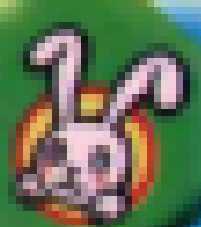


湖南省
新课标高考



湖南省
新课标高考



湖南省
新课标高考



丛书主编 ☆ 易酿

XINKEBIAO GAOKAO

新课标高考

系统集成

第一轮总复习

XI TONG JI CHENG DI YI LUN ZONG FU XI

物理

2010年



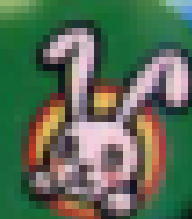
湖南省专版

学生用书

配人教版

南方出版社

湖南省
新课标高考



湖南省
新课标高考



湖南省
新课标高考



责任编辑 张艳辉
封面设计 易 成

湖南省《系统集成—新课标高考第一轮总复习》系列丛书书目

- | | |
|--------------|-----------|
| ◎ 语文【人教版】 | ◎ 化学【人教版】 |
| ◎ 理科数学【人教A版】 | ◎ 生物【人教版】 |
| ◎ 文科数学【人教A版】 | ◎ 政治【人教版】 |
| ◎ 英语【译林版】 | ◎ 历史【人教版】 |
| ◎ 物理【人教版】 | ◎ 地理【湘教版】 |

功能系统 能力集成

审 长沙市教科院

订 长 郡 中 学

者 长沙市一中

单 湖南师大附中

位 雅 礼 中 学

ISBN 978-7-80660-709-1



9 787806 607091 >

本书定价：52.00元

2010年湖南省
新课标高考

2010年湖南省
新课标高考

2010年湖南省
新课标高考

XINKEBIAO GAKAO

新课标高考

系统集成

第一轮总复习

物理

学生用书

配人教版

本册主编：傅广生

本册编委：潘文亮 许克明 夏美泉

娄朝友 聂其观 苏太兵

王银平 王毅 刘常安

卞建安 孙振 唐熙华

肖建军 徐新强 庞云平

本册审定：杨爱吾 戴立军 骆宪武

何宗罗 徐宇明 陈许生

李学民 肖立安

南方出版社

前言



谁能创造性地开发和利用新课程高考优质资源,谁就能抢占新课程高者的制高点!

为了积极应对我省普通高中课程改革后的首届高考,开发占有更多的新课程高考前沿资源,省级项目《普通高中新课程资源开发和利用的研究与实践》课题组近两百名专家,其中既有高中新课标教材参编者、高考命题参与者和研究者,也有来自几十所省级示范性高中学校的学科带头人、包括长沙市四大名校的骨干教师,深入研究了新课程标准和国家考试大纲及先行课改省区新课程高考命题的新变化、新要求和新趋势,针对我省新课程实施实际情况,充分借鉴国内品牌第一轮总复习用书的优点和经验,经过近一年时间的努力,成功推出《系统集成—新课标高考第一轮总复习》系列丛书。

为了力争优质,课题组专家认真分析第一轮总复习全过程中教、学、练、考四个环节的规律特点,精心思考教学过程中课前、课堂、课后三个阶段的实际需要,特别重视影响学习效果的两个最常见困难(一个是知识遗忘,一个是听得懂做不出),全面排查学生在知识理解和运用上的易错陷阱(编写思路为:四环三段二重点一纠错),并在此基础上,系统把握功能配置,科学组织栏目体例,务实设计产品结构。所有的系统考究和心血智慧集成《系统集成—新课标高考第一轮总复习》系列丛书,使丛书具有鲜明的特色:

结构科学实用 每学科均采用“一”拖“三”模式,“一”指教师用书(教案),“三”指学生用书的听课本(学案)、作业本(练案)、活页测试卷(考案)。教师用书全面详实,所有题目均详解详答,能帮助指导教师组织教学。学生听课本含学生自学、课前预习、课堂讲解、课后总结的内容;作业本含每课时作业和滚动训练;测试卷供复习完某部分内容后检测复习效果使用;学生用书附所有题目的简解简答。

功能系统集成 全面系统的探索研究,凝结成11项功能要求,聚集成成本丛书。载体名称及配置要求如下:

载体名称		功能
教师用书(教案)		教师备课指导
学生用书	听课本(学案)	考纲考向导航、学生课前预习、重难点点突破 思路方法提升、常见错误警示、知识网络建构
	作业本(练案)	随堂练习巩固基础,感悟方法 课后练习深化知识,提升能力 滚动训练防止遗忘,温故知新
	活页测试卷(考案)	检测效果,查漏补缺,落实过程,积累成功

系统完备的功能配置,能全方位、多角度、大视野指导第一轮总复习全过程中教学练考四大环节、课前课堂课后三个阶段,科学系统实用。其中常见错误警示和滚动训练是丛书的两大亮点。

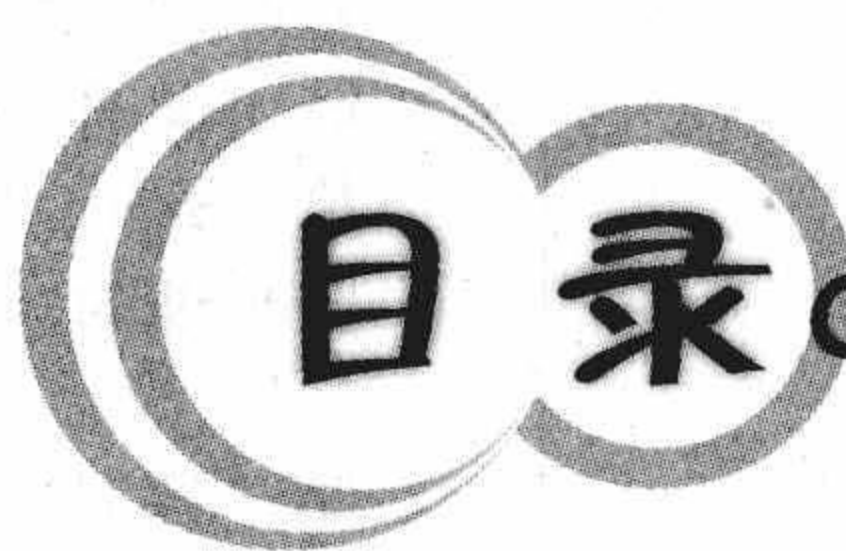
内容紧扣新高考 内容和知识点组织完全依据湖南省高中新课程实施要求。素材选择突出三“新”，一是理念紧扣新课标，二是题型紧贴新教材，三是材料紧跟新时代。在难易程度处理上，立足基础夯实、重在方法培养、突出能力拓展。

科学实用的产品结构、系统完备的功能配置、紧贴新课标直指新高考的内容组织，使丛书具有很强的指导性、针对性和实用性，能全面、有效、优质地指导新课程高考第一轮总复习全过程。

物理学科栏目设置及说明：

- | | |
|----------------|--|
| 考 纲 要 览 | 放入章首，采用列表条目式直观简明地呈现最新考纲考点内容及具体要求，使学生快速洞悉考纲考点及具体要求。 |
| 考 向 预 测 | 放入章首，根据最新《考试大纲》和近几年课改地区高考试题特点，准确预测考点和题型分布，明确备考重点、难点、热点。 |
| 基础知识过关 | 采用填空互动的形式，全面梳理归纳基础知识、基本概念和规律，达到温习知识，夯实基础的目的。 |
| 重点难点例析 | 对各重难知识点做深度剖析。每一重难知识点后精选一经典例题进行详细解析。例题后设置“拓展”训练，变角度、变情景、贴近生活实际设问，使学生能“举一反三、融会贯通”灵活运用所学知识解决实际问题。根据学生对学习物理的普遍困惑“一听就懂，一做就错”，特设置“易错门诊”，准确诊断分析学生的易错点，并开出避免此类错误的良方秘药。 |
| 课堂自主训练 | 紧扣本课时重难知识点设置两道随堂练习，对本课知识达到巩固提升。 |
| 课后创新演练 | 精选习题，注重基础，梯度合理。选材贴近生产生活实际和前沿科技，将基础性、典型性、新颖性和探究性有机结合，使学生在巩固基础的同时，发散思维、开拓视野、陶冶情操。 |
| 知识网络建构 | 放入章末，以网状形式全面、细致、深入地展现本章各知识点之间的联系，让学生对本章内容构建一个系统、全面的知识体系。 |
| 经典方法指导 | 放入章末，归纳本章所用到的经典方法，总结解题技巧。 |
| 高考真题赏析 | 放入章末，通过对新课程高考真题地深度分析，让学生感悟新高考将会怎么考，使其在高考备考中省时、省力、高效。 |
| 高考试题选编 | 精选高考真题，让学生课后自主完成，亲身体会高考，增强信心。 |
| 滚 动 训 练 | 根据遗忘曲线规律，侧重基础，精选题材，合理规划滚动训练章节与题量、题型，不断地将已经复习的内容进行滚动训练，温故知新，避免遗忘。 |

湖南省级课题：《普通高中新课程资源开发和利用的研究与实践》课题组



目录 contents

学生用书

必修 1

第一章 运动的描述 匀变速直线运动的研究

- 第 1 课时 描述运动的物理量 1 作业本 201
- 第 2 课时 匀变速直线运动规律及应用 3 作业本 202
- 第 3 课时 运动图象及应用 5 作业本 203
- 第 4 课时 自由落体运动及抛体运动 7 作业本 204
- 第 5 课时 追及与相遇问题 10 作业本 204
- 第 6 课时 实验:用打点计时器测速度 探究小车速度随时间变化的规律 12 作业本 205
- 第 7 课时 单元综合提升 15

第二章 相互作用

- 第 1 课时 力、重力、弹力 18 作业本 207
- 第 2 课时 摩擦力 21 作业本 207
- 第 3 课时 力的合成与分解 23 作业本 208

第四章 曲线运动 万有引力与航天

- 第 1 课时 曲线运动 质点在平面内的运动 48 作业本 222
- 第 2 课时 抛体运动的规律及其应用 50 作业本 223
- 第 3 课时 描述圆周运动的物理量 匀速圆周运动 52 作业本 223
- 第 4 课时 圆周运动问题及实例分析 54 作业本 224
- 第 5 课时 万有引力定律及其应用 56 作业本 225
- 第 6 课时 人造卫星 宇宙航行 58 作业本 226
- 第 7 课时 实验:探究平抛运动的规律 60 作业本 228
- 第 8 课时 单元综合提升 61 滚动训练 作业本 229

第六章 静电场

- 第 1 课时 库仑定律 电场强度 84 作业本 238
- 第 2 课时 电场能的性质 86 作业本 239
- 第 3 课时 电容器 静电现象的应用 88 作业本 240
- 第 4 课时 带电粒子在电场中的运动 91 作业本 241

- 第 4 课时 受力分析、共点力的平衡 25 作业本 209
- 第 5 课时 实验:探究求合力的方法 28 作业本 211
- 第 6 课时 单元综合提升 30 滚动训练 作业本 212

