

 Oxbridge
津桥教育

总主编◎徐丰

2014

高考牛皮书[®]

高考权威专家和一线名师联手打造

高考 深度复习

有深度，才有高分！

物理

 新世界出版社
NEW WORLD PRESS

2014 高考牛皮书[®]

高考权威专家和一线名师联手打造

高考 深度复习

物理



新世界出版社
NEW WORLD PRESS

图书在版编目(CIP)数据

高考深度复习. 物理/徐丰主编. —北京:新世界出版社, 2013. 2
ISBN 978-7-5104-4072-4

I. ①高… II. ①徐… III. ①中学物理课—高中—升学参考资料 IV. ①G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 031733 号

高考深度复习·物理

主 编:徐 丰
责任编辑:尹白顺
特邀编辑:司博文
责任印制:李一鸣
出版发行:新世界出版社
社 址:北京西城区百万庄大街 24 号(100037)
发 行 部:(010)6899 5968 (010)6899 8733(传真)
总 编 室:(010)6899 5421 (010)6832 6679(传真)
印 刷:南京新洲印刷有限公司
经 销:新华书店
开 本:787mm×1092mm 1/16
字 数:580 千字
印 张:22.5
版 次:2013 年 3 月第 1 版 2013 年 3 月第 1 次印刷
书 号:ISBN 978-7-5104-4072-4
定 价:54.00 元

版权所有,侵权必究

凡购本社图书,如有缺页、倒页、脱页等印装错误,可随时退换。

客服电话:(010)6899 8638

目 录



第一章 运动的描述 匀变速直线运动

第一单元 运动的描述	1
第二单元 匀变速直线运动	8

第二章 相互作用 物体的平衡

第一单元 物体的受力分析 力的合成与分解	15
第二单元 共点力作用下的物体的平衡	23
第三单元 探究:验证力的平行四边形定则	31

第三章 牛顿运动定律

第一单元 牛顿运动定律内容	35
第二单元 牛顿运动定律的应用	46

第四章 机械能

第一单元 功 功率	59
第二单元 动能 动能定理	69
第三单元 机械能守恒定律	78

第五章 曲线运动 万有引力

第一单元 运动的合成与分解 平抛运动	89
第二单元 圆周运动	99
第三单元 万有引力定律与天体运动	109

第六章 静电场

第一单元 电场的性质	120
第二单元 电容器 带电粒子在电场中的运动	131

第七章 恒定电流

第一单元 部分电路 电功和电功率	142
第二单元 闭合电路欧姆定律	150

第三单元 电学实验 156

第八章 磁场

第一单元 磁场的性质 磁场对电流的作用 172

第二单元 磁场对运动电荷的作用 179

第三单元 带电粒子在复合场中的运动 190

第九章 电磁感应 交变电流

第一单元 电磁感应现象 楞次定律 205

第二单元 法拉第电磁感应定律 自感 212

第三单元 电磁感应的综合 220

第四单元 交变电流 230

第十章 分子动理论 气体和热力学定律 240

第十一章 机械波与电磁波

第一单元 机械振动和机械波 252

第二单元 电磁波 光 相对论简介 263

第十二章 动量 原子和原子核 275

综合测试卷(一) 288

综合测试卷(二) 292

综合测试卷(三) 295

综合测试卷(四) 298

综合测试卷(五) 302

综合测试卷(六) 306

综合测试卷(七) 310

综合测试卷(八) 314

参考答案

第一章 运动的描述 匀变速直线运动

考试说明

内 容	要求	说 明
1. 质点 参考系和坐标系	I	非惯性参考系不作要求
2. 路程和位移 时间和时刻	II	
3. 匀速直线运动 速度和速率	II	
4. 变速直线运动 平均速度和瞬时速度	I	
5. 速度随时间的变化规律(实验、探究)	II	
6. 匀变速直线运动 自由落体运动 加速度	II	

考点分析和高考预测

本章运动学部分是高中物理的一个重要章节,其涉及的知识点如位移、速度、加速度等诸多物理量和基本公式也较多,同时还有描述运动规律的 $s-t$ 图像、 $v-t$ 图像、测定加速度时用到的“逐差法”等知识.近几年来,本考点作为孤立知识命题的机会很少,更多的是与其他知识结合进行综合考查.如与牛顿运动定律以及今后学习电场中带电粒子的运动、磁场中的通电导体的运动、电磁感应现象等知识结合起来,作为综合试题中的一个知识点加以体现,其中以中等以上的试题出现.作为综合试题中的一个知识点,建议在复习时,要适当了解当今科技新动态,注意与生产、科技发展和生活实际相结合.

