

新课标

2012

总策划
鲁牛

其实高考教辅并不需要编得那么厚，也无须搞大量的题海战术，更不是曲高和寡的挂名应景之作。高考教辅，就是应试得分为目标，折射的是编写者的学识、经验和心血。

——鲁牛

年度高考

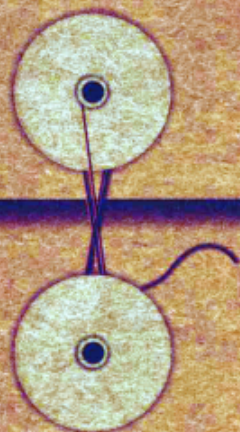
苏明义 方习鹏 物理指导



YZLI0890141460

商务印书馆

星球地图出版社



年度高考 · 2012

第二辑

熊江平语文指导

苗金利数学指导

刘兆义英语指导

汪学毅历史指导

王树声 安迎地理指导

苏明义 方习鹏物理指导

刘振贵化学指导

王钵生物指导



陆柒捌高考沙龙 · 策划
涵芬楼文化 · 出品

ISBN 978-7-100-08370-6



9 787100 083706 >

新课标
2012

总策划
鲁牛

其实高考教辅并不需要编得那么厚，也无须搞大量的题海战术，更不是曲高和寡的挂名应景之作。高考教辅，就是以应试得分为目标，折射的是编写者的学识、经验和心血。

——鲁牛

年度 高考

苏明义 方习鹏
物理指导

商务印书馆

星球地图出版社

图书在版编目(CIP)数据

新课标年度高考(2012)苏明义、方习鹏物理指导/
苏明义、方习鹏主编. —北京:商务印书馆, 2011
ISBN 978-7-100-08370-6

I. ①新… II. ①苏…②方… III. ①中学物理课—
高中—升学参考资料 IV. ①G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 091727 号

所有权利保留。

未经许可,不得以任何方式使用。

新课标年度高考(2012)苏明义、方习鹏物理指导

苏明义 方习鹏 主编

商务印书馆出版

(北京王府井大街 36 号 邮政编码 100710)

商务印书馆发行

山西人民印刷有限责任公司印刷

ISBN 978-7-100-08370-6

2011 年 6 月第 1 版

开本 890×1240 1/16

2011 年 6 月第 1 次印刷

印张 26

定价:50.00 元

一段“被师徒”的佳话

——鲁牛眼中的苏明义和方习鹏

当下网络语言影响日盛，于新事物向来“迟钝”如鲁牛者亦偶有引用和再创，“被师徒”即为拈来之作。师者，本书主编苏明义也；徒者，方习鹏也，亦并为本书主编。苏方二人，年相仿，趣相投，实为同行之好友。然初识二人，却被告知：“此乃一师一徒也”，鲁牛愕然旋即获悉“被师徒”之一段旧闻，不禁恍然失笑。

苏明义，北京海淀教师进修学校物理教研员，掌管名校云集之海淀区物理教研事务。苏君，黑头方脸，声洪亮，性豪爽。初执教于海淀名校首都师大附属中学，少年气盛，锋芒劲健，教考俱优，年方而立已闻名京城，执教十年即超擢高级教师，岁方四旬乃荣膺“特级”之殊荣，所谓一路春风是也。执鞭海淀进校，课徒授业，领衔学术，指点一区之教研与高考，声名日益远播。学界推崇，委以全国物理教学委员会副秘书长之重任；同行垂慕，各省讲座之邀约纷至沓来，飞行讲学应接不暇。盛名之下，苏氏亦常有“被主编”之无奈，坊间物理高考教辅图书，冠有“苏明义”主编之名者层出不穷，真假掺半、良莠不齐。

方习鹏，世居安徽，生于斯长于斯，受业于斯成名于斯。常年执教淮北某名校，教法精湛，高考常捷，声名渐起并闻达于外乡他邑。京城十一学校，海淀之传统名校也，求才甚切，几度慕名相召。世纪之初，方君携妻子老幼，举家入京，执鞭十一讲坛。适逢该校推出名师成长之规划，欲集全校之力，培养、推出一批出自一线课堂的“教育家”，此举蓝图宏阔，立意高远。方君有幸跻身重点培养之列，得享殊遇。校方委以高考把关重任，量身定制成长计划，配备专属教室，并选择学术导师指点之、提携之、推扬之。既为导师，当才学、人品、声望皆出众人者可堪任，校方替方君锁定海淀区物理教研员苏明义。

苏君较方君年虽相仿，然其久处京师教界，盛名早就，人脉广布，俨然已为一方学术之领袖。唯二人早为旧识，彼此倾慕，一朝冠以“师徒”名分，何以面对？不意方君生性豁达，自言感佩苏兄学识人品良久，乐于师之。苏君亦难推脱校方一再之盛情，勉力应之。方氏其人，目光深邃，风度儒雅，谈吐沉着极有条理，胸怀大志而致车不辍，苏君目之为一时俊杰。二人虽“被为”师徒，然彼此礼遇有加、敬重有加，亦师亦友，互学相长。不数年间，方君业务日益精进，教绩显赫，获誉良多，旋被推为一区物理学科之带头人，兼任海淀区高中物理教研员一职。由此，师徒两人携手并肩，共同指导海淀众多名校高中教学和高考研究。

鲁牛闻而感慨。唐人韩昌黎曾云“师”之道也，“吾师道也，夫庸知其年之先后生于吾乎？是故无贵无贱，无长无少，道之所存，师之所存也。”方君深悟其髓，苏君亦明其理，故二君不畏流俗，不拘常理，师之友之，取长补短，同求教育教学之道，共参为师为人之道。其“被师徒”之趣闻唯能博人一笑耳？否！此诚为教坛之一段佳话也。若各界才能卓异之士，皆能步二君之后尘，破门户，轻长幼，淡恩怨，交相师而非交相轻，诚为今日学林之大幸也。有感于此，鲁牛诚邀二君，携手担当《年度高考指导》丛书物理分册之主编，欲藉其如椽之笔力，磊落之人品，为天下诸生再续一段书业“佳话”。