第三章 牛顿运动定律

- 第 1 课时 牛顿第一定律 牛顿第三定律 33 作业本 214
- 第 2 课时 牛顿第二定律 力学单位制 35 作业本 215
- 第 3 课时 牛顿运动定律的应用 37 作业本 216
- 第 4 课时 超重与失重 整体法和隔离法 40 作业本 217
- 第 5 课时 实验:探究加速度与力、质量的关系 42 作业本 218
- 第 6 课时 单元综合提升 44 滚动训练 作业本 220

必修 2

第五章 机械能守恒定律

- 第 1 课时 追寻守恒量 功 64 作业本 230
- 第 2 课时 功率 66 作业本 230
- 第 3 课时 动能及动能定理 68 作业本 231
- 第 4 课时 重力势能 机械能守恒定律 70 作业本 232
- 第 5 课时 机械能守恒定律的应用 72 作业本 233
- 第 6 课时 功能关系 能量守恒定律 74 作业本 234
- 第 7 课时 实验:探究功与速度的变化关系 77 作业本 235
- 第 8 课时 实验:验证机械能守恒定律 78 作业本 235
- 第 9 课时 单元综合提升 80 滚动训练 作业本 237

选修 3—1

- 第 5 课时 单元综合提升 93 滚动训练 作业本 242

第七章 恒定电流

- 第 1 课时 电动势 欧姆定律 96 作业本 244
- 第 2 课时 串、并联电路 焦耳定律 98 作业本 245
- 第 3 课时 电阻定律 101 作业本 245

第4课时	闭合电路的欧姆定律	104
	作业本	246
第5课时	多用电表 简单的逻辑电路	107
	作业本	247
第6课时	实验:测定电池的电动势和内电阻	109
	作业本	248
第7课时	单元综合提升	112
滚动训练	作业本	250

第八章 磁场

第1课时	磁场及其描述	116	作业本	251
第2课时	磁场对电流的作用	118	作业本	251
第3课时	带电粒子在磁场中的运动	120	作业本	252
第4课时	带电粒子在复合场中的运动	122	作业本	254
第5课时	单元综合提升	125		
滚动训练	作业本	256		

选修3—2

第九章 电磁感应

第1课时	电磁感应现象 楞次定律	128	
	作业本	258	
第2课时	法拉第电磁感应定律	130	
	作业本	259	
第3课时	互感和自感 涡流	133	作业本 260
第4课时	电磁感应定律的应用(一)	134	
	作业本	261	
第5课时	电磁感应定律的应用(二)	136	
	作业本	262	
第6课时	单元综合提升	139	
滚动训练	作业本	263	

第十章 交变电流 传感器

第1课时	交变电流的产生及描述	142
	作业本	265
第2课时	电感和电容对交变电流的影响	145
	作业本	266
第3课时	变压器及电能的输送	146
	作业本	266
第4课时	传感器的工作原理及应用	148
	作业本	267
第5课时	单元综合提升	150
滚动训练	作业本	269

选修3—4 选修3—5

第十一章 振动和波

第1课时	简谐运动	154	作业本	271
第2课时	单摆	155	作业本	272
第3课时	机械波及其图象	157	作业本	273
第4课时	波的反射、折射、干涉、衍射及多普勒效应	159	作业本	274
第5课时	电磁波 相对论简介	161	作业本	275
第6课时	单元综合提升	163		
滚动训练	作业本	276		

第十二章 光

第1课时	光的折射、全反射	166	作业本	278
第2课时	光的干涉、衍射	激光	169	
	作业本	278		
第3课时	波粒二象性	173	作业本	279
第4课时	实验:1. 用双缝干涉测量光的波长			
	2. 测定玻璃的折射率	175		
	作业本	280		

第5课时	单元综合提升	178
滚动训练	作业本	282

第十三章 动量守恒定律

第1课时	动量守恒定律	181	作业本	283
第2课时	动量守恒定律的应用	183		
	作业本	284		
第3课时	碰撞与反冲运动	185	作业本	285
第4课时	动量和能量的综合应用	186		
	作业本	285		
第5课时	实验:探究碰撞中的不变量	189		
	作业本	287		
第6课时	单元综合提升	191		
滚动训练	作业本	288		

第十四章 原子结构 原子核

第1课时	原子结构	194	作业本	289
第2课时	原子核	196	作业本	290
第3课时	单元综合提升	199		
滚动训练	作业本	291		

附活页测试卷及参考答案

测试卷(一)	293
测试卷(二)	297
测试卷(三)	301
测试卷(四)	305
测试卷(五)	309
测试卷(六)	313
测试卷(七)	317
测试卷(八)	321
测试卷(九)	325

测试卷(十)	329
测试卷(十一)	333
测试卷(十二)	337
测试卷(十三)	341
测试卷(十四)	345
测试卷(十五)	349
测试卷(十六)	353
测试卷(十七)	357
参考答案	

必修 1

第一章 运动的描述 匀变速直线运动的研究

考纲要览

内容	要求	说明
参考系、质点	I	
位移、速度、加速度	II	
匀变速直线运动及其公式、图象	II	
实验：研究匀变速直线运动	II	

考向预测

本章研究物体做直线运动的规律，物体的位移、速度、加速度等概念贯穿几乎整个高中物理内容，尽管这几年高考中单纯考运动的题目并不多，但力学问题和力、电、磁综合问题往往渗透了对本章知识点的考查，较多的与牛顿运动定律、机械能、动量和能量、电场、磁场中带电粒子的运动等知识结

合起来命题。高考考查的重点是匀变速直线运动的规律及图象，特别是图象问题频频出现，且要求较高。近年试题的内容与现实生活和生产实际的结合逐步密切，考查学生综合运用知识解决实际问题的能力。

第1课时 描述运动的物理量



基础知识过关

1. 机械运动

叫做机械运动，常简称为运动。是最简单、最基本的运动。

2. 参考系

叫做参考系，也就是的物体，选不同的物体做参考系来观察同一个运动，其结果可能是不同的。研究地面上物体的运动时，通常取做参考系。

3. 质点

叫做质点。质点实际并不存在，是一种科学抽象，使物体运动问题的分析得到简化。这是研究物理问题的一种重要方法。

4. 时间和时刻

(1)时间和时刻都可以在时间轴上表示出来，在时间轴上，每一个点都表示一个，每两点之间的距离表示一段。我们可以理解为时刻就是时间“点”，时间是时间“段”。

(2)时间的计量单位是，在实验室中常

用和来测量时间。

5. 位移是的物理量，符号是，它既有，所以是矢量。路程是，只有大小，没有方向，是。

6. 匀速直线运动：物体在一条直线上运动，如果，这种运动就叫做匀速直线运动。

7. 速度

(1)速度是的物理量，它等于，用公式表示为。

(2)在国际单位制中，速度的单位是。

(3)速度是矢量，既有大小，又有方向，速度的大小在数值上等于，速度的方向跟相同。

8. 平均速度

(1)平均速度表示。

(2)在变速直线运动中，质点的比值，叫做这段时间内的平均速度，用公式表示。 $\bar{v}$ 是矢量，其方向与方向相同。

(3)在变速直线运动中，不同时间(或不同位移)内的平均速度一般是不同的，因此，平均速度必须指明或。

(4)在 $x-t$ 图象上，图线某点的等于该

点所对应时刻的速度。

9. 瞬时速度

瞬时速度能精确地描述做变速直线运动的物体经过某一时刻(或某一位置)时的快慢程度,运动物体经过_____的速度,叫做瞬时速度。瞬时速度的大小叫瞬时速率,通常称速率,匀速直线运动的速度恒定,即各时刻瞬时速度均相等,且与各段时间内的平均速度也相等,所以,匀速直线运动就是瞬时速度处处相等的直线运动。

10. 加速度

(1)物理意义:加速度是表示_____的物理量。

(2)定义:_____的比值,叫加速度,用公式_____表示,式中_____表示初速度,_____表示末速度,_____表示速度的改变,_____表示加速度,_____表示发生这一变化所用的时间。

(3)单位:在国际单位制中,加速度的单位是_____。

(4)大小和方向:加速度是矢量,既有大小,又有方向。加速度的大小在数值上等于_____。加速度的方向跟_____的方向相同。加速度的正负号只表示加速度的方向与规定的正方向相同或相反,不表示加速度大小。

(5)在 $v-t$ 图象上,图线某点的_____等于该点所对应时刻的加速度。



重点难点例析

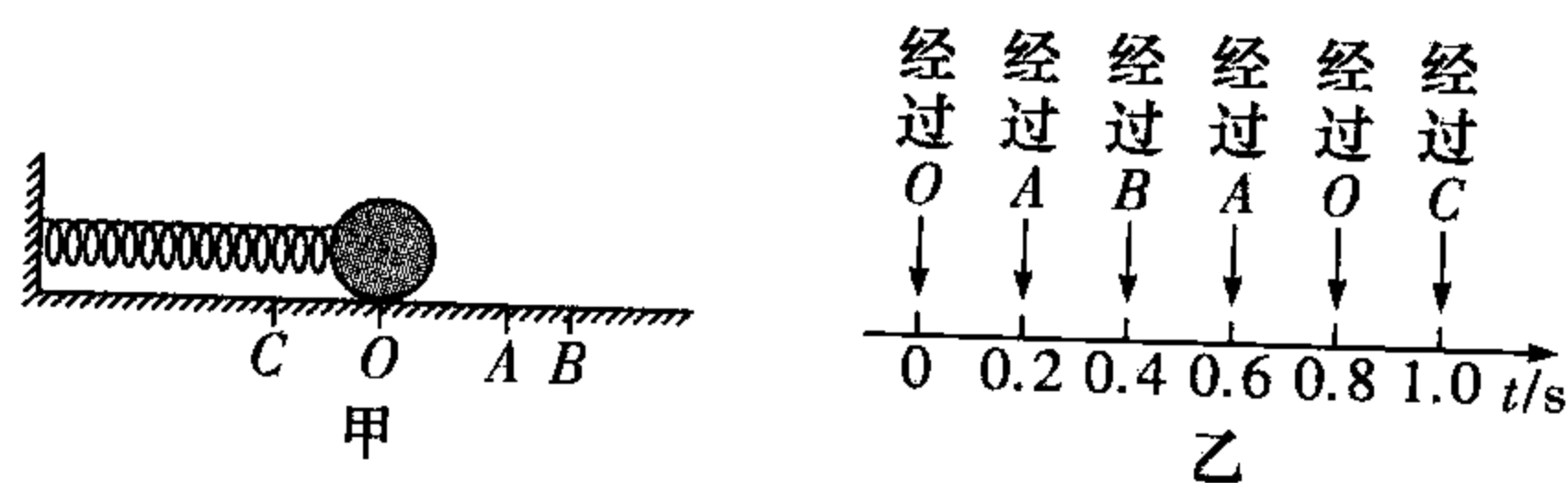
一、关于位移和路程的区别与联系问题

1. 位移是矢量,是从初位置指向末位置的有向线段,它描述了物体的位置变化;而路程是标量,是物体运动轨迹的总长度,它强调了物体运动的过程。

2. 确定位移时,只需确定物体运动的初、末位置,不需考虑物体运动的实际路径;确定路程时,必须考虑物体运动的具体路径。

3. 一般情况下,位移的大小不等于路程,只有当物体做单向直线运动时路程才等于位移的大小。

【例1】如图所示,甲图中用一根细长的弹簧系着一个小球,放在光滑的桌面上,手握小球把弹簧拉长,放手后小球便左右来回运动,B为小球向右到达的最远位置。小球向右经过中间位置O时开始计时,其经过各点的时刻如乙图所示。若测得 $OA=OC=7\text{ cm}$, $AB=3\text{ cm}$,则:



(1)分别以O和A为坐标原点建立坐标系,方向均以向右为正方向填写以下表格。

坐标原点的设置	0时刻的坐标	0.2s时刻的坐标	0.4s时刻的坐标	0.6s时刻的坐标	0.8s时刻的坐标	1.0s时刻的坐标
以O为原点						
以A为原点						

(2)前0.2s内小球发生的位移大小是_____,方向_____,经过的路程是_____。

(3)前0.6s内小球发生的位移大小是_____,方向_____。

_____,经过的路程是_____。

(4)前0.8s内小球发生的位移大小是_____,经过的路程是_____。

(5)前1.0s内小球发生的位移大小是_____,方向_____,经过的路程是_____。

【答案】(1)

坐标原点的设置	0时刻的坐标	0.2s时刻的坐标	0.4s时刻的坐标	0.6s时刻的坐标	0.8s时刻的坐标	1.0s时刻的坐标
以O为原点	0	7 cm	10 cm	7 cm	0	-7 cm
以A为原点	-7 cm	0	3 cm	0	-7 cm	-14 cm

(2)7 cm;向右;7 cm (3)7 cm;向右;13 cm (4)0;20 cm (5)7 cm;向左;27 cm

【点拨】位移和路程的确定与坐标系原点的选择无关,可任选一栏求解。

【拓展1】某同学从学校的门口A处开始散步,先向南走了50 m到达B处,再向东走了100 m到达C处,最后又向北走了150 m到达D处,则:

(1)此人散步的总路程和位移各是多少?

(2)要确切地表示这人散步过程中的各个位置,应采用什么数学手段较妥,分别应如何表示?

(3)要比较确切地表示此人散步的位置变化,应用位移还是路程?

二、关于“速度”的理解及计算问题

【例2】有一高度为1.70 m的田径运动员正在进行100 m短跑比赛。在终点处,有一站在跑道终点旁边的摄影记者用照相机给他拍摄冲刺运动。摄影记者使用的照相机的光圈(控制进光量的多少)是16,快门(曝光时间)是 $1/60\text{ s}$ 。得到照片后测得照片中人的高度为 $1.7 \times 10^{-2}\text{ m}$,胸前号码布上模糊部分的宽度是 $2 \times 10^{-3}\text{ m}$,由以上数据可以知道运动员冲刺时 $1/60\text{ s}$ 内的位移是_____;冲刺时的速度大小是_____。

【解析】运动员冲刺时的位移:

$$\Delta x = \frac{1.70}{1.7 \times 10^{-2}} \times 2 \times 10^{-3}\text{ m} = 0.2\text{ m}$$

运动员在短时间内的平均速度可近似等于冲刺时的瞬

$$\text{时速度: } v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0.2\text{ m}}{\frac{1}{60}\text{ s}} = 12\text{ m/s}$$

【答案】0.2 m;12 m/s

【点拨】极短时间内的平均速度近似等于该段时间内某点的瞬时速度,这是各种测速仪的基本原理。

【拓展2】某人爬山,从山脚爬上山顶,然后又从原路返回到山脚,上山的平均速度的大小为 v_1 ,下山的平均速度的大小为 v_2 ,则往返的平均速度的大小和平均速率是 ()

A. $\frac{v_1+v_2}{2}, \frac{v_1+v_2}{2}$

B. $\frac{v_1-v_1}{2}, \frac{v_1-v_2}{2}$

C. $0, \frac{v_1-v_2}{v_1+v_2}$

D. $0, \frac{2v_1v_2}{v_1+v_2}$

三、对加速度的正确理解与计算

1. 加速度 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, 描述速度变化的快慢, 也称速度的变化率, a 和 Δv 的方向相同。

2. v 、 Δv 、 a 三者的大小无必然联系, v 大, a 不一定大, 更不能认为 a 减小, v 就减小; Δv 大, a 也不一定大; a 与 v 的方向关系决定了物体是加速还是减速。

3. 常见典型情况可总结如下(以 v_0 的方向为正方向)

$$\begin{aligned} (1) a \text{ 与 } v_0 \text{ 同向} &\rightarrow \begin{cases} \text{加速运动} \\ \Delta v > 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} a \text{ 恒定, } v \text{ 均匀增加} \\ a \text{ 增加, } v \text{ 增加变快} \\ a \text{ 减小, } v \text{ 增加变慢} \end{cases} \\ (2) a \text{ 与 } v_0 \text{ 反向} &\rightarrow \begin{cases} \text{减速运动} \\ \Delta v < 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} a \text{ 恒定, } v \text{ 均匀减小} \\ a \text{ 增加, } v \text{ 减小变快} \\ a \text{ 减小, } v \text{ 减小变慢} \end{cases} \end{aligned}$$



易错门诊

【例3】一物体做匀变速直线运动, 某时刻速度的大小为 4 m/s, 1 s 后速度大小变为 10 m/s. 在这 1 s 内该物体的 ()

- A. 速度变化的大小可能小于 4 m/s
B. 速度变化的大小可能大于 10 m/s
C. 加速度的大小可能小于 4 m/s²
D. 加速度的大小可能大于 10 m/s²

【错解】因为 $\Delta v = v - v_0 = 6 \text{ m/s}$,

$$\text{由 } a = \frac{v - v_0}{\Delta t} = \frac{10 - 4}{1} \text{ m/s}^2 = 6 \text{ m/s}^2,$$

故无选项。

【错因】题中只给出 1 s 初、末速度的大小, 所以两速度方向可能相同, 也可能相反. 犯错误的原因是对速度的矢量性理解不透。

【正解】取初速度方向为正方向, 则 $v_0 = 4 \text{ m/s}$.

(1) 若初、末速度方向相同, 则 $v = 10 \text{ m/s}$,

$$\Delta v = v - v_0 = 6 \text{ m/s}$$

$$\text{由 } a = \frac{v - v_0}{\Delta t} = \frac{10 - 4}{1} \text{ m/s}^2 = 6 \text{ m/s}^2$$

(2) 若初、末速度方向相反, 则 $v = -10 \text{ m/s}$,

$$\Delta v = v - v_0 = -14 \text{ m/s}$$

$$\text{由 } a = \frac{v - v_0}{\Delta t} = -14 \text{ m/s}^2$$

综合以上两种情况, 故选项 BD 正确。

【答案】BD

【点拨】在解题时要注意 v 、 Δv 和 a 的矢量性, 当初、末速度在同一直线上时, 可令 v_0 方向为正, 与 v_0 方向相同取正值, 与 v_0 反向取负值, 把矢量运算转化为代数运算。



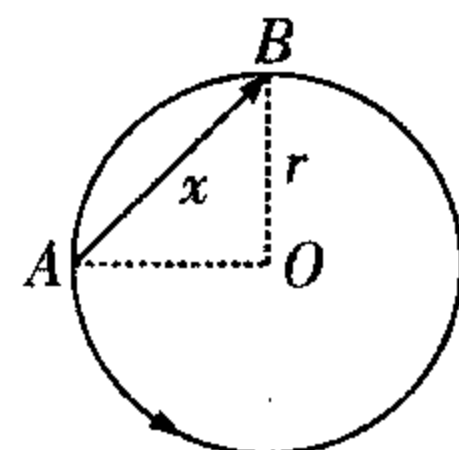
课堂自主训练

1. 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直至为零, 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. 速度逐渐增大, 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, 位移将不再增大
D. 位移逐渐减小, 当加速度减小到零时, 位移达到最小值

2. 如图所示, 一质点沿半径为 $r = 20 \text{ cm}$ 的圆周自 A 点出发, 逆时针运动 2 s, 运动 $3/4$ 圆周到达 B 点, 求:

- (1) 质点的位移和路程;
(2) 质点的平均速度和平均速率。



第2课时

匀变速直线运动规律及应用



基础知识过关

1. 匀变速直线运动

(1) 定义: 沿着一条直线, 且 _____ 的运动, 叫做匀变速直线运动。

(2) 匀加速直线运动和匀减速直线运动

在匀变速直线运动中, 如果物体的速度随 _____, 这个运动叫做匀加速直线运动; 如果物体的速度 _____, 这个运动叫做匀减速直线运动。

2. 匀变速直线运动中的速度和时间的关系

(1) 公式: _____, at 可理解为 _____, 即 _____ = at 。

公式中当 $v_0 = 0$ 时, _____ 此时 $v \propto t$, 表示物体从静止开始做匀加速直线运动; 当 $a = 0$, $v = v_0$ 时, 表示 _____, 速度的 _____ 和 _____ 都不变。

(2) 公式 $v = v_0 + at$ 的矢量性

因为 v 、 v_0 、 a 都是矢量, 在直线运动中这些矢量只可能有两个方向, 所以如果选定沿直线的一个方向为正方向, 则凡与 _____ 的矢量在公式中取正值, 与 _____ 的矢量取负值。

(3) 平均速度

$\bar{v} = \frac{v + v_0}{2} = v_{\frac{t}{2}}$, 即匀变速直线运动的平均速度等于 _____, 也等于 _____。

3. 匀变速直线运动中的位移与时间关系

(1) 公式: _____。

(2) 若初速度 $v_0 = 0$, 则公式变成 _____, 即 _____。

4. 匀变速直线运动中的位移与速度的关系

(1) 公式: _____。若 $v_0 = 0$, _____。

(2) 如果问题的已知量和未知量都不涉及 _____, 利用本公式求解, 往往使问题变得简单、方便。

5. 匀变速直线运动的几个重要推论

(1) 在连续相等的时间 T 内的位移之差为一恒定值, 即

(2)某段位移中间位置的瞬时速度 $v_{\frac{x}{2}}$ 与这段位移的初、末速度 v_0 与 v 的关系为_____.

(3)初速度为零的匀加速直线运动的几个比例式:
设 $t=0$ 开始计时,以 T 为时间单位,则

① $1T$ 末、 $2T$ 末、 $3T$ 末、...瞬时速度之比为 $v_1 : v_2 : v_3 : \dots =$ _____.

② $1T$ 内、 $2T$ 内、 $3T$ 内、...位移之比为 $\Delta x_1 : \Delta x_2 : \Delta x_3 : \dots =$ _____.

③第一个 T 内,第二个 T 内,第三个 T 内,...第 n 个 T 内位移之比为 $x_I : x_{II} : x_{III} : \dots : x_n =$ _____.

④通过连续相同位移所用时间之比为 $\Delta t_1 : \Delta t_2 : \Delta t_3 : \dots : \Delta t_n =$ _____.



重点难点例析

一、基本规律、公式的应用

1. 如何灵活选用匀变速直线运动的有关公式解决具体问题.

