以下情况是否可能。(1)物体的加速度大小不变而速度的大小也不变。(2)物体的加速度大小不断变化,而速度的大小保持不变。

【分析与解答】(1)可能,如匀速圆周运动,(2)可能,如带电粒子在非匀强磁场运动。

【例 2】太阳从东边升起,西边落下,是地球上的自然

现象,但在某些条件下,在纬度较高地区上空飞行的飞机上,旅客可以看到太阳从西边升起的奇妙现象,这些条件是 ( )

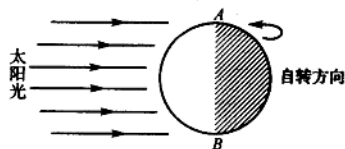


图 1-1-3

A. 时间必须是在清晨,飞机正在由东向西飞行,飞机的速度必须较大

B. 时间必须是在清晨,飞机正在由西向东飞行,飞机的速度必须较大

C. 时间必须是在傍晚,飞机正在由东向西飞行,飞机的速率必须较大

D. 时间必须是在傍晚,飞机正在由西向东飞行,飞机的速率不能太大

【分析与解答】选 C,如图 1-1-3 所示太阳光照射在地球上,地球左半球为白天,右半球为黑夜,地球自西向东转(见箭头方向),A 点表示清晨,B 点表示傍晚。在 A 点向东或向西,在 B 点向东飞行均不能看到“太阳从西边升起”的奇妙现象,只有在 B 点向西飞行(即追赶快落山的太阳)能满足题意。

【解后语】本题考查的是学生理解、分析实际问题的能力,解答的关键是能否构建正确的物理模型,形成正确的物理图景。明确地球自转方向,看到太阳从西边升起奇妙现象是以飞机为参照物,看到太阳向西运行,要求飞机速率必须较大,要大于地球表面的自转线速度。

【例 3】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  $v_1$  做匀速运动,后一半时间内以速度  $v_2$  做匀速运动;乙车在前一半路程中以速度  $v_1$  做匀速运动,后一半路程中以速度  $v_2$  做匀速运动,则 ( )

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

【分析与解答】设甲、乙两车从某地到目的地距离为  $s$ ,则对甲车有  $s = (v_1 + v_2) \frac{t_{\text{甲}}}{2}$ ,即  $t_{\text{甲}} = 2s / (v_1 + v_2)$ ;对乙车有  $t_{\text{乙}} = \frac{s}{2v_1} + \frac{s}{2v_2}$ ,所以  $\frac{t_{\text{甲}}}{t_{\text{乙}}} = \frac{4v_1v_2}{(v_1 + v_2)^2}$ 。由数学知识  $(v_1 + v_2)^2 > 4v_1v_2$  知:  $\frac{t_{\text{甲}}}{t_{\text{乙}}} < 1$ ,即  $t_{\text{甲}} < t_{\text{乙}}$ 。所以选 A。

【解后语】要求是比较甲、乙两车所用时间的长短,在位移相同条件下就是比较全过程的平均速度,应抓住平均速度的定义找出甲、乙所用时间的表达式,写出两个时间的比值表达式,然后用数学知识判断其大小,要注意发挥数学知识在物理学习中的作用。

【拓展训练】第四次提速后,出现了“星级列车”,从

其中的 T14 次列车时刻表可知,列车在蚌埠至济南区间段运行过程中的平均速率为 103.66 km/h.

T14 次列车时刻表

| 停靠站 | 到达时刻  | 开车时刻  | 里程(km) |
|-----|-------|-------|--------|
| 上海  | ...   | 18:00 | 0      |
| 蚌埠  | 22:26 | 22:34 | 484    |
| 济南  | 03:13 | 03:21 | 966    |
| 北京  | 08:00 | ...   | 1463   |

【分析与解答】 运动路程  $s=966\text{km}-484\text{km}$ , 运动时

间  $t=4.65\text{h}$ , 则平均速度  $\bar{v}=\frac{s}{t}=\frac{482\text{km}}{4.65\text{h}}=103.66\text{km/h}$ .