是为序。

2011年3月于北京中关村

使用说明

关键词——高考应试、考点揭秘、解题得分、真题演练

◎ 新课标·年度高考·苏明义 方习鹏物理指导 编写特色

全新——以普通高中课程标准及新课标高考大纲为依据，以高考应试为目标，以能力提升为核心，回归教辅之本意，以全新理念打造一套颠覆传统的备考用书。

权威——由“678高考沙龙”与北京海淀名校名师倾力合作，集中北京市海淀区高考研究与指导团队的智力，由北京市特级教师、中国教育学会物理教学专业委员会常务理事、副秘书长兼竞赛委员会主任苏明义老师和北京市十一学校物理学科主任方习鹏老师领衔主笔。

实用——传授“应试备考策略，解题得分之道”，尤以突出方法指导、能力培养为特色，让你通过研读与训练，尽快领悟高考命题思路，试题的着眼点和着力点，复习备考事半功倍。本书根据高中物理核心知识和方法分专题编写，与你高考复习保持同步，方便你的使用。经高三学生试用后修改完善，得到考生、教师的一致肯定。

◎ 新课标·年度高考·苏明义 方习鹏物理指导 栏目功能

- | | |
|---------------|--|
| 【考点说明】 | 列举高考大纲相关内容，细化考纲的内容要求。对高考大纲进行逐条剖析，明确高考命题的“重点”、“热点”。分析近几年高考命题的方向，预测命题的基本走向与可能性，让你知道高考“考什么”，有的放矢地进行复习备考。 |
| 【真题解读】 | 从近几年高考试题中选择有代表性的试题，逐题解答、分析，说明高考试题的命题意图、试题特点及其规律，以及考生易出现的典型错误。帮助你领悟高考命题的基本思想，让你知道高考“怎么考”。 |
| 【知识精要】 | 对每一单元重要的知识内容进行必要的归纳，引导你更好地把握教材。你在复习时首先应研读教材，对物理概念和规律进行梳理和总结，并进行补充。 |
| 【方法指导】 | 从近几年高考和各地模拟试题中精选典型试题作为例题，深入浅出地进行解答和评析，对重要的物理概念和规律，解题的思路方法，你在知识理解、方法落实、技巧掌握等方面易出现的问题进行分析和总结。对典型问题给出对应的比较或变式训练，通过一题多解、多解归一、多题归一让你轻松掌握解题的要领和方法。 |
| 【能力达标】 | 针对高考的重点和热点，精选适量的典型习题让你进行必要的训练，通过训练掌握知识和方法，顺利达到高考的能力要求，从容应对高考。 |
| 【挑战极限】 | 为学有余力的学生准备适量的综合程度高、问题情景新的练习题，激发你的潜能，冲击名牌高校。 |
| 【指点迷津】 | 给出练习题的答案，并针对你的思维障碍给出简明的提示，对于难度较高的题给出规范解答。让你透过提示的内容产生“原来如此”的感觉，悟出解题的方法。 |

◎ 新课标·年度高考·苏明义 方习鹏物理指导 编写队伍

主 编：苏明义 方习鹏

执行主编：方习鹏

编 者：于振丽 方习鹏 田 俊 刘 波 宋新国 张 嫵 梁 朔 董 平

目 录

第一章 质点的直线运动	1
第1讲 受力分析 物体的平衡	1
第二章 相互作用与牛顿运动定律	14
第1讲 受力分析 物体的平衡	14
第2讲 牛顿运动定律	27
第三章 抛体运动与圆周运动	46
第1讲 运动的合成与分解 抛体运动	46
第2讲 圆周运动	57
第四章 万有引力定律	68
第五章 机械能	80
第1讲 功和能	80
第2讲 机械能守恒定律 能量守恒	98
第六章 动量	117
第1讲 动量定理	117
第2讲 动量守恒定律	129
第七章 机械振动机械波	143
第1讲 简谐运动	143
第2讲 机械波	151
第八章 电场	161
第1讲 电场的性质	161
第2讲 带电粒子在电场中的运动 电容器	173

第九章 恒定电流	192
第1讲 部分电路欧姆定律 电功 电功率	192
第2讲 闭合电路欧姆定律	203
第十章 磁场	213
第1讲 磁场 磁场对电流的作用	213
第2讲 磁场对运动电荷的作用	222
第3讲 带电粒子在电磁场中的运动	235
第十一章 电磁感应	252
第1讲 电磁感应现象及规律	252
第2讲 电磁感应规律的综合应用	266
第十二章 交变电流 电磁波	287
第1讲 正弦式交变电流的规律 电磁波	287
第2讲 变压器 电能的输送	297
第十三章 热学	307
第十四章 光学	317
第1讲 光的反射和折射	317
第2讲 光的波粒二象性	325
第十五章 原子与原子核	336
第1讲 原子结构	336
第2讲 原子核	343
第十六章 物理实验	352
第1讲 测量仪器的读数及有效数字	353
第2讲 力学实验原理与方法	358
第3讲 电学实验的原理与方法	377

第一章 质点的直线运动

第1讲 受力分析 物体的平衡

【考点说明】

内容	要求
机械运动,参考系,质点	I
位移和路程	II
匀速直线运动,速度,速率,位移公式 $x=vt$, $x-t$ 图, $v-t$ 图	II
变速直线运动,平均速度	II
瞬时速度(简称速度)	I
匀变速直线运动,加速度,公式 $v=v_0+at$, $x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$, $v^2-v_0^2=2ax$, $v-t$ 图	II

1. 本章主要研究一维直线运动,重点是描述运动的基本概念和匀变速运动的基本规律.从知识内容角度来看,本章是高中力学部分的基础;从能力培养角度来看,本章所涉及的思想方法是学好高中物理的基础.