近几年的高考中,有关加速度、瞬时速度、匀变速直线运动的规律、 $v-t$ 图像等仍是命题热点,但有关运动图像与实际运动过程的关系、实际问题的建模、测定加速度时“逐差法”的应用引起重视.复习时,重点是对直线运动的概念、规律的形成过程的理解和掌握,弄清其物理实质,持续关注当今科技动态,把所学的知识应用到生动的实例中去,通过对这些实例的分析、物理情境的构建、物理过程的认识,建立起物理模型,再运用相应的规律处理实际问题;同时,对同一问题应从不同角度(如一题多解)进行研究与描述,从而达到对规律的理解与应用.

第一单元 运动的描述

考点考纲解说

考点一:参考系

参考系:描述一个物体的运动时,首先要选定某个其他物体做参考,观察物体相对于这个“其他物体”的位置是否变化,这种用来做参考的物体叫做参考系.

理解:

(1) 运动的相对性:选择不同的参考系来观察同一个运动,观察的结果会有不同.

(2) 参考系是可以任意选取的.但是,在以后研究问题时,我们通常选取相对地面静止的物体为参考系.

(3) 实际选取参考系时需要考虑到使运动的描述尽可能简单.比如,研究太阳系中行星的运动,太阳是最理想的参考系.

考点二:质点

1. 质点是对实际物体科学的抽象,是研究物体运动

时,抓住主要因素,忽略次要因素,对实际物体进行的近似于一种理想化模型,真正的质点是不存在的.

2. 能把物体看成质点的几种情况

(1) 平动的物体通常可视为质点(所谓平动,就是物体上任一点的运动与整体的运动有相同特点的运动),如水平传送带上的物体随传送带的运动.

(2) 有转动但相对平动而言可以忽略时,也可以把物体视为质点.如汽车在运行时,虽然车轮转动,但我们关心的是车辆整体的运动快慢,故汽车可看成质点.

(3) 同一物体,有时可看成质点,有时不能.物体本身的大小对所研究问题的影响不能忽略时,不能把物体看做质点,如研究火车过桥的时间时就不能把火车看做质点,但研究火车从北京到上海所用时间时就可把火车看做质点.

考点三:时间和时刻

在表示时间的数轴上,时刻用点表示,时间用线段表示,时刻与物体的某个位置相对应,表示某一瞬间;时间



隔与物体的某段位移相对应,表示某一过程(即两个时刻的间隔)。

考点四:位移和路程

路程是物体运动轨迹的长度,位移是用来表示物体(质点)的位置变化物理量。位移只与物体的位置有关,而与质点在运动过程中所经历的路径无关。物体的位移可以这样表示:从初位置到末位置作一条有向线段,有向线段的长度表示位移的大小,有向线段的方向表示位移的方向。

考点五:速度 平均速度和瞬时速度

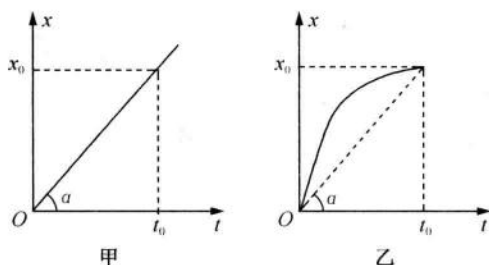
1. 平均速度

(1) 平均速度表示做变速直线运动的物体在某一段时间内运动的平均快慢程度,只能粗略地描述物体的运动快慢。

(2) 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相同的,因此,求出的平均速度必须指明是对哪段时间(或哪段位移)而言的。在 $\bar{v}=x/t$ 中, x 与 t 必须一一对应。