【例 4】 一辆实验小车可沿水平地面(图中纸面)上的长直轨道匀速向右运动.有一台发出细光束的激光器装在小转台 M 上,到轨道的距离  $MN=d=10\text{m}$ ,如图 1-1-4 所示.转台匀速转动,使激光束在水平面内扫描,扫描一周的时间为  $T=60\text{s}$ ,光速转动方向如图中箭头所示.当光束与  $MN$  的夹角为  $45^\circ$  时,光束正好射到小车上.如果再经过  $\Delta t=2.5\text{s}$ ,光束又射到小车上,则小车的速度为多少?(结果保留两位数字)

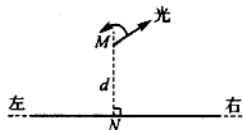


图 1-1-4

【解析】 如图 1-1-5 所示,有两种可能:

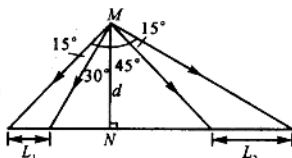


图 1-1-5

(1) 光束照射小车时,小车正在接近 N 点,  $\Delta t$  内光束与

$MN$  的夹角从  $45^\circ$  变为  $30^\circ$ , 小车走过  $L_1$ , 速度应为  $v_1=\frac{L_1}{\Delta t}$ .

由图可知  $L_1=d(\tan 45^\circ-\tan 30^\circ)$

由以上两式代入数值得  $v_1=1.7\text{m/s}$ .

(2) 光束照射到小车时,小车正在远离 N 点,  $\Delta t$  内光束与

$MN$  的夹角从  $45^\circ$  变为  $60^\circ$ , 小车走过  $L_2$ , 速度为  $v_2=\frac{L_2}{\Delta t}$ .

由图可知  $L_2=d(\tan 60^\circ-\tan 45^\circ)$ ,

由以上两式代入数值得  $v_2=2.9\text{m/s}$ .

综上所述,小车的速度为  $1.7\text{m/s}$  或  $2.9\text{m/s}$ .

【解后语】 1. 本题考查的是同学的审题能力、发散思维能力及计算能力.设想“光线与  $MN$  的夹角  $45^\circ$  时,光线正好射到小车上”的情况有两种可能是解题的关键.

2. 请同学讨论,激光束与水平面的交点沿水平面做什

么运动?

### 基础训练

1. 公路上向左匀速行驶的汽车如图 1-1-6 所示,经过一颗果树附近时,恰有一颗果子从上面自由落下,下图是其运动的轨迹.则地面上的观察者看到的运动轨迹是\_\_\_\_\_,车中人以车为参考系看到的果子的运动轨迹是\_\_\_\_\_。(不计阻力)

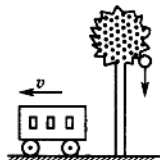


图 1-1-6

2. 下列所描述的运动,可能的有 ( )

- A. 速度变化很大,加速度很小
- B. 速度变化方向为正,加速度方向为负
- C. 速度变化越来越快,加速度越来越小
- D. 速度越来越大,加速度越来越小

3. 下述说法中正确的是 ( )

- A. 速度不变的运动是匀速直线运动
- B. 加速度不变的运动是匀变速直线运动
- C. 加速度越来越小且最终能减到零的加速直线运动

一定有最大速度

D. 质点在连续相等时间内相邻两段位移差相等,该质点的运动一定是匀变速直线运动

4. 物体在一段路程上作直线运动,前半段路程中,运动的速度  $v_1=5\text{m/s}$ ,后半段路程中速度  $v_2=3\text{m/s}$ . 这个物体在全程的平均速度为 ( )

- A.  $3.75\text{m/s}$
- B.  $2.75\text{m/s}$
- C.  $4.75\text{m/s}$
- D.  $4\text{m/s}$

5. 一质点在  $x$  轴上运动,初速度  $v>0$ ,加速度  $a>0$ ,当  $a$  开始减小,则该质点 ( )

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

6. 物体沿一直线运动,下面说法正确的是 ( )