2. 复习时,首先要理解描述运动的基本概念的定义、物理意义,要注意它们之间的联系以及引入这些基本概念的目的;在解题时要注意恰当的选用匀变速运动的基本规律,如速度-时间关系,位移-时间关系以及位移-速度关系等,要能根据基本规律推理出一系列常用的衍生规律和方法;另外,养成良好的思维习惯,掌握物理学研究问题的基本方法,如构造理想模型简化问题、通过实验探究未知问题等也是本章的重点.

【真题解读】

1. (2010 新课标卷)短跑名将博尔特在北京奥运会上创造了 100 m 和 200 m 短跑项目的新世界纪录,他的成绩分别是 9.69 s 和 19.30 s.假定他在 100 m 比赛时从发令到起跑的反应时间是 0.15s,起跑后做匀加速运动,达到最大速率后做匀速运动.200 m 比赛时,反应时间及起跑后加速阶段的加速度和加速时间与 100 m 比赛时相同,但由于弯道和体力等因素的影响,以后的平均速率只有跑 100 m 时最大速率的 96%.求:

- (1)加速所用时间和达到的最大速率;
- (2)起跑后做匀加速运动的加速度.(结果保留两位小数)

【解答】(1)设博尔特加速所用时间为 t ,达到的最大速率为 v ,100 m、200 m 项目的成绩分别为 t_1 和 t_2 ,起跑反应时间为 Δt .由运动学公式得

$$\frac{v}{2}t + v(t_1 - t - \Delta t) = 100,$$

$$\frac{v}{2}t + 0.96v((t_2 - t - \Delta t)) = 200,$$

解得 $t = 1.29 \text{ s}$, $v = 11.24 \text{ m/s}$.

(2) 设起跑后做匀加速运动的加速度为 a ,

由 $v = at$ 解得 $a = v/t = 8.71 \text{ m/s}^2$.

【点评】 本题考查描述匀变速运动的基本物理量的相关计算, 要求学生掌握速度、速率、加速度等概念, 并利用相关的公式进行计算解答.

本题以运动学知识为背景, 联系体育比赛中的实际问题, 并将复杂的问题转化为高中生可分析的简单模型, 反映出新教材联系实际生活的特点.

2. 如图 1-1-1 所示是某物体做直线运动的速度图象, 下列有关物体运动情况判断正确的是().

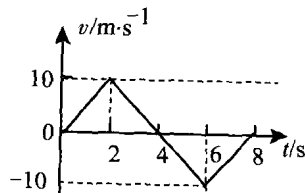


图 1-1-1

A. 前两秒加速度为 5 m/s^2

B. 4 s 末物体回到出发点

C. 6 s 末物体距出发点最远

D. 8 s 末物体距出发点最远

【解答】 在 $v-t$ 图象中图线的斜率对应于物体运动的加速度, 图线与横轴围成的面积表示一段时间内的位移. 前 2s 内, 斜率 $k = 5 \text{ m/s}^2$; 通过计算 $v-t$ 图线与横轴围成的面积可知, 4 s 末物体的位移大小为 20 m, 6 s 末物体的位移大小为 10 m, 8 s 末物体的位移大小为 0.

答案: A

【点评】 本题考查匀变速运动的 $v-t$ 图象相关知识, 要求知道在 $v-t$ 图象中倾斜的直线表示物体做匀变速直线运动, 斜率的大小对应于加速度的大小, 斜率的正负对应于加速度的方向; 图线与横轴围成的面积表示一段时间内的位移.

用图象描述物理规律是物理学中常用的一种方法, 复习过程中要重视应用图象分析求解运动学问题. 图象具有直观易懂、运算方便等特点, 是解答运动学题目的常用方法.

3. (2008 四川卷) A、B 两辆汽车在平直的公路上同向行驶. 当 B 车在 A 车前 84 m 处时, B 车速度为 4 m/s, 且正以 2 m/s^2 的加速度做匀加速运动; 经过一段时间后, B 车加速度突然变为零, A 车一直以 20 m/s 的速度做匀速运动, 经过 12 s 后两车相遇. 问 B 车加速行驶的时间是多少?

【解答】 设 A 车的速度为 v_A , B 车加速行驶时间为 t , 两车在 t_0 时相遇. 则有

$$x_A = v_A t_0, \quad (1)$$

$$x_B = v_B t + \frac{1}{2} a t^2 + (v_B + at)(t_0 - t), \quad (2)$$

式中 $t_0 = 12 \text{ s}$, x_A 、 x_B 分别为 A、B 两车相遇前行驶的路程. 依题意有 $x_A = x_B + x$. (3)

$$\text{式中 } x = 84 \text{ m, 由 } (1)(2)(3) \text{ 式得 } t^2 - 2t_0 t + \frac{2[(v_B - v_A)t_0 - x]}{a} = 0.$$

代入题给数据 $v_A = 20 \text{ m/s}$, $v_B = 4 \text{ m/s}$, $a = 2 \text{ m/s}^2$ 有 $t^2 - 24t + 108 = 0$.

解得 $t_1 = 6 \text{ s}$, $t_2 = 18 \text{ s}$ ($t_2 = 18 \text{ s}$ 不合题意, 舍去)

因此 B 车加速行驶的时间为 6 s.