(3) 在匀速直线运动中,平均速度的大小等于 $x-t$ 图线的斜率,如图甲所示, $\bar{v}=\tan\alpha=x_0/t_0$; 在变速直线运动中,平均速度的大小也可以用 $x-t$ 图线的割线的斜率表示,如图乙所示, $\bar{v}=\tan\alpha=x_0/t_0$ 。

说明:① 在变速直线运动中,不同时间段内的平均速度一般是不相同的。



② 要注意公式 $\bar{v}=(v_0+v_t)/2$ 仅适用于匀变速直线运动,对于一般的变速运动,只能用 $\bar{v}=x/t$ 来计算其平均速度。

2. 瞬时速度

瞬时速度简称为速度,瞬时速度比平均速度更能精确地描述质点运动的快慢。要明确以下几点:

(1) 方向性:速度与速率不同,速率只反映质点运动的快慢,而速度却反映质点运动的快慢和方向。

(2) 瞬时性:速度具有瞬时性,一般所提到的速度都是指瞬时速度,它反映物体在某时刻(或某位置)运动的快慢和方向。所谓匀速直线运动,实际上是各个时刻的速度都相同的运动。

(3) 相对性:变换参考系时,同一物体的速度对不同参考系而言是不同的。

(4) 在 $x-t$ 图像中,瞬时速度的大小等于那个时刻所对应的图线的斜率,特别在变速直线运动中,不同时刻图线的斜率往往是不同的。

考点六:加速度

加速度是描述运动质点速度改变快慢的物理量,只要

质点做变速运动,就一定有加速度。加速度 $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$, Δv 是速

度的变化量, $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 是速度的变化率,变化量与变化率是两个截然不同的概念,变化量大,变化率不一定快。

加速度也是矢量,它的方向是速度变化的方向,速度变化的方向与速度方向也是两个截然不同的概念,在直线运动中,速度变化的方向可以与速度方向相同,也可以与速度方向相反。

加速度保持不变的运动叫匀变速运动,可以是匀变速直线运动,也可以是匀变速曲线运动。

$v-t$ 图像不但能够了解物体的速度随时间变化的情况,还能够知道物体运动的加速度,在 $v-t$ 图像中,斜率反映了加速度的大小和方向。

考点七:运动图像

速度—时间图像特点:

(1) 因速度是矢量,故速度—时间图像上只能表示物体运动的两个方向, t 轴上方代表的是“正方向”, t 轴下方代表的是“负方向”,所以“速度—时间”图像只能描述物体做“直线运动”的情况,如果做曲线运动,则画不出物体的“速度—时间”图像;

(2) “速度—时间”图像没有时间 t 的“负轴”,因时间没有负值,画图时要注意这一点;

(3) “速度—时间”图线上每一点的斜率代表的是该点的加速度,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;

(4) “速度—时间”图像上表示速度的图线与时间轴所包围的“面积”表示物体的位移。

方法技巧阐释

【例 1】 对以 $a=2\text{ m/s}^2$ 做匀加速运动的物体,下列说法正确的是 ()

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

[答案] AB

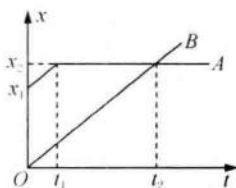
[解析] 本题考查加速度的概念,深层次探索匀变速直线运动速度变化呈现的规律。加速度是 2 m/s^2 ,即每秒速度增加 2 m/s ,经过 t 秒速度增加 $2t\text{ m/s}$,所以很明显 A 正确;对于 B 项,因为第 n s 末与第 1 s 末的时间差是 $(n-1)\text{ s}$,故 B 正确;对于 C 项,应为 2 s 末与 1 s 末的时间差是 1 s,速度相差 2 m/s ,故 C 错;对于 D 项, n 秒时速度增加了 $2n$,在初始时刻(即 $t=0$ 时刻)的速度为 v_0 ,故此时速度为 v_0+2n , $\frac{n}{2}$ s 时速度为 $v_0+\frac{n}{2}$, 2 不是 2 倍关系,故 D 错。