- A. 物体在第一秒末的速度是  $5\text{m/s}$ ,则物体在第一秒内的位移一定是  $5\text{m}$
- B. 物体在第一秒内的平均速度是  $5\text{m/s}$ ,则物体在第一秒内的位移一定是  $5\text{m}$
- C. 物体在某段时间内的平均速度是  $5\text{m/s}$ ,则物体在每一秒内的位移都是  $5\text{m}$
- D. 物体在某段位移内的平均速度是  $5\text{m/s}$ ,则物体在经过这段位移一半时的速度一定是  $5\text{m/s}$

### 能力训练

1. 一物体沿某一方向做直线运动, 下列说法中正确的是 ( )

- A. 位移越大, 物体运动速度就越大
  - B. 单位时间内物体通过的位移越大, 速度越大
  - C. 速度是路程和通过这段路程所需时间的比值
  - D. 速度大小等于位移  $s$  跟所用时间  $t$  的比值
2. 关于同步卫星的运动, 下列说法中正确的是 ( )
- A. 以地面卫星接收站为参考系, 卫星是静止的
  - B. 以太阳为参考系, 卫星是运动的
  - C. 以地面卫星接收站为参考系, 卫星的轨迹是圆周
  - D. 以太阳为参考系, 卫星的轨迹是圆周
3. 物体运动时, 若其加速度恒定, 则物体 ( )
- A. 一定做匀速直线运动
  - B. 一定作直线运动
  - C. 可能做曲线运动
  - D. 可能做圆周运动

4. 物体从 A 点到 B 点沿直线运动, 已知初速度为零。从 A 到中间某一点 C 的加速度为  $a_1$ , 方向与运动方向相同; 从 C 到 B 的加速度大小为  $a_2$ , 方向与运动方向相反, 到达 B 点时速度恰好为零, 设  $AB=L$ , 则下列说法中正确的是 ( )

- A. 从 A 到 B 的平均速度  $\bar{v} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{a_1 a_2 L}{a_1 + a_2}}$
- B. 通过 C 点时的瞬时速度  $v_C = \sqrt{\frac{2 a_1 a_2 L}{a_1 + a_2}}$
- C.  $AC : CB = a_2 : a_1$
- D. 若通过 AC 段和 CB 段所用的时间为  $t_1$  和  $t_2$ , 则  $t_1 : t_2 = a_2 : a_1$

5. 某测量员是这样利用回声测距离的, 他站在两平行峭壁间某一位置鸣枪, 经过 1.00s 第一次听到回声, 又经过 0.50s 再次听到回声, 已知声速为 340m/s, 则两峭壁间的距离为 \_\_\_\_\_ m。

6. 如图 1-1-7 所示, 船身长 5m, 一人从船头走到船尾, 船向前移动了 2m, 若以河岸为参考系, 这个人在这段时间内通过的路程为 \_\_\_\_\_ m, 发生的位移为 \_\_\_\_\_ m。

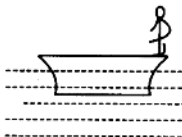


图 1-1-7

7. 如图 1-1-8 所示, 一质点沿半径为  $r=20\text{cm}$  的圆周, 自 A 点出发逆时针方向经过  $\frac{3}{4}$  圆周到达 B 点, 求质点的位移和路程。

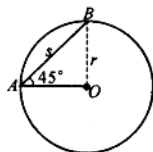


图 1-1-8

8. 一列长  $l$  的队伍, 行进速度为  $v$ , 通讯员从队伍尾以速度  $u$  赶到排头, 又立即以速度  $u$  返回队尾, 求在这段时间里队伍前进的距离。

9. 如图 1-1-9 所示, 图 A 是平直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脉冲信号, 根据发出和接收的信号间的时间差, 测出被测物体的速度, 图 B 中  $P_1, P_2$  是测速仪发出的超声波信号,  $n_1, n_2$  分别是  $P_1, P_2$  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 \_\_\_\_\_ m/s。