在仔细审题的基础上,正确判断物体的运动性质,分析已知量、相关量与待求量,看这些量共存于哪个公式中,这个公式就是要选取的最合适的公式.如 $v^2 - v_0^2 = 2ax$ 中不涉及时间,如果题目中已知条件缺时间,又不要求时间的话,选用该公式求解较简捷;如果缺加速度,则可考虑用公式 $x = \frac{(v_0 + v)t}{2}$ 求解;若缺位移,可考虑用 $v_t = v_0 + at$,如涉及连续的相等时间,则可考虑用 $\Delta x = aT^2$ 求解.

2. 要注意的几个问题.

(1)公式适用条件:匀变速直线运动.

(2)公式 a 、 v_t 、 v_0 都是矢量,其方向用正负表示,一般都取初速度方向为正,则与 v_0 同向的量取正值,与 v_0 方向相反的量取负值.

(3)每个公式中都包含四个物理量,都必须已知三个量才能求出第四个量,在解题时,先要根据题意找出三个已知的物理量和选择合适的公式.

【例1】一个匀加速运动的物体,在头 4 s 内经过的位移为 24 m ,在第二个 4 s 内经过的位移是 60 m .求这个物体的加速度和初速度各是多少?

【解析】解法一:基本公式法

$$\text{头 } 4\text{ s 内的位移: } x_1 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$\text{第 } 2 \text{ 个 } 4\text{ s 内的位移: } x_2 = v_0 (2t) + \frac{1}{2} a (2t)^2 - (v_0 t + \frac{1}{2} a t^2)$$

$$\text{将 } x_1 = 24\text{ m}, x_2 = 60\text{ m} \text{ 代入上式,解得 } a = 2.25\text{ m/s}^2, v_0 = 1.5\text{ m/s}$$

解法二:物体在 8 s 内的平均速度等于中间时刻(即第 4 s 末)的瞬时速度,则 $v_1 = \frac{24+60}{8}\text{ m/s} = v_0 + 4a$,物体在前

4 s 内的平均速度等于第 2 s 末的瞬时速度 $v_2 = \frac{24}{4} = v_0 + 2a$

由两式联立,得 $a = 2.25\text{ m/s}^2, v_0 = 1.5\text{ m/s}$.

解法三:由公式 $\Delta x = aT^2$,得 $a = \frac{\Delta x}{T^2} = \frac{60-24}{4^2}\text{ m/s}^2 = 2.25\text{ m/s}^2$

$$\text{根据 } v_1 = \frac{24+60}{8}\text{ m/s} = v_0 + 4a, \text{ 所以 } v_0 = 1.5\text{ m/s}$$

【答案】 $2.25\text{ m/s}^2, 1.5\text{ m/s}$

【点拨】本题的解法很多,巧用公式可起到简化计算过程,如解法三,从而提高解题速度.

【拓展1】一汽车做匀加速直线运动,途中在 6 s 时间内分别经过 P 、 Q 两根电杆.已知 P 、 Q 两杆相距 60 m ,车经过 Q 杆时的速率是 15 m/s ,求汽车经过 P 杆时的速度及加速度.

二、初速度为零的匀加速直线运动的重要推论的应用

对初速为零的匀加速直线运动,可以应用其特殊规律解题,即灵活应用比例关系.对于末速为零的匀减速直线运动,可以用逆向思维处理,把它看做反向的初速为零的匀加速直线运动.

【例2】一个质点从静止开始做匀加速直线运动,已知它在第 4 s 内的位移是 14 m ,求它前进 72 m 所用的时间.

【解析】第 4 s 内的位移是质点在前 4 s 内位移与前 3 s 内位移之差,即

$$x_{IV} = x_4 - x_3 = \frac{1}{2} a \times 4^2 - \frac{1}{2} a \times 3^2 = 14\text{ m}$$

$$\text{解得 } a = 4\text{ m/s}^2$$

应用初速度为零的匀加速直线运动的比例关系求解:

$$x_I : x_{IV} = 1 : 7$$

$$\text{得 } x_I = \frac{x_{IV}}{7} = \frac{14}{7} = 2\text{ m}$$

$$\text{又由 } x = \frac{1}{2} a t^2 \propto t^2 \text{ 得}$$

$$x_I : x_t = 1^2 : t^2$$

$$\text{所以 } t = \sqrt{\frac{x_t}{x_I}} = 6\text{ s}$$

【点拨】可以灵活运用初速度为零的匀加速直线运动的比例关系解题.

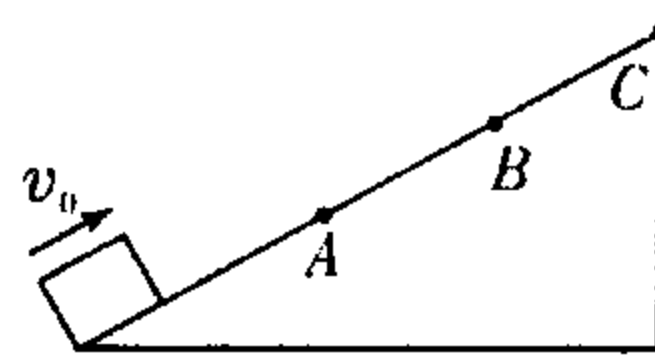
【拓展2】滑块以初速度 $v_0 = 4\text{ m/s}$,

从光滑斜面底端向上做匀减速运动,先后通过 A 、 B 两点, $v_A = 2v_B$,到达斜面顶端 C 时,速度恰好减小为零,如图

所示,已知 A 、 B 相距 $d = 0.75\text{ m}$,滑块由 B 到 C 的时间 $t' = 0.5\text{ s}$,试求:

(1)斜面多长;

(2)滑块在斜面上向上滑行的时间是多少?



三、如何应用运动学公式解决行车之类的问题

审题时,要正确判断物体运动过程、状态及运动性质,不能乱套公式,要注意运动的实际情况。

(1)正确分析车辆行驶的过程、运动状态,确定各相关量的符号,灵活运用公式列方程。

(2)注意找出题目中的隐含条件.如汽车的启动过程,隐含初速度为零;汽车刹车直到停止过程,隐含物体做匀减速运动且末速度为零的条件。

(3)在计算飞机着陆、汽车刹车等这类速度减为零后不能反方向运动的减速运动的位移时,注意判断所给时间 t 内物体是否已经停止运动.如果已停止运动,则不能用时间 t 代入公式求位移,而应求出它停止所需的时间,再代入公式求位移.因为在以后的 $t' \sim t$ 时间内物体已停止运动,位移公式对它已不适用.此种情况称为“时间过量问题”。

(4)公式应用过程中,如需解二次方程,则必须对求解的结果进行讨论。

(5)末速度为零的匀减速运动,是加速度大小相同的初速度为零的匀加速运动的逆过程,因此可将其转化为初速度为零的匀加速运动进行计算,使运算简便。

易错门诊

【例3】汽车初速度 $v_0 = 20 \text{ m/s}$,刹车后做匀减速直线运动,加速度大小为 $a = 5 \text{ m/s}^2$,求:

(1)开始刹车后 6 s 末汽车的速度;

(2)10 s 末汽车的位置。

【错解】(1)由 $v = v_0 + at$,得 6 s 末速度为 $v_t = 20 \text{ m/s} + [(-5) \times 6] \text{ m/s} = -10 \text{ m/s}$ 负号表示与运动方向相反。

(2)10 s 末汽车的位移为 $x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 = [20 \times 10 + \frac{1}{2} \times (-5) \times 10^2] \text{ m} = -50 \text{ m}$

负号表示汽车在开始刹车处后方 50 m 处。

【错因】没有考虑到汽车刹车后的实际运动情况是速度减为零后,汽车将停下,而不再做反向的匀加速运动。

【正解】(1)设汽车经过时间 t 速度减为零,

则由 $v_t = v_0 + at$,得 $t = \frac{v_t - v_0}{a} = \frac{0 - 20}{-5} = 4 \text{ s}$

故 6 s 后汽车速度为零。

(2)由(1)知汽车 4 s 后就停止,则

$x = \frac{v_0}{2} t = (\frac{20}{2} \times 4) \text{ m} = 40 \text{ m}$

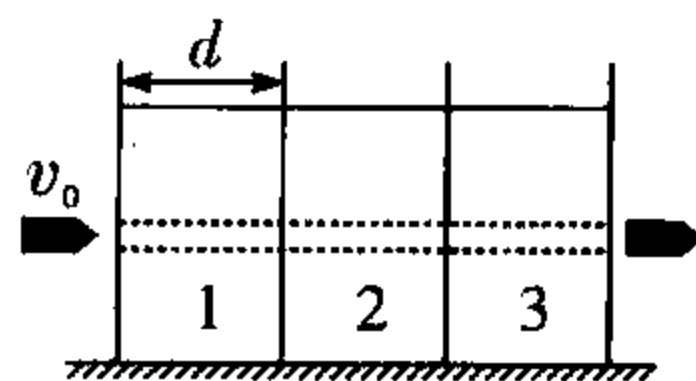
即汽车 10 s 末位置在开始刹车点前方 40 m 处。

【点拨】竖直上抛运动的物体,速度先减为零,然后反向做匀加速运动.而刹车之类的问题,物体速度减为零后停止运动,不再反向做加速运动,因此对于此类问题首先要弄清停下需经历多少时间或多少位移。

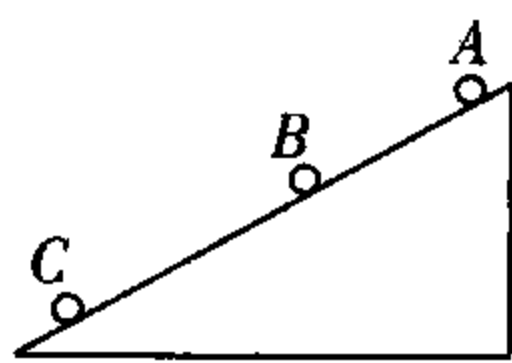


课堂自主训练

1. 如图所示,三块完全相同的木块固定在地板上,一初速度为 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。



2. 有若干相同的小钢球,从斜面上的某一位置每隔 0.1 s 无初速地释放一颗,在连续释放若干颗钢球后,对准斜面上正在滚动的若干小球拍摄到如图所示的照片,测得 $AB = 15 \text{ cm}$, $BC = 20 \text{ cm}$. 已知小球在斜面上做加速度相同的匀加速直线运动,求:



(1)拍摄照片时 B 球的速度大小;

(2)A 球上面还有几颗正在滚动的钢球。

第3课时

运动图象及应用

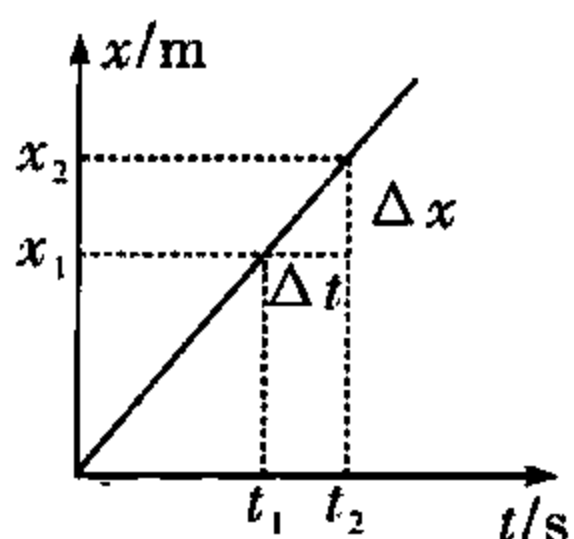


基础知识过关

1. $x-t$ 图象的意义

$x-t$ 图象表示物体运动的_____。匀速直线运动的 $x-t$ 图象是一条_____。速度的大小在数值上等于图象的_____的绝对值,

即 $v = |\frac{\Delta x}{\Delta t}|$, 如图所示。

2. 对 $x-t$ 图象的理解

(1) $x-t$ 图象不是_____。

(2)从 $x-t$ 图象上判断物体的运动性质。

①图线平行于时间轴,表示物体_____;