【点评】 本题考查匀变速直线运动规律在“相遇问题”中的应用. 学生不仅要熟练掌握匀变速直线运动的基本规律, 还要理解“相遇问题”的基本特征——相遇时位置相同. 此类题目由于时间、位移关系复杂, 需要学生明确物理情境, 分析清楚物理过程, 属于有一定难度的题目, 复习时要给以足够的重视.

【知识精要】

一、运动的基本概念

物理量	公式	物理意义
位移	$\Delta x = x_2 - x_1$	表示物体位置的变化量
速度	平均速度: $\bar{v} = \Delta x / \Delta t$, 方向与位移方向相同 瞬时速度: 当 $\Delta t \rightarrow 0$ 时, $v = \Delta x / \Delta t$, 方向为那一时刻的运动方向	表示物体位置变化的快慢
加速度	$a = \Delta v / \Delta t = (v_1 - v_0) / \Delta t$, 方向与速度变化的方向相同	表示物体速度变化的快慢, 为速度的变化率

二、匀变速直线运动的规律

1. 匀变速直线运动的基本公式

速度-时间公式: $v = v_0 + at$.

位移-时间公式: $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$.

速度-位移公式: $v^2 - v_0^2 = 2ax$.

2. 匀变速直线运动的重要推论

(1) 物体做匀变速直线运动, 在任意两个连续相等的时间内的位移之差是个定值.

$$\Delta x = x_{i+1} - x_i = aT^2.$$

(2) 物体做匀变速直线运动, 在某段时间内的平均速度等于该段时间的中间时刻的速度.

$$v_{t/2} = \bar{v} = \frac{v_0 + v}{2}.$$

(3) 初速度为零的匀加速直线运动, (T 为相等的时间间隔)

① 在 $1T$ 末、 $2T$ 末、 $3T$ 末... nT 末的速度之比

$$v_1 : v_2 : v_3 : \dots : v_n = 1 : 2 : 3 : \dots : n.$$

② 在 $1T$ 内、 $2T$ 内、 $3T$ 内... nT 内的位移之比

$$x_1 : x_2 : x_3 : \dots : x_n = 1 : 4 : 9 : \dots : n^2.$$

③ 在第 1 个 T 内、第 2 个 T 内、第 3 个 T 内...第 N 个 T 内的位移之比

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

3. 自由落体运动与竖直上抛运动

自由落体运动和竖直上抛运动是匀变速直线运动, 加速度为重力加速度.

自由落体运动: $v_0 = 0$, $a = g$ (以竖直向下为正).

竖直上抛运动: $v_0 > 0$, $a = -g$ (以竖直向上为正).

三、匀变速直线运动的图象

1. 图 1-1-2 甲为匀速直线运动的位移时间图象

斜率 $k = v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ (斜率的大小表示速度的大小, 斜率的正负表示速度的方向).

2. 图 1-1-2 乙为匀变速直线运动的速度时间图象

(1) 斜率 $k = a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ (斜率的大小表示加速度的大小, 斜率的正负表示加速度的方向);

(2)图线与时间轴所围成的“面积”表示物体的位移大小(当图线位于 t 轴上方时,表示位移方向为正;当图线位于 t 轴下方时,表示位移方向为负).

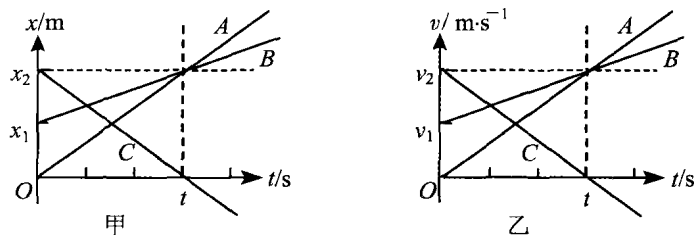


图 1-1-2

【方法指导】

例 1. 关于速度和加速度的关系,下列说法正确的是().

- A. 物体运动的速度越大,它的加速度也一定越大
- B. 物体运动的加速度方向保持不变,速度方向也保持不变
- C. 加速度的大小不断变小,速度的大小也不断变小
- D. 加速度反映速度变化的快慢,与速度无关

【解答】物体运动的速度很大,但速度可能保持不变,或者变化很慢,所以加速度可能为零或者很小,A 错误;

加速度的方向不变,物体的速度方向可能不变,例如匀加速直线运动. 也可能变化,例如匀减速直线运动中的速度减小为零后,物体可以反向加速运动,B 错误;

速度大小的变化只取决于速度方向和加速度方向是否相同. 当二者方向相同时,物体做加速运动,当二者方向相反时,物体做减速运动,C 错误;

根据定义,加速度反映速度变化的快慢,与速度无关,D 正确.

答案:D.

【评析】速度、速度的变化和加速度是易混淆的概念,速度的定义是当运动时间趋于零时,位移与时间的比值;速度的变化是指一定时间间隔内末速度与初速度的差;加速度是指速度的变化与发生此变化的时间的比值,即速度的变化率. 三个概念层次递进,但反映的内容是不同的.

另外速度、速度的变化和加速度都是矢量. 速度的方向是某时刻的运动方向,而速度变化的方向是由末速度与初速度的矢量差决定的,加速度的方向与速度变化的方向一致.

例 2. (2008 全国卷 II) 已知 O、A、B、C 为同一直线上的四点,AB 间的距离为 l_1 ,BC 间的距离为 l_2 ,一物体自 O 点由静止出发,沿此直线做匀加速运动,依次经过 A、B、C 三点. 已知物体通过 AB 段与 BC 段所用的时间相等,求 O 与 A 的距离.