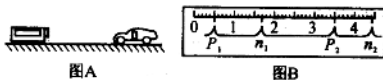


图 1-1-9

## 第二节 匀变速直线运动的规律及其应用

### 基础扫描

#### 一、匀变速直线运动的基本规律

1. 特点: 加速度大小和方向都不随时间的变化而变化, 即  $a$  等于恒量, 且加速度与速度在同一直线上, 当两者同向时做匀加速直线运动, 两者反向时做匀减速直线运动。

#### 2. 基本公式

$$v_t = v_0 + at \quad (1)$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad (2)$$

$$v_t^2 - v_0^2 = 2as \quad (3)$$

$$s = \bar{v}t = \frac{v_0 + v_t}{2}t \quad (4)$$

说明: (一) 公式①~④中, 只有两个是独立的, 四个公式中都含有五个物理量, 两个独立方程只能求出两个未知量, 所以应用上述公式解题时, 需要知道三个物理量才有解。(二) 上述公式中,  $v_0$ 、 $v_t$ 、 $a$ 、 $s$  均是矢量, 应用时要规定正方向, 凡与正方向相同者取正值, 相反者取负值; 所求矢量为正值者, 表示其方向与正方向相同, 为负值者, 表示其方向与正方向相反, 通常将初速度  $v_0$  的方向选作正方向。(三) 以上四个公式给出了匀变速直线运动的普遍规律, 一切匀变速直线运动的差异就在于它们的初速度  $v_0$ 、 $a$  不完全相同。如  $a=0$  时, 为匀速直线运动; 以  $v_0$  的方向为正方向, 当  $a>0$  时, 为匀加速直线运动; 当  $a<0$  时, 为匀减速直线运动。

#### 3. 一些重要推论

(1) 做匀变速直线运动的物体, 在某段时间内的平均速度, 即  $\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$ 。

(2) 做匀变速直线运动的物体, 在相邻的相等时间间隔  $T$  内的位移的差是一个恒量, 即  $\Delta s = s_{n+1} - s_n = aT^2$ 。

(3) 做匀变速直线运动的物体, 在某段位移中点的瞬时速度, 等于初速度  $v_0$  和末速度  $v_t$  的平方和的一半的平方根, 即  $v_{\frac{s}{2}} = \sqrt{\frac{v_0^2 + v_t^2}{2}}$ 。

(4) 初速度为零的匀加速直线运动, 除了具备上述特点外, 还有下列几个特点: (设  $T$  为等分时间间隔)

①  $1T$  末、 $2T$  末、 $3T$  末、 $\dots$ 、 $nT$  末的瞬时速度比为  $v_1 : v_2 : v_3 : \dots : v_n = 1 : 2 : 3 : \dots : n$ ;

②  $1T$  内、 $2T$  内、 $3T$  内、 $\dots$ 、 $nT$  内位移之比为  $s_1 : s_2 : s_3 : \dots : s_n = 1^2 : 2^2 : 3^2 : \dots : n^2$ ;

③ 第一个  $T$  内、第二个  $T$  内、第三个  $T$  内、 $\dots$ 、第  $n$  个  $T$  内位移之比为

$$s_1 : s_2 : s_3 : \dots : s_n = 1 : 3 : 5 : \dots : (2n-1);$$

④ 从静止开始, 通过连续相等的位移所用时间之比为  $t_1 : t_2 : t_3 : \dots : t_n = 1 : (\sqrt{2}-1) : (\sqrt{3}-\sqrt{2}) : \dots : (\sqrt{n}-\sqrt{n-1})$ 。

#### 4. 解题的基本思路

审题  $\rightarrow$  画出草图  $\rightarrow$  判断运动性质  $\rightarrow$  选取正方向 (或建立坐标轴)  $\rightarrow$  选用公式列出方程  $\rightarrow$  求解方程, 必要时对结果进行讨论。

#### 二、匀变速直线运动的两个特例

##### 1. 自由落体运动

(1) 物体只在重力作用下, 由静止开始下落的运动叫做自由落体运动。

(2) 重力加速度 (自由落体加速度)