②图线是倾斜直线,表示物体做_____;

③图线是曲线,表示物体做_____。

(3) $x-t$ 图象的斜率表示物体的_____,匀速直线运动的 $x-t$ 图象斜率不变。

(4) $x-t$ 图象的交点:如果两物体在同一直线上运动,其 $x-t$ 图象的交点表示_____。

3. 直线运动的 $v-t$ 图象

(1)匀速直线运动的 $v-t$ 图象。

①匀速直线运动的 $v-t$ 图象是与_____。

②图象与 t 轴包围的面积在数值上等于_____。

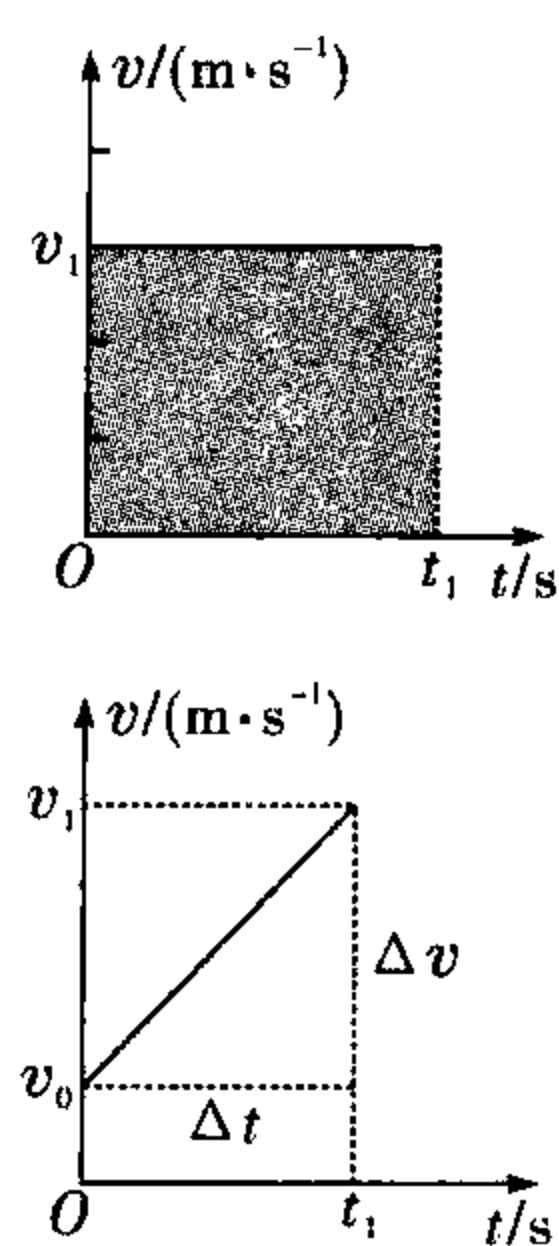
(图中阴影部分的面积,如图所示).

(2)匀变速直线运动的 $v-t$ 图象.

①匀变速直线运动的 $v-t$ 图象是一条_____直线.

②直线斜率的大小等于_____的大小,即 $a = \left| \frac{\Delta v}{\Delta t} \right|$,斜率越大,加速度也越大,反之则越小.

③当 $v_0 > 0$ 时,若直线的斜率大于零,则加速度_____零,表示物体做_____;若直线的斜率小于零,则加速度_____零,表示物体做_____.



重点难点例析

一、 $v-t$ 图象的基本应用

直接应用 $v-t$ 图象的意义解题,或者根据题目叙述,作出 $v-t$ 图象,再根据物理量的变化,判断、求解或计算相应的未知量.

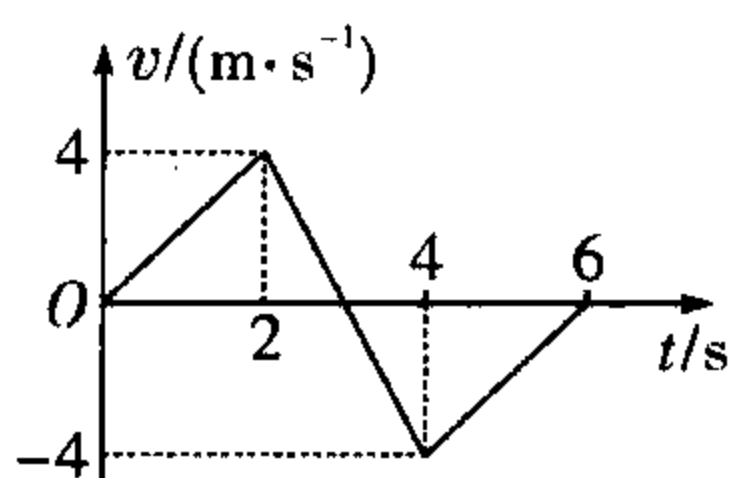
【例1】某物体做直线运动的速度图象如图所示,则 ()

A. 6 s 内物体做匀变速直线运动

B. 3 s 末物体的瞬时速度为零,且开始改变运动方向

C. 物体 6 s 内的位移为零

D. 物体前 3 s 内的位移为 6 m



【解析】(1)匀速直线运动的速度时间图象是一条平行于横轴的直线,匀变速直线运动的速度时间图象是一条倾斜直线,非匀变速直线运动的速度时间图象是一条曲线,所以 A 错.

(2)速度时间图象的纵坐标表示物体的瞬时速度,其正负表示瞬时速度的方向,故选项 B 正确.

(3)速度时间图象与坐标轴及 t 时刻线所围成的“面积”表示物体在此段时间内所通过的位移,“面积”的正负表示位移的方向.

(4)由图可以看出物体前 3 s 内的位移是正值,表示位移的方向与所规定的正方向相同;后 3 s 内的位移是负值,表示位移的方向与所规定的正方向相反,也就是说,物体又沿原路返回.

(5)物体在某段时间内的总位移指的是在这段时间内各部分位移的矢量和,如果是同一直线上的运动,总位移是在这段时间内各部分位移的代数和.前 6 s 内总位移为零,故 D 正确.

【答案】BCD

【点拨】应用 $v-t$ 图象分析物体的运动时,要抓住图线的特征与运动性质的关系,要抓住图线的“点”、“线段”、“面积”和斜率的意义.

【拓展1】一只蚂蚁离开巢穴沿直线爬行,它的速度与到蚁巢中心的距离成反比,当蚂蚁爬到距巢中心 $L_1 = 1$ m 的 A 点时,速度是 $v_1 = 2$ cm/s,试问蚂蚁从 A 点爬到与巢中心的距离 $L_2 = 2$ m 的 B 点所需的时间为多少?

二、用 $v-t$ 图象求极值问题

利用公式和图象,都可以求出最大速度、最短时间等极值问题,但用图象法显然更直观、简洁.

【例2】摩托车在平直公路上从静止开始启动, $a_1 = 1.6$ m/s²,稍后匀速运动,然后减速, $a_2 = 6.4$ m/s²,直到停止,共历时 130 s,行程 1600 m,试求:

(1)摩托车行驶的最大速度;

(2)若摩托车从静止启动, a_1 、 a_2 不变,直至停止,行程不变,所需最短时间为多少.

【解析】画出图(甲) $v-t$ 图象.

$$(1) \text{ 由 } v^2 - v_0^2 = 2ax, \text{ 有 } \frac{v_m^2}{2a_1} + v_m \cdot t + \frac{v_m^2}{2a_2} = 1600$$

$$\text{而 } a_1 = 1.6 \text{ m/s}^2$$

$$a_2 = 6.4 \text{ m/s}^2$$

$$\text{解得 } v_m = 12.8 \text{ m/s (舍去另一解)}$$

(2)路程不变,则图象中面积不变,当 v 越大则 t 越小,如图(乙)所示.设最短时间为 $t_{\min}$,则

$$t_{\min} = \frac{v_m'}{a_1} + \frac{v_m'}{a_2}$$

$$\frac{v_m'^2}{2a_1} + \frac{v_m'^2}{2a_2} = 1600$$

$$\text{其中 } a_1 = 1.6 \text{ m/s}^2, a_2 = 6.4 \text{ m/s}^2$$

$$\text{由②得 } v_m' = 64 \text{ m/s}$$

$$\text{故 } t_{\min} = \frac{64}{1.6} \text{ s} + \frac{64}{6.4} \text{ s} = 50 \text{ s}$$

$$\text{即最短时间为 } 50 \text{ s.}$$

【点拨】 $v-t$ 图象上,图象与横轴所夹的面积意义是物体的位移.本题位移不变,则图象中面积不变, v 越大则 t 越小,经过图乙所示的分析,时间最短的运动过程是先加速后减速,总路程达 1600 m 恰好停止.

【拓展2】甲、乙、丙三辆汽车以相同的速度经过某一路标,从此时开始,甲车做匀速直线运动,乙车先匀加速后匀减速,丙车先匀减速后匀加速,它们经过下一个路标时的速度相同,则 ()

A. 甲车先通过下一路标 B. 乙车先通过下一路标

C. 丙车先通过下一路标 D. 三辆车同时通过下一路标

三、 $x-t$ 图象的应用

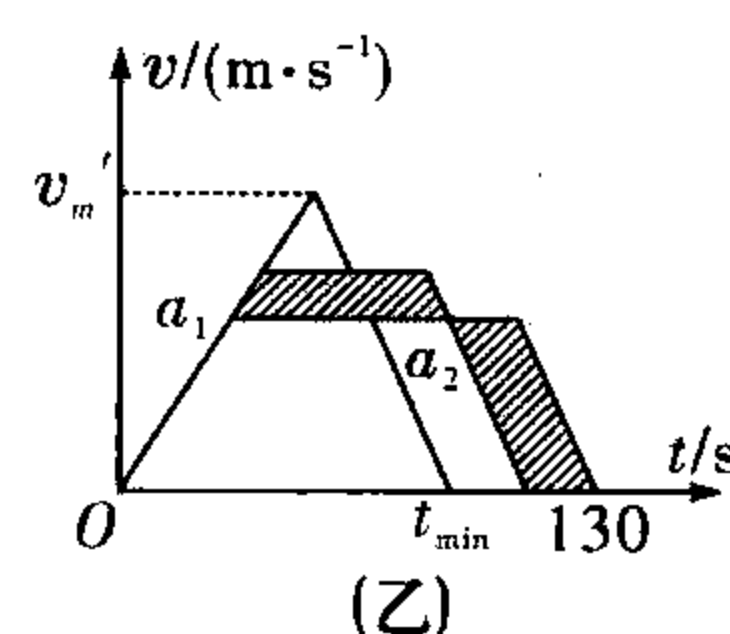
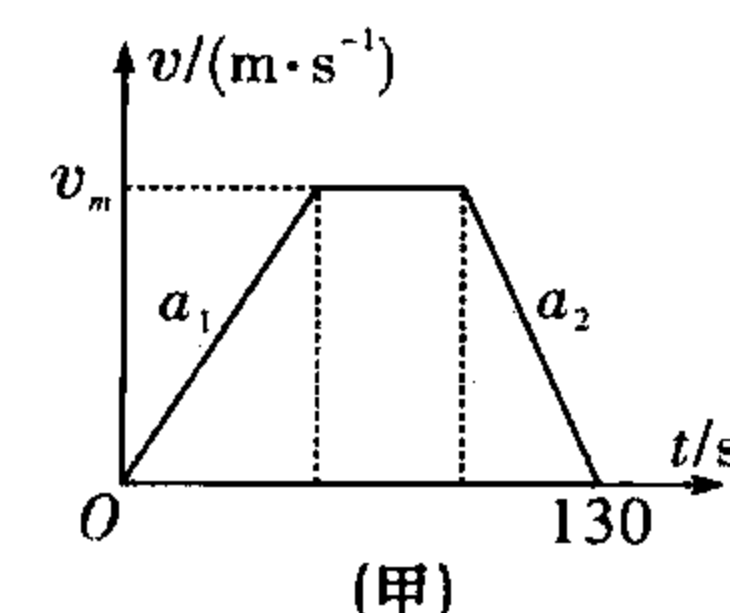
正确应用 $x-t$ 图象的意义求解实际问题.