【解答】方法一(利用匀变速运动公式求解):设物体的加速度为 a ,到达 A 点的速度为 v_0 ,通过 AB 段和 BC 段所用的时间为 t ,则有

$$l_1 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$l_1 + l_2 = 2v_0 t + 2a t^2$$

$$\text{解得 } a = (l_2 - l_1)/t^2, v_0 = (3l_1 - l_2)/2t$$

$$\text{设 O 与 A 的距离为 } l, \text{ 则有 } l = \frac{v_0^2}{2a}$$

$$\text{解得 } l = \frac{(3l_1 - l_2)^2}{8(l_2 - l_1)}.$$

方法二(利用平均速度求解):设物体的加速度为 a ,到达 A 点的速度为 v_0 ,通过 AB 段和 BC 段所用的时间为 t ,则

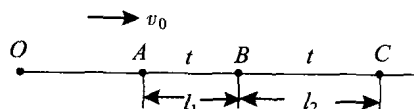


图 1-1-3

AB 段中间时刻的速度 $v_1 = \bar{v}_{AB} = l_1/t$,

BC 段中间时刻的速度 $v_2 = \bar{v}_{BC} = l_2/t$,

由 $v_2 - v_1 = at$ 解得 $a = (l_2 - l_1)/t^2$.

设 O 与 A 的距离为 l , 则有 $v_0 = v_1 - a(t/2)$, $l = \frac{v_0^2}{2a}$.

解得 $l = \frac{(3l_1 - l_2)^2}{8(l_2 - l_1)}$.

方法三(利用 $\Delta x = x_{i+1} - x_i = aT^2$ 求解): 设物体的加速度为 a , 到达 A 点的速度为 v_0 , 通过 AB 段和 BC 段所用的时间为 t , 则

$$l_2 - l_1 = at^2,$$

解得 $a = (l_2 - l_1)/t^2$.

由 $l_1 = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$, 解得 $v_0 = (3l_1 - l_2)/2t$.

设 O 与 A 的距离为 l , 则有 $l = \frac{v_0^2}{2a}$.

解得 $l = \frac{(3l_1 - l_2)^2}{8(l_2 - l_1)}$.

【评析】熟练运用匀变速直线运动规律是处理问题的关键. 常用的匀变速直线运动规律包括速度时间关系、位移时间关系, 以及由以上两个基本关系导出的位移速度关系. 除此之外, 一些常用的推论也有助于快速解题.

【变式】物体在斜面顶端由静止开始匀加速下滑. 最初 3s 内通过的位移为 4.5 m, 最后 3s 内通过的位移为 10.5 m. 求斜面的总长度.

【点拨】本题有多种解法, 若能巧妙利用平均速度求解, 则可简化求解过程. 物体在后 3s 内中间时刻的速度等于后 3s 的平均速度, 所以 $v = \frac{x_2}{t} = \frac{10.5}{3} = 3.5(\text{m/s})$,

由前 3s 内的位移可求得加速度 $a = \frac{2x_1}{t^2} = \frac{2 \times 4.5}{3^2} = 1(\text{m/s}^2)$.

设物体由静止开始运动到后 3s 中间时刻的时间为 t' , 则 $t' = \frac{v}{a} = \frac{3.5}{1} = 3.5(\text{s})$.

所以物体在斜面上运动的总时间为 $t = t' + 1.5 = 5 \text{ s}$.

因此斜面总长度即物体在 5s 内下滑的距离为 $x = \frac{1}{2} at^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times 5^2 = 12.5(\text{m})$.

【思考】一颗子弹垂直穿过三块紧挨在一起的固定木板后, 速度刚好为零. 设子弹在各木板中运动所受阻力大小恒定.

(1) 若子弹穿过每块木板的时间相同, 则三块木板厚度之比为_____;

(2) 若三块木板厚度相同时, 则子弹先后穿过三块木板的时间之比为_____.

【点拨】本题的常规解法是顺着运动的过程考虑, 即作为匀减速直线运动来处理, 求解烦琐. 若将它逆向处理, 反过来后它是一个初速度为零的匀加速直线运动, 可以用简单的比例关系求解. 将子弹的运动逆向看作为初速度为零的匀加速直线运动:

相同时间间隔内的位移之比为 $s_1 : s_2 : s_3 : \dots = 1 : 3 : 5 : \dots$

通过连续相等位移所用的时间之比为 $t_1 : t_2 : t_3 : \dots = 1 : (\sqrt{2} - 1) : (\sqrt{3} - \sqrt{2}) : \dots$

答案: $5 : 3 : 1$; $(\sqrt{3} - \sqrt{2}) : (\sqrt{2} - 1) : 1$

例 3. (2010 全国卷 I) 汽车由静止开始在平直的公路上行驶, 0 ~ 60 s 内汽车的加速度随时间变化的图象如图 1-1-4 所示.

(1) 画出汽车在 $0 \sim 60$ s 内的 $v-t$ 图象;

(2) 求在这 60 s 内汽车行驶的路程.

【解答】(1) 由加速度图象可知, 前 10 s 汽车做匀加速运动. 选择前进方向为正方向, 则加速度 $a_1 = 2 \text{ m/s}^2$, 第 10 s 末汽车的速度 $v_1 = a_1 t = 2 \times 10 = 20 \text{ m/s}$;

第 10 s 到第 40 s 内汽车做匀速运动, 速度为 $v_1 = 20 \text{ m/s}$;

后 20 s 汽车做匀减速运动, 加速度 $a_3 = -1 \text{ m/s}^2$, 第 60 s 末汽车的速度 $v_2 = v_1 + a_3 t = 0$.

画出 $v-t$ 图象如图 1-1-5 所示.