① 在地球上的同一地点, 一切物体在自由落体运动中的加速度相同。

② 重力加速度的方向竖直向下。

③ 重力加速度的大小跟地理位置有关, 在地面上从赤道向两极移动时, 重力加速度的值逐渐增大。通常计算中取  $g=9.8\text{m/s}^2$ , 有时取  $g=10\text{m/s}^2$ 。

(3) 自由落体运动的特点, 初速度为零, 加速度为  $g$ 。

(4) 自由落体运动的规律。

$$v_t = gt, h = \frac{1}{2}gt^2, v_t^2 = 2gh$$

##### 2. 竖直上抛运动

(1) 将物体以某一初速度沿着竖直方向向上抛出后, 只受重力作用, 物体所做的运动叫做竖直上抛运动。

(2) 处理竖直上抛运动的方法及其规律。

① 竖直上抛运动可分为上升过程和下落过程, 上升过程是匀减速直线运动, 下落过程是自由落体运动。

$$\text{上升过程 } v_t = v_0 - gt, h = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2, v_t^2 = v_0^2 - 2gh.$$

$$\text{下落过程 } v_t = gt, h = \frac{1}{2}gt^2, v_t^2 = 2gh.$$

② 从上升和下落的全过程看, 重力加速度方向始终竖直向下, 数值恒定, 且与初速度方向相反, 因而竖直上抛运动可看成是匀减速直线运动, 遵循的规律为

$$v_t = v_0 - gt \quad (1)$$

$$h = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (2)$$

$$v_t^2 = v_0^2 - 2gh \quad (3)$$

在应用公式①②③分析和解答问题时, 要特别注意  $v_0$ 、 $v_t$ 、 $g$ 、 $h$  等矢量的正负号的取舍, 通常选取向上为正方向,  $v_0$  总是正值; 上升过程  $v_t$  为正值, 下落过程  $v_t$  为负值;



物体在抛出点以下时,  $h$  取负值。

(3) 竖直上抛运动的上升过程和下落过程具有对称性。

① 速度对称 上升和下落经过同一位置时的速度大小相等、方向相反。

② 时间对称 经过同一段高度的上升时间和下落时间相等。注意, 速度对称, 时间对称也可用机械能守恒得到证明。

### 范例剖析

【例1】一辆汽车从  $O$  点由静止出发沿  $x$  轴做直线运动, 为研究汽车运动规律而记录了它在各个时刻的位置和速度, 见下表(计时仪器的精度为  $1s$ )。

|               |   |     |   |     |   |    |    |    |
|---------------|---|-----|---|-----|---|----|----|----|
| 时刻 $t(s)$     | 0 | 1   | 2 | 3   | 4 | 5  | 6  | 7  |
| 位置坐标 $s(m)$   | 0 | 0.5 | 2 | 4.5 | 8 | 12 | 16 | 20 |
| 瞬时速度 $v(m/s)$ | 0 | 1   | 2 | 3   | 4 | 4  | 4  | 4  |

(1) 判断汽车在所观察时间的运动性质是\_\_\_\_\_。

(2) 汽车在前  $4s$  内的加速度大小是\_\_\_\_\_  $m/s^2$ 。

(3) 汽车在前  $3.5s$  末的瞬时速度是\_\_\_\_\_  $m/s$ 。

(4) 汽车在  $8s$  末的瞬时速度是\_\_\_\_\_。

【分析与解答】首先要明确时刻和时间的区别, 如第  $3s$  末是指时刻, 第  $3s$  是第  $3$  个  $1s$  时间段的时间, 位置与时刻对应的坐标, 如第  $3s$  末汽车的位置在距坐标原点  $4.5m$  处; 位移是对时间而言的一段有方向的距离, 如前  $3s$  (时间为  $3s$ ) 内汽车的位移的大小为  $4.5m$ , 瞬时速度是对时刻或位置而言的, 如汽车在第  $3s$  末或汽车距原点  $4.5m$  的位置的瞬时速度为  $3m/s$ , 它精确地描述了汽车运动的快慢程度。

(1) 分析表中记录数据

方法 1: 汽车在前  $4s$  相等时间 ( $1s$ ) 里速度的变化都相等 (都增加  $1m/s$ ); 而在第  $4s$  末至第  $7s$  末这段时间速度未发生变化。