【例3】某质点在东西方向上做直线运动,规定向东的方向为正方向,其位移图象如图所示,试根据图象解答下列问题:

(1)描述质点的运动情况;

(2)求出质点在 0~4 s, 0~8 s, 2~4 s 三段时间内的位移和路程;

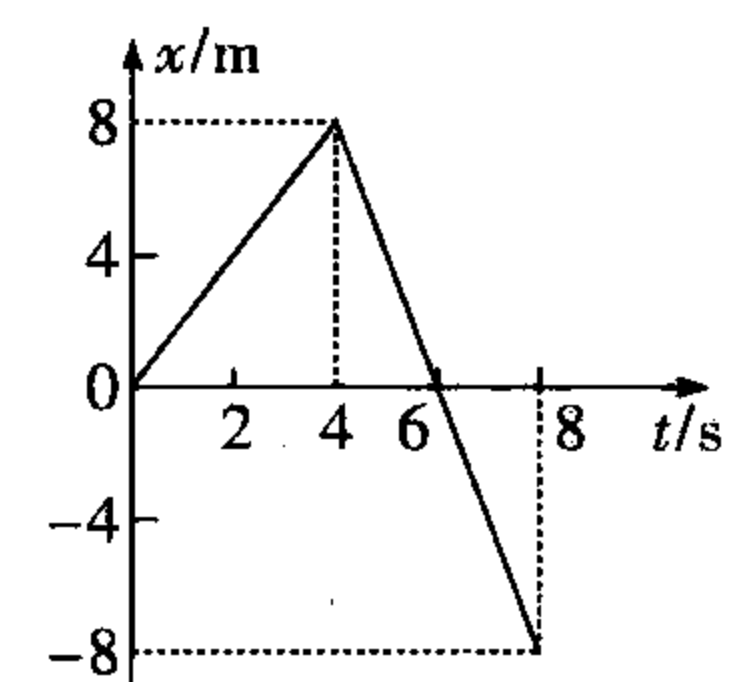
(3)求出质点在 0~4 s, 4 s~8 s 内的速度.



【解析】(1)质点从 $t=0$ 开始由原点出发向东做匀速直线运动,持续时间 4 s, 4 s 末开始反向向西做匀速直线运动,又经过 2 s 即 6 s 末回到原出发点,然后又继续向西到 8 s 末时刻.

(2)在 0~4 s 内位移为 8 m,路程也是 8 m.

在 0~8 s 内位移为 -8 m,负号表明位移的方向向西,说明质点在 8 s 末时刻处在原出发点西 8 m 的位置上,此段时间路程为 24 m,在 2~4 s 内质点发生的位移为 4 m,路程也是 4 m.



(3)在 $0 \sim 4$ s 内质点的速度为 $v_1 = \frac{x_1}{t_1} = \frac{8}{4} \text{ m/s} = 2 \text{ m/s}$, 方向向东.

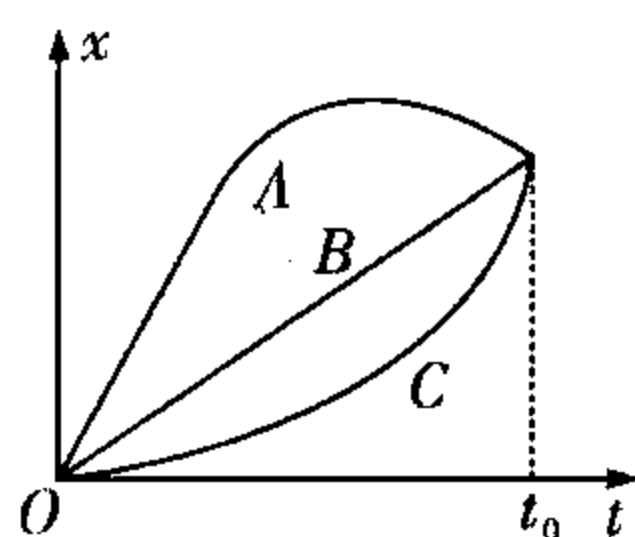
在 $4 \sim 8$ s 内质点的速度为 $v_2 = \frac{x_2}{t_2} = \frac{-8-8}{4} \text{ m/s} = -4 \text{ m/s}$, 方向向西.

【点拨】要掌握 $x-t$ 图象的意义, 及对运动的描述.



易错门诊

【例 4】A、B、C 三物体同时、同地、同向出发做直线运动, 如图所示是它们的 $x-t$ 图象, 由图可知它们在 t_0 时间内 ()



- A. 平均速度 $v_A = v_B = v_C$
- B. 平均速率 $v_A > v_C > v_B$
- C. A 一直在 B、C 的后面
- D. A 的速度一直比 B、C 的速度大

【错解】由 $x-t$ 图象可知, A、B、C 的路程大小关系是 $s_A > s_C > s_B$, 故平均速率 $v_A > v_C > v_B$, 所以选 B. 又从起点 O 到终点的有向线段长相等, 故位移相同, 则平均速度相同, A 也正确.

【错因】上述错误的原因是没有明确 $x-t$ 图象表示 x 随时间的变化关系, 并非物体的运动的轨迹.

【正解】从 $x-t$ 图象知, 在 t_0 时刻 A、B、C 离起点 O 的位移相同, 故 A 正确. 由 A 在时刻 t_0 开始返回到终点, 故路程关系是 $s_A > s_C = s_B$, 故平均速率 $v_A > v_C = v_B$, B 不正确.

【答案】A

【点拨】对于图象问题, 首先要弄清坐标轴的含义, 然后再弄清图线所描述的规律. 本题的图线描述的是位移随时间变化的规律, 而不是物体的运动轨迹.

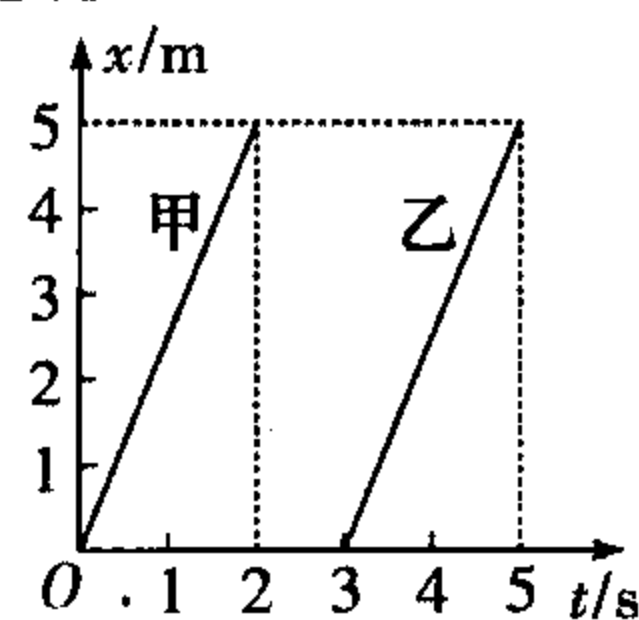


课堂自主训练

1. 下图是形状一样的 $x-t$ 图象与 $v-t$ 图象, 比较两图的区别填写下表.

$x-t$ 图象	$v-t$ 图象
①表示物体做_____, 斜率表示速度.	①表示物体做_____, 斜率表示_____.
②表示物体处于_____状态.	②表示物体做_____.
③表示物体做_____运动.	③表示物体做_____运动.
④交点的纵坐标表示_____.	④交点的纵坐标表示三个运动质点_____.
⑤ t_1 时刻物体的_____.	⑤ t_1 时刻物体的速度, 阴影面积表示_____.

2. 甲、乙两个质点, 沿一条直线从 A 点运动到 B 点, 它们的 $x-t$ 图象如图所示, 关于它们的运动情况, 下列说法正确的是 ()



- A. 甲、乙两个质点的运动方向相同, 位移也相同
- B. A、B 两点相距 5 m, 甲比乙先到达 B 点, 甲的速度比乙的速度大
- C. 甲出发后 3 s 乙才出发, 乙的速度比甲的速度大, 它们的运动路程都是 5 m
- D. 甲、乙的速度相同

第 4 课时 自由落体运动及抛体运动



基础知识过关

1. 自由落体运动

(1)自由落体运动:

①物体下落的快慢与重力大小_____.

②定义: 物体只在_____作用下从_____开始下落的运动叫自由落体运动.

(2)自由落体运动的条件: ①_____; ②_____.

(3)自由落体加速度(重力加速度 g)

①定义: 在同一地点, 一切物体在自由落体运动中的加速度都_____, 这个加速度叫做自由落体加速度.

②数值: 在地球不同的地方 g 不相同, 随高度增大而_____, 随纬度增大而_____, 在通常的计算中, g 取_____, 粗略计算 g 取_____.

③方向: 总是_____.

(4)自由落体运动公式: 凡是初速度为零的匀加速度直线运动的规律, 自由落体运动都适用.

①速度公式_____.

②位移公式_____.

③速度与位移的关系式_____.

(5)伽利略研究自由落体运动的方法:

①假设_____;

②推论: 如果速度与时间成正比, 那么_____;

③用小角度的光滑斜面来延长物体的下滑时间, 再通过不同角度进行合理的_____来得出结论.

2. 竖直上抛运动

(1)竖直上抛运动的条件: _____.

(2)运动性质: _____, 它的加速度为重力加速度 g ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$), 方向竖直向下.

(3)竖直上抛运动的规律.

选定竖直向上的初速度方向为正方向, 那么, 加速度 g 的方向向下, 故应为负值.

①速度公式: _____.

②位移公式: _____.

③速度位移公式:_____.

(4)竖直上抛运动的几个特点:

①物体上升到最大高度时的特点是_____.物体上升的最大高度 $x_{\max}$ 满足:_____.