(2) 汽车运动的位移为匀加速、匀速、匀减速三段的位移之和, 等于 $v-t$ 图线与横坐标轴围成的面积

$$x = x_1 + x_2 + x_3 = \frac{1}{2} \times 20 \times 10 + 30 \times 20 + \frac{1}{2} \times 20 \times 20 = 800 \text{ m}.$$

【评析】解答图象问题, 最重要是明确图象所代表的意义, 抓住速度图象是速度随时间的变化规律, 是物理公式的函数表现形式. 分析问题时要做到数学与物理的有机结合, 数学为物理所用.

【思考】甲、乙、丙三个物体同时同地出发做直线运动.

(1) 已知它们的 $v-t$ 图象如图 1-1-6 所示, 在 t_1 时间内的平均速度大小关系怎样? 平均速率大小关系怎样?

(2) 已知它们的 $x-t$ 图象如图 1-1-7 所示, 在 t_1 时间内的平均速度大小关系怎样? 平均速率大小关系怎样?

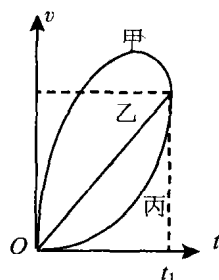


图 1-1-6

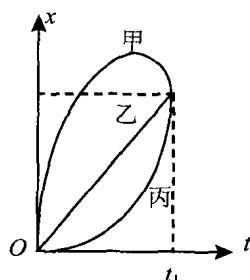


图 1-1-7

【点拨】(1) 根据平均速度的定义 $\bar{v} = \frac{x}{t}$, 其中 x 为位移, t 为时间, 位移对应 $v-t$ 图线与横轴围成的面积, 显然有 $x_{\text{甲}} > x_{\text{乙}} > x_{\text{丙}}$. 三个物体的运动时间相同, 所以有 $\bar{v}_{\text{甲}} > \bar{v}_{\text{乙}} > \bar{v}_{\text{丙}}$; 而

平均速率 $\bar{v}' = \frac{x'}{t}$, 其中 x' 为路程. 因为甲、乙、丙三个物体均没有反向运动过程, 因此路程与位移的大小相同, 有 $x'_{\text{甲}} > x'_{\text{乙}} > x'_{\text{丙}}$, 所以 $\bar{v}'_{\text{甲}} > \bar{v}'_{\text{乙}} > \bar{v}'_{\text{丙}}$.

(2) 由 $x-t$ 图象知, 甲、乙、丙三个物体的位移大小相同, 三个物体的运动时间相同, 所以有 $\bar{v}_{\text{甲}} = \bar{v}_{\text{乙}} = \bar{v}_{\text{丙}}$; 而甲物体的位移先增大后减小, 说明甲物体有反向运动过程, 因此路程关系有 $x'_{\text{甲}} > x'_{\text{乙}} = x'_{\text{丙}}$, 所以 $\bar{v}'_{\text{甲}} > \bar{v}'_{\text{乙}} = \bar{v}'_{\text{丙}}$.

【变式】(2008 海南卷) 在 $t=0$ 时刻, 甲、乙两车从相距 70 km 的两地开始相向行驶, 它们的 $v-t$ 图象如图 1-1-8 所示, 忽略汽车调头所需时间. 下列对汽车运动状况的描述正确的是()

- A. 在第 1 小时末, 乙车改变运动方向
- B. 在第 2 小时末, 甲、乙两车相距 10 km
- C. 在前 4 小时内, 乙车运动加速度的大小总比甲车的大
- D. 在第 4 小时末, 甲、乙两车相遇

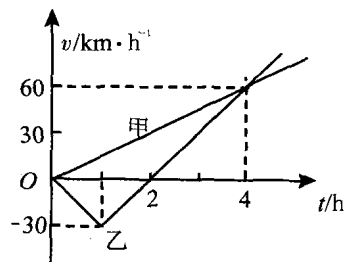


图 1-1-8

【解答】在第 1 小时末, 乙车速度仍为 -30 km/h , 速度并未改变方向, 所以 A 错误;

前 2 小时内 $x_{\text{甲}} = (2 \times 30)/2 = 30 \text{ (km)}$, $x_{\text{乙}} = (2 \times 30)/2 = 30 \text{ (km)}$, 所以甲、乙两车相距

$$\Delta x = l - (x_{\text{甲}} + x_{\text{乙}}) = 10 \text{ km}, \text{ B 正确};$$

前 4 小时内, 乙车两段图线的斜率绝对值均比甲车图线的斜率大, 即乙的加速度总比甲的加速度大, C

正确;

在第 2~4 小时内, $x'_{\text{甲}} = (30+60) \times 2/2 = 90 \text{ (km)}$, $x'_{\text{乙}} = (60 \times 2)/2 = 60 \text{ (km)}$.

由 B 项知第 4 小时末两车相距 $\Delta x' = x'_{\text{甲}} - \Delta x - x'_{\text{乙}} = 20 \text{ km}$, 所以 D 错误.

答案: BC.

例 4. 在水平轨道上有两列火车 A 和 B 相距 s , A 车在后面做初速度为 v_0 、加速度大小为 $2a$ 的匀减速直线运动, 而 B 车同时做初速度为零、加速度大小为 a 的匀加速直线运动, 两车运动方向相同. 要使两车不相撞, 求 A 车的初速度 v_0 满足什么条件.

【解答】方法一(物理分析法): A、B 车的运动过程如图 1-1-9 所示, 由位移公式、速度公式得

$$\text{对 A 车有 } s_A = v_0 t + \frac{1}{2} \times (-2a) \times t^2, v_A = v_0 + (-2a) \times t.$$

$$\text{对 B 车有 } s_B = \frac{1}{2} a t^2, v_B = a t$$

$$\text{两车距离 } s = s_A - s_B.$$

追上时两车不相撞的临界条件是 $v_A = v_B$.

$$\text{联立以上各式解得 } v_0 = \sqrt{6as}.$$

故要使两车不相撞, A 车的初速度 v_0 应满足的条件是 $v_0 \leq \sqrt{6as}$.