方法 2: 汽车在前  $1s$ 、前  $2s$ 、前  $3s$ 、前  $4s$  内位移之比  $s_1 : s_2 : s_3 : s_4 = 0.5 : 2 : 4.5 : 8 = 1^2 : 2^2 : 3^2 : 4^2$ ; 汽车在第  $4s$  末至第  $7s$  末这段时间里, 每  $1s$  通过的位移都相等 (都是  $4m$ )。

方法 3: 在前  $4s$  内, 从第  $1$  个时间间隔 ( $1s$ ) 内, 连续各相等时间间隔 ( $1s$ ) 内, 汽车通过的位移之比  $s_1 : s_2 : s_3 : s_4 = 1 : 3 : 5 : 7$ 。

方法 4: 在前  $4s$  内, 汽车在连续相等的时间间隔 ( $1s$ ) 内位移差都相等, 即

$$s_2 - s_1 = s_3 - s_2 = s_4 - s_3 = 1(m).$$

所以, 汽车在前  $4s$  内做初速度为零的匀加速直线运动, 而在第  $4s$  末至第  $7s$  末这段时间内, 汽车做匀速直线运动。

$$(2) \text{ 前 } 4s \text{ 内加速度大小 } a = \frac{v_4 - v_0}{t} = \frac{4 - 0}{4} = 1(m/s^2).$$

$$(3) \text{ 前 } 3.5s \text{ 末的瞬时速度 } v_t = v_0 + at = 0 + 1 \times 3.5 = 3.5(m/s).$$

(4) 因只观察和记录了汽车在前  $7s$  的运动情况, 而在

$7s$  末以后的运动情况无法知道, 也就无法确定第  $8s$  末的瞬时速度。

【解后语】 本题从分析实验所得记录数据入手, 运用所学运动学的规律, 判断物体运动性质, 在确定运动性质后, 又根据该运动应遵循的规律求得所需要的某些数据, 是一道实践性和综合性较强的题。本题也隐含了研究科学 (包括物理学) 的方法: 实验  $\rightarrow$  理论  $\rightarrow$  再实验。

【例2】如图 1-2-1 所示, 三块完全相同的木块固定在地板上, 一初速为  $v_0$  的子弹水平射穿第三块木板后速度恰好为零。设木板对子弹的阻力不随子弹的速度而变化, 求子弹分别通过三块木板的时间之比。

【分析与解答】 本例

题表面上只给出两个物理量, 即  $v_0$  和  $v_t = 0$ 。知道子弹在木板中做匀减速直线运动, 但不知道加速度  $a$  的值; 知道板厚相同, 但不知道厚度  $d$  的值, 本例若用基本公式和推论公式求解相当繁冗, 若用等分位移逆推法和逆向思维方法求解, 则非常简洁。将本例所述的物理过程倒过来看, 就是初速度为零的子弹从第三块木板右端向左做匀加速直线运动, 出第一块木板的左端时速度为  $v_0$ , 设子弹分别穿过三块木板的时间为  $t_3 : t_2 : t_1$ , 则有

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

所以本题的解为  $t_1 : t_2 : t_3 = (\sqrt{3} - \sqrt{2}) : (\sqrt{2} - 1) : 1$

【解后语】 逆向思维是物理学习中常用而重要的思维方式。准确地分析物理过程, 深刻理解运动规律是逆向思维的基础。

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

所以本题的解为  $t_1 : t_2 : t_3 = (\sqrt{3} - \sqrt{2}) : (\sqrt{2} - 1) : 1$

【解后语】 逆向思维是物理学习中常用而重要的思维方式。准确地分析物理过程, 深刻理解运动规律是逆向思维的基础。

【例3】一质点由  $A$  点出发沿直线  $AB$  运动, 行程的第一部分是加速度为  $a_1$  的匀加速运动, 接着做加速度为  $a_2$  的匀减速运动, 到达  $B$  点时恰好速度减为零。若  $AB$  间总长度为  $s$ , 试求质点从  $A$  到  $B$  所用的时间  $t$ 。