②时间对称——“上升阶段”和“下落阶段”通过同一段大小相等、方向相反的位移所经历的时间_____.

上升到最大高度所需要的时间满足:_____.

物体返回抛出点所用的时间:_____.

③速率对称——“上升阶段”和“下落阶段”通过同一位置时的_____大小相等.

物体返回抛出点时的速度:_____.



重点难点例析

一、怎样用匀变速直线运动的规律解决自由落体的运动问题

1. 自由落体运动的判断方法:

①定义法:物体做自由落体运动的条件是初速度为零、只受重力,两者缺一不可;

②图象法:物体做自由落体运动, $v-t$ 图线过原点,图线斜率等于重力加速度 g 值;

③性质判断法:自由落体运动是 $v_0=0, a=g$ 的匀加速直线运动.

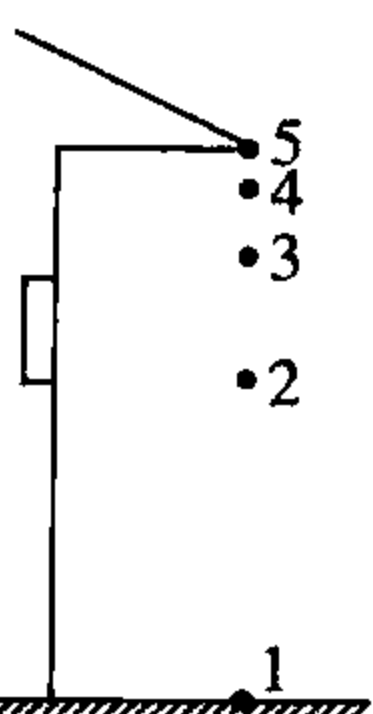
2. 自由落体运动是一种具体而又特殊的匀变速直线运动,在求解有关问题时,除注意应用一般匀变速直线运动的规律外,还要特别注意初速度为零的匀加速直线运动的特殊规律在自由落体运动中的应用.

3. 注意根据题目给定的条件,合理地选取公式. 必须是从静止开始算起的自由下落过程才是自由落体运动,从中间取的一段运动过程不是自由落体过程,虽 $a=g$,但 $v_0 \neq 0$.

【例1】如图所示,下雨时屋檐每隔一定时间滴下一滴水,从某一滴水开始,当第5滴正欲滴下时,第1滴刚好落到地面,而第3滴与第2滴分别位于高1 m的窗子上、下沿, g 取 10 m/s^2 . 问:

(1)此屋檐离地面有多高;

(2)滴水的时间间隔是多少.



【解析】由图可知,如果将这5滴水的运动等效为一滴水的自由落体运动,并且将这一滴水运动的全过程分成时间相等的4段,设时间间隔为 T ,则这一滴水在0时刻、 T s末、 $2T$ s末、 $3T$ s末、 $4T$ s末所处的位置,分别对应图示第5滴水、第4滴水、第3滴水、第2滴水、第1滴水所处的位置,据此可作出解答.

设屋檐离地面高为 h ,滴水间隔为 T .

由 $x = \frac{1}{2}gt^2$,得第二滴水的位移

$$x_2 = \frac{1}{2}g(3T)^2 \quad (1)$$

$$\text{第三滴水的位移 } x_3 = \frac{1}{2}g(2T)^2 \quad (2)$$

$$\text{且 } x_2 - x_3 = 1 \text{ m} \quad (3)$$

由①②③式,得 $T = 0.2 \text{ s}$. 则屋檐高

$$x_1 = \frac{1}{2}g(4T)^2 = \left[\frac{1}{2} \times 10 \times (4 \times 0.2)^2 \right] \text{ m} = 3.2 \text{ m}$$

【点拨】解决自由落体问题要理解运动过程,作好示意图,然后利用自由落体运动规律列方程;同时要注意自由落体运动初速度等于零的运动特点,灵活运用 $v_0=0$ 的匀变速直线运动推论求解. 如例1,还可用比例法求解.

【拓展1】如图所示是我国某优秀跳水运动员在跳台上腾空而起的英姿. 跳台距水面高度为10 m,此时她恰好到达最

高位置,估计此时她的重心离跳台台面的高度为1 m,当她下降到手触及水面时要伸直双臂做一个翻掌压水花的动作,这时她的重心离水面也是1 m. (取 $g = 10 \text{ m/s}^2$) 求:



(1)从最高点到手触及水面的过程中其重心可以看做是自由落体运动,她在空中完成一系列动作可利用的时间为多长;

(2)忽略运动员进入水面过程中受力的变化,入水之后,她的重心能下沉到离水面约2.5 m处,试估算水对她的平均阻力约是她自身重力的几倍.

二、怎样用匀变速直线运动的规律解决竖直上抛运动问题

1. 处理方法:

①将竖直上抛运动全过程分为上升和下降两个阶段来处理,要注意两个阶段运动的对称性,运动的加速度均为重力加速度,方向竖直向下.

②将竖直上抛运动全过程视为初速度为 v_0 (v_0 方向为正向),加速度为 $-g$ 的匀减速直线运动.

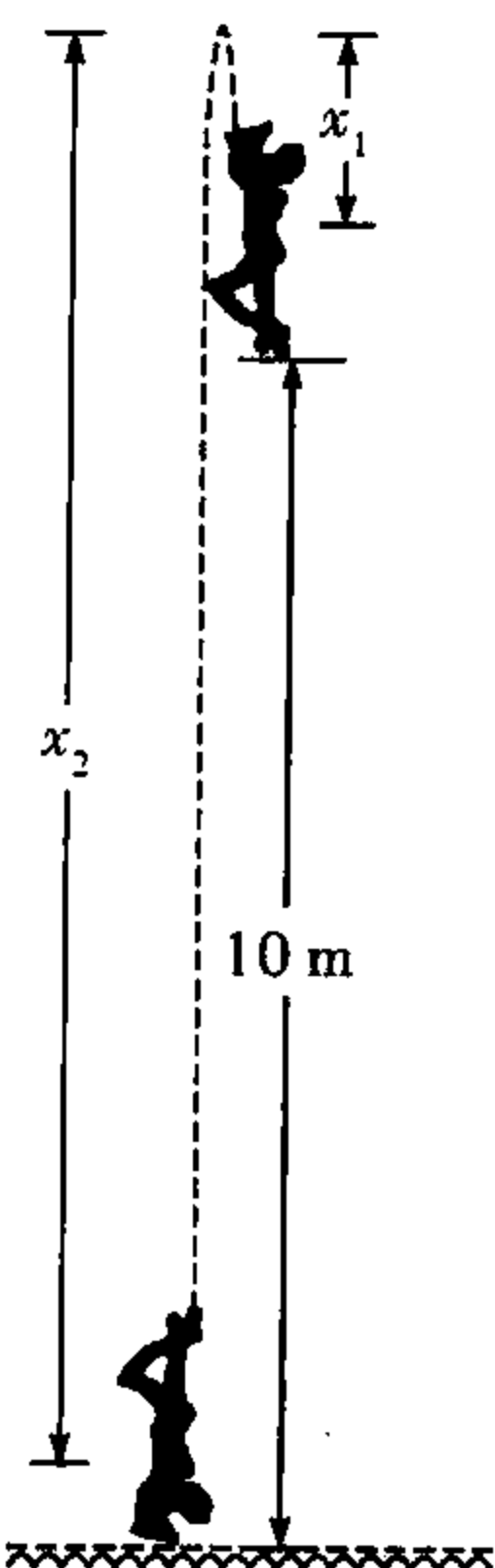
2. 注意符号问题,习惯上取 v_0 方向为正向,则 $v > 0$ 时正在上升, $v < 0$ 正在下降; $x > 0$ 时物体在抛出点的上方, $x < 0$ 时物体在抛出点的下方.

3. 在解题的过程中当出现位移、速度方向不确定等情况时注意解题的多解性.

【例2】一跳水运动员从离水面10 m高的平台上向上跃起,举双臂直体离开台面,此时其重心位于从手到脚全长的中点,跃起后重心升高0.45 m达到最高点,落水时身体竖直,手先入水(在此过程中运动员水平方向的运动忽略不计)从离开跳台到手触水面,他可用于完成空中动作的时间是_____ s. (计算时,可以把运动员看做全部质量集中在重心的一个质点, g 取 10 m/s^2 ,结果保留两位有效数字)

【解析】运动员的跳水过程是一个很复杂的过程,主要是竖直方向的上下运动,但也有水平方向的运动,更有运动员做的各种动作. 构建运动模型,应抓主要因素. 现在要讨论的是运动员在空中的运动时间,这个时间从根本上来讲与运动员所做的各种动作以及水平运动无关,应由竖直运动决定,因此忽略运动员的动作,把运动员当成一个质点,同时忽略他的水平运动. 当然,这两点题目都作了说明,所以一定程度上“建模”的要求已经有所降低,但我们应该理解这样处理的原因. 这样,我们把问题提炼成了质点做竖直上抛运动的物理模型. 在定性地把握住物理模型之后,应把这个模型细化,使之更清晰. 可画出如图所示的示意图.

运动员跃起上升的初速度为 v_0 ,



由 $v_0^2 = 2gx_1$ 得 $v_0 = \sqrt{2gx_1} = \sqrt{2 \times 10 \times 0.45} \text{ m/s} = 3 \text{ m/s}$

即运动员可视为 $v_0 = 3 \text{ m/s}$, $a = -10 \text{ m/s}^2$ 的匀减速直线运动, 入水时位移 $x_1 = -10 \text{ m}$

根据匀变速直线运动的位移公式 $x = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$ 得

$$-10 = 3t - \frac{1}{2} \times 10 \times t^2$$

解方程得 $t = 1.7 \text{ s}$ (负根舍去)

【点拨】构建物理模型时, 要重视理想化方法的应用, 把跳水运动看成质点做竖直上抛运动的物理模型, 要养成画示意图的习惯. 比较两种解法可知, 将运动员跳水过程视为初速度为 v_0 (v_0 方向为正向), 加速度为 $-g$ 的匀减速直线运动, 可避免两次分段求时间的繁琐.

【拓展 2】原地起跳时, 先屈腿下蹲, 然后突然蹬地. 从开始蹬地到离地是加速过程 (视为匀加速), 加速过程中重心上升的距离称为“加速距离”. 离地后重心继续上升, 在此过程中重心上升的最大距离称为“竖直高度”. 现有下列数据: 人原地上跳的加速距离 $x_1 = 0.50 \text{ m}$, 竖直高度 $x_1' = 1.0 \text{ m}$; 跳蚤原地上跳的加速距离 $x_2 = 0.00080 \text{ m}$, 竖直高度 $x_2' = 0.10 \text{ m}$. 假想人具有与跳蚤相等的起跳加速度, 而加速距离仍为 0.50 m , 则人上跳的竖直高度是多少?

三、正确判断物体的运动过程

联系实际的问题, 并不说明物体做什么性质的运动, 要求根据每个题给出的具体物理情景和条件, 准确分析运动过程, 尤其是有运动性质突变时, 要注意突变前后的运动的关联状态.