方法二(极值法): 由解法一可知 $s_A = s + s_B$.

$$\text{即 } v_0 t + \frac{1}{2} \times (-2a) \times t^2 = s + \frac{1}{2} a t^2, \text{ 整理得 } 3at^2 - 2v_0 t + 2s = 0.$$

当判别式 $\Delta = (2v_0)^2 - 4 \times 3a \times 2s < 0$ 时, t 无实数解, 即两车不相撞.

所以要使两车不相撞, A 车的初速度 v_0 应满足的条件是 $v_0 \leq \sqrt{6as}$.

方法三(图象法): 作 A、B 两车的速度-时间图象如图 1-1-10 所示, 设经过 t 时间两车刚好不相撞.

$$\text{对 A 车 } v_A = v = v_0 - 2at,$$

$$\text{对 B 车有 } v_B = v = at,$$

$$\text{以上两式联立解得 } t = \frac{v_0}{3a}.$$

经 t 时间两车间的距离 s 可用图中的阴影面积表示, 则

$$s = \frac{1}{2} v_0 \cdot t = \frac{1}{2} v_0 \cdot \frac{v_0}{3a} = \frac{v_0^2}{6a}.$$

所以要使两车不相撞, A 车的初速度 v_0 应满足的条件是 $v_0 \leq \sqrt{6as}$.

方法四(相对运动法): 以 B 车为参考系, A 车的初速度为 v_0 , 加速度为 $a' = -2a - a = -3a$.

A 车追上 B 车且刚好不相撞的条件是 $v_t = 0$, 这一过程 A 车相对于 B 车的位移为 s .

$$\text{由运动学公式 } v_t^2 - v_0^2 = 2a's, \text{ 得 } 0^2 - v_0^2 = 2 \times (-3a) \times s, \text{ 解得 } v_0 = \sqrt{6as}.$$

即要使两车不相撞, A 车的初速度 v_0 应满足的条件是 $v_0 \leq \sqrt{6as}$.

【评析】(1) 对这类问题的分析关键要抓住两点: 两车碰与不碰的临界条件是两车的速度相等; 两车刚好不碰时, 找出两车运动的时间关系和位移关系, 然后据此列方程求解.

(2) 解法一: 注重对运动过程的分析, 抓住两物体间距离有极值时速度应相等这一关键条件来求解; 解法二: 由位移关系得到一元二次方程, 然后利用根的判别式来确定方程中各系数间的关系, 这也是中学物理中常用的数学方法; 解法三: 通过图象使两物体的位移关系更直观、简捷; 解法四: 通过巧妙地选取参考系, 使两物体的运动关系变得简明.

【变式】小轿车 A 正以 30 m/s 的速度在平直公路上匀速前进, 因前方交通事故而刹车, 做加速度大小为 10 m/s^2 的匀减速运动, 此时与之平行的另一车道上在其后面 20 m 远处有一辆小客车 B 正在以 20 m/s 的

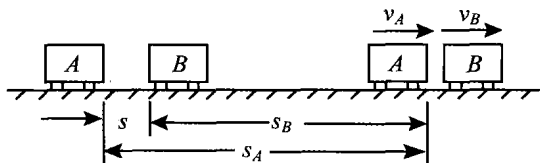


图 1-1-9

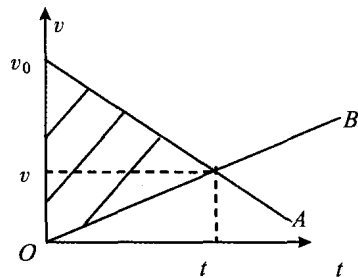


图 1-1-10

速度做同方向的匀速直线运动,问小客车经过多长时间追上小轿车?

【解答】当小客车 B 追上小轿车 A 时,两车的位置相同,位移关系满足 $x_A + 20 = x_B$.

A 车做减速运动,运动时间 $t = v_A/a = 30/10 = 3(\text{s})$,

在此过程中 A 车的位移 $x_A = v_{\text{平均}} t = (v_A + 0)t/2 = 45(\text{m})$,

B 车的位移 $x_B = v_B t = 20 \times 3 = 60(\text{m})$.

因为 $x_A + 20 > x_B$,当 A 车停止时,B 车还需要继续前进 Δx 才能追上 A 车

$\Delta x = (x_A + 20) - x_B = 5(\text{m})$,

所以 $t' = \Delta x/v_B = 5/20 = 0.25(\text{s})$.

小客车 B 追上小轿车 A 的时间为 $t_{\text{总}} = t + t' = 3 + 0.25 = 3.25 \text{ s}$

【评析】对于追及问题,除了根据其基本特征——两车的位置相同来确定位移关系之外,还要考虑两车运动时间的关系.本题的特殊性在于 A 车做减速运动,要注意当 A 车停止后,加速度也变为零,不会以原有加速度 10 m/s^2 做反向加速运动,所以要先明确 A 车运动的时间,判断在此时间内 B 车能否追上 A 车.若能,则可以直接利用位移关系 $x_A + 20 = x_B$ 进行求解;若不能,需要单独计算 A 车停止后 B 车追上 A 车的时间.

【能力达标】

1. 2008 年北京奥运会上,牙买加短跑运动员博尔特分别以 9 秒 69 和 19 秒 30 夺得 100m 和 200 m 冠军,并同时打破了这两个项目的世界记录.关于上述信息的下列说法中正确的有().