【分析与解答】 由于质点始、末速度都是零。所以质点在前半程和后半程的平均速度以及全程的平均速度都等于前后两种运动转折时速度的  $\frac{1}{2}$ 。若设运动转折时速度为  $v$ , 则前半程加速度时间  $t_1 = \frac{v}{a_1}$ , 后半程减速时间  $t_2 = \frac{v}{a_2}$ , 全程经历时间为:

$$t = t_1 + t_2 = \frac{(a_1 + a_2)v}{a_1 \cdot a_2}, \quad (1)$$

又全程经历时间可表示为:

$$t = \frac{s}{v/2} = \frac{2s}{v}, \quad (2)$$

$$\text{解①②即得 } t = \sqrt{\frac{2(a_1 + a_2)s}{a_1 a_2}}.$$

【解后语】 对于多阶段运动, 要注意寻找各段运动间联系。如前一阶段的末速度, 就是后一阶段的初速度。特

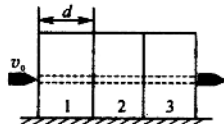


图 1-2-1

别该题中分析出前后阶段的平均速度和全程平均速度相等,就找到了问题的契机,从而简化了求解过程。当然,本題也可用图像法求解。

**【拓展训练】** 汽车从静止开始做匀加速直线运动,途中经过两根相距 50m 的电线杆,所用时间为 5s,汽车经过第二根电线杆时速度为 15m/s,求汽车运动的加速度和经过第一根电线杆时的速度各是多大?

**【解】** 汽车做匀加速直线运动的情境示意图如图所示。

研究从 O 点出发到第 1 根电线杆的运动过程,只有已知量  $v_0=0$ ;研究从 O 点出发到第 2 根电线杆的运动过程,只有已知量  $v_0=0$ ,  $v_2=15\text{m/s}$ ,都不能用运动学公式求得结果,若研究从第 1 根电线杆到第 2 根电线杆的运动过程,已知量有  $v_1=15\text{m/s}$ ,  $s=50\text{m}$ ,  $t=5\text{s}$ ,可应用三个基本公式求  $v_1$  和  $a$ 。

汽车从第 1 根电线杆到第 2 根电线杆的运动过程,根据匀变速直线运动的规律有

$$v_2 = v_1 + at, \quad (1)$$

$$s = v_1 t + \frac{1}{2} at^2, \quad (2)$$

联立①②消去  $v_1$  得

$$a = \frac{2(v_2 t - s)}{t^2} = \frac{2(15 \times 5 - 50)}{5^2} = 2(\text{m/s}^2),$$

$$v_1 = v_2 - at = 15 - 2 \times 5 = 5(\text{m/s}).$$

**【例 4】** 一个气球以 4m/s 的速度竖直上升,气球下面系着一个重物,当气球上升到下面的重物离地面 217m 时,系重物的绳断了,问这时起,重物经过多长时间落到地面?重物落地时速度多大?(取  $g=10\text{m/s}^2$ )

**【解析】** 绳未断时,重物随气球以 4m/s 的速度匀速上升,绳断后,由于惯性,物体将在离地面 217m 处,以初速度  $v=4\text{m/s}$  作竖直上抛运动。

解法一:分段法。

上升阶段物体做匀减速运动,上升的最大高度  $h_1 = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{4^2}{2 \times 10} = 0.8(\text{m})$ ;

$$\text{上升到最高点时间 } t_1 = \frac{v_0}{g} = \frac{4}{10} = 0.4(\text{s});$$

$$\text{下降阶段物体做自由落体运动 } (h_1 + h) = \frac{1}{2} g t_2^2;$$

$$\therefore t_2 = \sqrt{\frac{2(h_1 + h)}{g}} = \sqrt{\frac{2(217 + 0.8)}{10}} = 6.6(\text{s});$$

$$\text{故从绳断开始到重物落地历时 } t = t_1 + t_2 = 7(\text{s});$$

$$\text{重物落地时的速度 } v = g t_2 = 10 \times 6.6 = 66(\text{m/s}).$$

解法二:整体法以抛出点为坐标原点,取向上为正方向。

$$\text{因 } h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2, \text{ 此处 } h = -217\text{m},$$