易错门诊

【例 3】气球以 10 m/s 的速度匀速竖直上升, 从气球上掉下一个物体, 经 17 s 到达地面. 求物体刚脱离气球时气球的高度. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

【错解】物体从气球上掉下来到达地面这段距离即为物体脱离气球时气球的高度. 因为物体离开气球做自由落体运动, 由 $x = \frac{1}{2}gt^2$ 得 $x = (\frac{1}{2} \times 10 \times 17^2) \text{ m} = 1445 \text{ m}$

所以物体刚脱离气球时, 气球的高度为 1445 m .

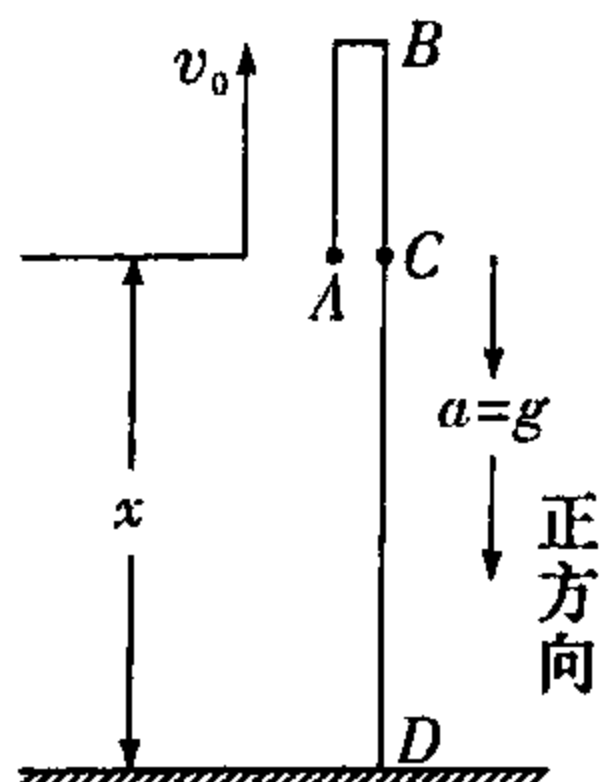
【错因】由于对惯性定律理解不深刻, 导致对题中的隐含条件即物体离开气球时具有向上的初速度视而不见. 误认为 $v_0 = 0$. 实际上, 物体随气球匀速上升时, 物体具有向上 10 m/s 的速度, 当物体离开气球时, 由于惯性物体继续向上运动一段距离, 在重力作用下做匀变速直线运动.

【正解】本题既可以用整体处理的方法也可以分段处理.

可将物体的运动过程视为匀变速直线运动. 根据题意画出运动草图如图所示. 规定向下方向为正, 则

$$v_0 = -10 \text{ m/s}, g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\text{由 } x = v_0 t + \frac{1}{2}gt^2 \text{ 有}$$



$$x = (-10 \times 17 + \frac{1}{2} \times 10 \times 17^2) \text{ m} = 1275 \text{ m}$$

所以物体刚脱离气球时气球离地 1275 m .

【点拨】在解决运动学的问题过程中, 画运动草图很重要. 解题前应根据题意画出运动草图. 草图上一定要有规定的正方向, 否则矢量方程解决问题就易出现错误. 如“正解”中如不规定正方向, 就易出现 $x = v_0 t + \frac{1}{2}gt^2 = (10 \times 17 + \frac{1}{2} \times 10 \times 17^2) \text{ m} = 1615 \text{ m}$ 的错解.



课堂自主训练

1. 某人在室内以窗户为背景摄影时, 恰好把窗外从高处落下的一小石子摄在照片中. 已知本次摄影的曝光时间是 0.02 s , 量得照片中石子运动痕迹的长度为 1.6 cm , 实际长度为 100 cm 的窗框在照片中的长度是 4.0 cm , 凭以上数据, 你知道这个石子是从多高的地方落下的吗? 计算时, 石子在照片中 0.02 s 的速度变化比起它此时的瞬时速度来说可以忽略不计, 因而可把这极短时间内石子的运动当成匀速运动来处理. (g 取 10 m/s^2)

2. 物体做竖直上抛运动, 取 $g = 10 \text{ m/s}^2$. 若第 1 s 内位移大小恰等于所能上升的最大高度的 $\frac{5}{9}$ 倍, 求物体的初速度.

第5课时 追及与相遇问题



基础知识过关

1. 追及问题

追和被追的两物体_____是能否追上及两点之间距离极值的临界条件.

(1)速度大者减速追速度小者.

①当两者速度相等时,若_____,
则永远追不上,此时两者间距离有最小值;

②若两者_____相等时,两者_____相等,则恰好追上,也是两者避免相撞的临界条件;

③若两者位移相等时,追者速度仍_____被追者速度,则被追者还有一次追上追者的机会,其两者速度_____时,两者间距离有最大值.

(2)速度小者加速追速度大者

①当两者_____相等时二者有最大距离;

②当两者_____相等时,即后者追上前者.

2. 相遇问题

(1)相向运动的物体,当各自的_____等于开始时两物体的距离即相遇.

(2)同向运动的物体_____即相遇.



重点难点例析

一、如何求解追及问题

求解追及问题的分析思路

(1)根据追赶和被追赶的两个物体的运动性质,列出两个物体的位移方程,并注意两物体运动时间之间的关系.

(2)通过对运动过程的分析,画出简单的图示,找出两物体的运动时间、速度和位移的关系,两个物体在追上时位置坐标相同.

(3)寻找问题中隐含的临界条件.例如速度小者加速追赶速度大者,在两物体速度相等时有最大距离;速度大者减速追赶速度小者,在两物体速度相等时有最小距离,等等.利用这些临界条件常能简化解题过程.

(4)求解此类问题的方法,除了以上所述根据追及的主要条件和临界条件联立方程求解外,还可利用二次函数求极值,及应用图象法和相对运动知识求解.

【例1】物体A、B同时从同一地点,沿同一方向运动,A以10 m/s的速度匀速前进,B以2 m/s²的加速度从静止开始做匀加速直线运动,求A、B再次相遇前两物体间的最大距离.

【解析】物理分析法:A做 $v_A=10$ m/s的匀速直线运动,B做初速度为零、加速度 $a=2$ m/s²的匀加速直线运动.根据题意,开始一小段时间内,A的速度大于B的速度,它们间的距离逐渐变大,当B的速度加速到大于A的速度后,它们间的距离又逐渐变小;A、B间距离有最大值的临界条件是

$$v_A = v_B \quad ①$$

设两物体经历时间 t 相距最远,则 $v_A = at$ ②

把已知数据代入①②两式联立得 $t=5$ s

在时间 t 内,A、B两物体前进的距离分别为

$$x_A = v_A t = (10 \times 5) \text{ m} = 50 \text{ m}$$

$$x_B = \frac{1}{2} at^2 = (\frac{1}{2} \times 2 \times 5^2) \text{ m} = 25 \text{ m}$$

A、B再次相遇前两物体间的最大距离为

$$\Delta x_{\max} = x_A - x_B = 50 \text{ m} - 25 \text{ m} = 25 \text{ m}$$

【点拨】追及问题的常用方法:

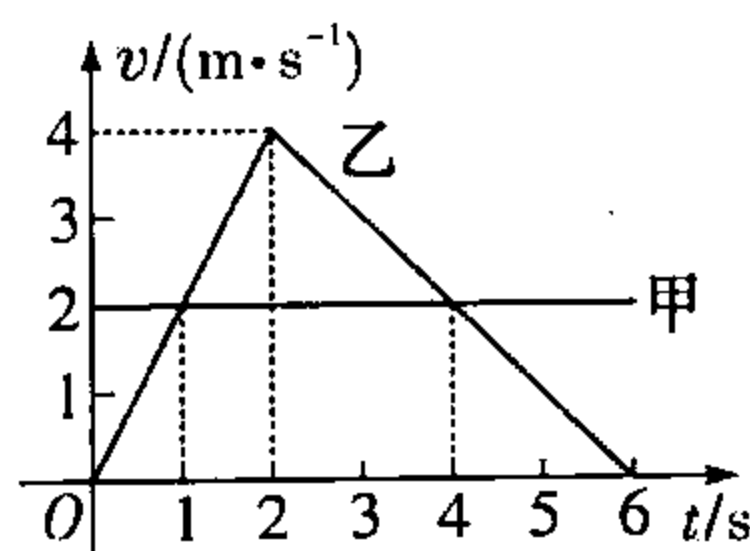
(1)物理分析法:抓好“两物体能否同时到达空间某位置”这一关键,按解析中的思路分析.

(2)相对运动法:巧妙地选取参考系,然后找两物体的运动关系.

(3)极值法:设相遇时间为 t ,根据条件列方程,得到关于 t 的一元二次方程,用判别式进行讨论,若 $\Delta > 0$,即有两个解,说明可以相遇两次;若 $\Delta = 0$,说明刚好追上或相碰;若 $\Delta < 0$,说明追不上或不能相碰.

(4)图象法:将两者的速度时间图象在同一个坐标系中画出,然后利用图象求解.

【拓展1】如图所示是甲、乙两物体从同一地点,沿同一方向做直线运动的 $v-t$ 图象,由图象可以看出



A. 这两个物体两次相遇的时刻分别是1 s末和4 s末

B. 这两个物体两次相遇的时刻分别是2 s末和6 s末

C. 两物体相距最远的时刻是2 s末

D. 4 s末以后甲在乙的前面

二、如何求解相遇问题

相遇问题的分析思路:

相遇问题分为追及相遇和相向运动相遇两种情形,其主要条件是两物体在相遇处的位置坐标相同.

(1)列出两物体运动的位移方程,注意两个物体运动时间之间的关系.

(2)利用两物体相遇时必处在同一位置,寻找两物体位移间的关系.

(3)寻找问题中隐含的临界条件.

(4)与追及中的解题方法相同.

【例2】甲、乙两物体相距 x ,同时同向沿同一直线运动,甲在前面做初速度为零、加速度为 a_1 的匀加速直线运动,乙在后做初速度为 v_0 ,加速度为 a_2 的匀加速直线运动,则

A. 若 $a_1 = a_2$,则两物体可能相遇一次

B. 若 $a_1 > a_2$,则两物体可能相遇两次

C. 若 $a_1 < a_2$,则两物体可能相遇两次

D. 若 $a_1 > a_2$,则两物体也可相遇一次或不相遇

【解析】设乙追上甲的时间为 t ,追上时它们的位移有

$$v_0 t + \frac{1}{2} a_2 t^2 - \frac{1}{2} a_1 t^2 = x$$

$$\text{上式化简得 } (a_1 - a_2)t^2 - 2v_0 t + 2x = 0$$

$$\text{解得 } t = \frac{2v_0 \pm \sqrt{4v_0^2 - 8x(a_1 - a_2)}}{2(a_1 - a_2)}$$

(1)当 $a_1 > a_2$ 时,判别式“ Δ ”的值由 v_0 、 a_1 、 a_2 、 x 共同决定,且 $\sqrt{\Delta} < 2v_0$,而 Δ 的值可能小于零、等于零、大于零,则两物体可能不相遇,相遇一次,相遇两次,所以选项B、D正确.

(2)当 $a_1 < a_2$ 时, t 的表达式可表示为