- A. 博尔特在 100m 比赛中各个时刻的瞬时速度一定都大于 10 m/s
- B. 博尔特在 100m 比赛中的平均速度一定大于 10 m/s
- C. 博尔特在 200m 比赛中的平均速度一定大于 10 m/s
- D. 博尔特在 200m 比赛中的平均速率一定大于 10 m/s



图 1-1-11

2. 下列所描述的运动中,可能的有().

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

3. 从某一高度相隔 1s 先后释放两个相同的小球甲和乙,不计空气的阻力,它们在空中任一时刻().

- A. 甲、乙两球距离始终保持不变,甲、乙两球速度之差保持不变
- B. 甲、乙两球距离越来越大,甲、乙两球速度之差也越来越大
- C. 甲、乙两球距离越来越大,甲、乙两球速度之差保持不变
- D. 甲、乙两球距离越来越小,甲、乙两球速度之差也越来越小

4. 某同学身高 1.8m,在运动会上他参加跳高比赛,起跳后身体横着越过了 1.8m 高的横杆.据此可估算他起跳时竖直向上的速度大小约为(取 $g = 10 \text{ m/s}^2$)().

- A. 2 m/s
- B. 4 m/s
- C. 6 m/s
- D. 8 m/s

5. 为了测定某辆轿车在平直路上启动时的加速度(轿车摄了一张在同一底片上多次曝光的照片(如图 1-1-12).如果拍摄时每隔 2 秒曝光一次,轿车车身总长为 4.5m,那么这辆轿车的加速度约为().

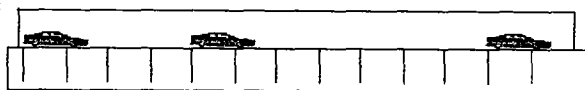


图 1-1-12

- A. 1 m/s^2
- B. 2 m/s^2

C. 3 m/s^2 D. 4 m/s^2

6. 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 1-1-13 所示, 连续两次曝光的时间间隔是相等的, 由图可知()。

- 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

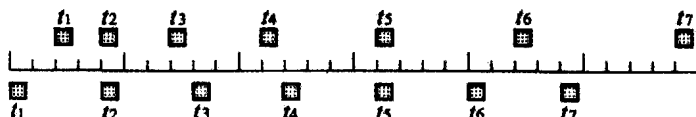


图 1-1-13



图 1-1-14

7. 图 1-1-14 所示为高速摄影机拍摄到的子弹穿透苹果瞬间的照片. 该照片经放大后分辨出, 在曝光时间内, 子弹影像前后错开的距离约为子弹长度的 $1\% \sim 2\%$. 已知子弹飞行速度约为 500 m/s , 由此可估算出这幅照片的曝光时间最接近()。

- A. 10^{-3} s B. 10^{-6} s
 C. 10^{-9} s D. 10^{-12} s

8. 在一竖直砖墙前让一个小石子自由下落, 小石子下落的轨迹距离砖墙很近. 现用照相机对下落的石子进行拍摄. 某次拍摄的照片如图 1-1-15 所示, AB 为小石子在这次曝光中留下的模糊影迹. 已知每层砖(包括砖缝)的平均厚度约为 6.0 cm , A 点距石子开始下落点的竖直距离约 1.8 m . 估算照相机这次拍摄的“曝光时间”最接近()。

- A. $2.0 \times 10^{-1} \text{ s}$ B. $2.0 \times 10^{-2} \text{ s}$
 C. $2.0 \times 10^{-3} \text{ s}$ D. $2.0 \times 10^{-4} \text{ s}$



图 1-1-15

9. (2008 广东物理) 某人骑自行车在平直道路上行进, 图 1-1-16 的实线记录了自行车开始一段时间内的 $v-t$ 图象, 某同学为了简化计算, 用虚线作近似处理, 下列说法正确的是()。

- A. 在 t_1 时刻, 虚线反映的加速度比实际的大
 B. 在 $0 \sim t_1$ 时间内, 由虚线计算出的平均速度比实际的大
 C. 在 $t_1 \sim t_2$ 时间内, 由虚线计算出的位移比实际的大
 D. 在 $t_3 \sim t_4$ 时间内, 虚线反映的是匀速运动

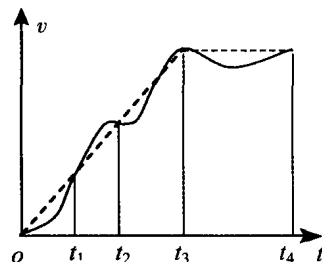


图 1-1-16

10. (2010 天津卷) 质点做直线运动的 $v-t$ 图象如图 1-1-17 所示, 规定向右为正方向, 则该质点在前 8 s 内平均速度的大小和方向分别为()。

- A. 0.25 m/s 向右
 B. 0.25 m/s 向左
 C. 1 m/s 向右
 D. 1 m/s 向左

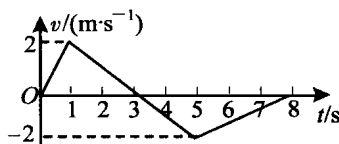


图 1-1-17

11. 玩具小车以初速度 v_0 从底端沿足够长的斜面向上滑去, 此后该小车的速度图象不可能是()。

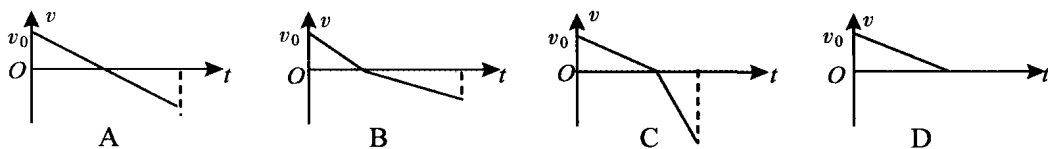


图 1-1-18