$$\therefore -217 = 4t - \frac{1}{2} \times 10 t^2,$$

$$\text{解得 } t_1 = 7\text{s}, t_2 = -6.2\text{s} (\text{不合题意,舍去}).$$

又  $v_t = v_0 - g t = 4 - 10 \times 7 = -66(\text{m/s})$ 。“-”表示着地速度方向竖直向下。

**【解后语】** 分析解答竖直上抛问题时,既可采用分段法,也可采用整体法,分段法物理过程清晰,但解题步骤较多;整体法是直接把已知量代入公式,但必须注意  $h$ 、 $v_t$  的正负号的意义及其取舍。

**【例 6】** 羚羊从静止开始奔跑,经过 50m 的距离能加速到最大速度 25m/s,并能维持一段较长的时间,猎豹从静止开始奔跑经过 60m 的距离能加速到最大速度 30m/s,以后只能维持这一速度运动 4s。设猎豹距离羚羊  $x\text{m}$  时开始攻击,羚羊则在猎豹开始攻击后 1s 才开始逃跑,假定羚羊和猎豹在加速阶段分别做匀加速运动,且自始至终它们都沿同一直线奔跑,求:

(1) 猎豹要在从最大速度减速前追到羚羊,  $x$  值应在什么范围内?

(2) 猎豹要在加速阶段追上羚羊,  $x$  值应在什么范围?

**【分析与解答】** (1)  $x$  的最大值对应的状态应该是猎豹以 30m/s 速度已跑了 4s,此时抓住羚羊,  $x$  是猎豹、羚羊位移差,猎豹加速时间  $t_1 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{60}{30/2} = 4(\text{s})$ ,羚羊加速时间  $t_2 =$

$\frac{s_2}{v_2} = 4(\text{s})$ 。对应于  $x$  的最大值,猎豹一共跑了 8s,羚羊一共跑了 7s,故  $x_{\max} = s_{\text{豹}} - s_{\text{羊}} = (60 + 30 \times 4) - (50 + 25 \times 3) = 55(\text{m})$ 。(2)  $x$  的最大值对应的状态是猎豹的速度刚达 30m/s 时,追上了羚羊,由(1)知,  $s_{\text{豹}} = 60\text{m}$ ,  $t_{\text{豹}} = 4\text{s}$ ,而此时羚羊只跑了 3s,设羚羊的加速度为  $a$ ,根据公式  $2as = v_1^2 - v_0^2$ ,得  $a = \frac{625}{2 \times 50} = 6.25(\text{m/s}^2)$ ,所以,  $s_{\text{羊}} = \frac{1}{2} a \cdot t_{\text{羊}}^2 = \frac{1}{2} \times 6.25 \times 9 = 28.125(\text{m})$ 。

$$\text{故 } x'_{\max} = s_{\text{豹}} - s_{\text{羊}} = 31.875(\text{m}).$$

**【解后语】** 1. 画出羚羊与猎豹的运动草图,充分理解两种不同情况下  $x$  的最大值所对应的猎豹的运动状态,这是解决本题的关键。

2. 追及问题是运动学的常见问题,同学应从分析运动过程出发,找出临界条件,挖掘隐含条件,解决方法往往多种多样,在练习时应多体会。

**【拓展训练】** 由于扳道工失误,有两列同样的火车各以 72km/h 的速度在同一条铁路上面对面地向对方驶去,已知这种列车刹车时能产生的最大加速度为  $-0.4\text{m/s}^2$ ,为避免一场车祸的发生,双方司机至少要在两列车相距多远时同时刹车?

**【解】**  $v_0 = 72\text{km/h} = 20\text{m/s}$ ,由  $v_t^2 - v_0^2 = 2as$  得:  $s_{\min} = 2s = 1000\text{m}$ 。

### 基础训练

1.  $a$ 、 $b$  两个物体从同一地点同时出发,沿同一方向做