[点评] 对于考查加速度定义式的题目,严格从加速度定义入手去分析题设条件,不能简单根据时间是 2 倍关系从而简单推导出“2 s 末速度是 1 s 末速度的 2 倍”或“ n 秒时速度是 $n/2$ 秒时速度变化量的 2 倍”,但对匀加速直线运



动而言可以说 n 秒内的速度变化量是 $n/2$ 秒速度的 2 倍。

【例 2】 如图表示在同一条直线上运动的 A、B 两个质点的位移—时间图像,由图可知 ()



- A. 当 $t=0$ 时, A 在 B 的前面
B. B 在 t_2 末追上 A, 并在此后跑在 A 的前面
C. B 比 A 运动快
D. $0 \sim t_1$ 的一段时间内, A、B 的位移相等

【答案】 AB

【解析】 从图中可见, 质点 A 在 $0 \sim t_1$ 时间内做匀速直线运动, 之后处于静止状态, 运动的位移值为 $x_2 - x_1$; 质点 B 从坐标原点开始运动, 一直做匀速直线运动。

从图像不难发现, 选项 A 正确; 由图可见, 在 t_2 时刻, A、B 两质点具有相同的位置坐标, 表明在时刻 t_2 , B 追上了 A, 选项 B 正确。因为在相等的时间内, 两个质点的位移不相等, 因此两者运动的快慢是不相等的, 选项 C 是错误的; 从图可见, 在 $0 \sim t_1$ 时间内 B 通过的位移值大于 A 通过的位移值, 故选项 D 也是错误的。

【点评】 对图像问题, 要深刻理解图像的物理意义, 知道图像所描述的物理情景, 不能把图像当做物体运动的轨迹。

【例 3】 物体由 A 点沿直线运动到 B 点, 前一半时间做速度为 v_1 的匀速运动, 后一半时间做速度为 v_2 的匀速运动, 求整个过程的平均速度。若物体前一半位移做速度为 v_1 的匀速运动, 后一半位移做速度为 v_2 的匀速运动, 整个过程的平均速度又是多少?

【答案】 $\frac{v_1+v_2}{2}$ $\frac{2v_1v_2}{v_1+v_2}$

【解析】 根据平均速度的定义式 $\bar{v} = \frac{\Delta r}{\Delta t}$ 计算平均速度时, 必须注意时间和位移的对应。前者总时间设为 $2\Delta t$, 对应的位移为 $v_1\Delta t + v_2\Delta t$; 后者总位移设为 $2\Delta r$, 对应的时间为 $\frac{\Delta r}{v_1} + \frac{\Delta r}{v_2}$ 。根据平均速度的定义式

$$\bar{v} = \frac{v_1\Delta t + v_2\Delta t}{2\Delta t} = \frac{v_1 + v_2}{2},$$

$$\bar{v} = \frac{2\Delta r}{\frac{\Delta r}{v_1} + \frac{\Delta r}{v_2}} = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2}.$$

【点评】 根据平均速度的定义式 $\bar{v} = \frac{\Delta r}{\Delta t}$, 求平均速度应注意三点: 一是位移 Δr 和时间 Δt 的对应关系; 二是 Δr 表示的是位移而不是路程; 三是当质点在各区段以不同的速度运动时, 全程的平均速度一般不等于各区段上速度的算术平均值, 只有在朝一个方向的直线运动中, 且各区段上运动时间相等时, 才有全程的平均速度等于各区段上速度的算术平均值。

【例 4】 我国铁路列车已第五次大提速, 速度达到 $v_1 = 180 \text{ km/h}$, 为确保安全, 在铁路与公路交叉的道口处需安装

自动信号灯, 当列车还有一段距离才到达公路道口时, 道口应亮出红灯, 警告未越过停车线的汽车迅速制动, 已越过停车线的汽车赶快通过, 如图所示, 如果汽车通过道口的速度 $v_2 = 36 \text{ km/h}$, 停车线至道口栏木的距离 $s_0 = 5 \text{ m}$, 道口宽度 $s = 26 \text{ m}$, 汽车长 $l = 15 \text{ m}$, 并把火车和汽车的运动都看成匀速直线运动, 问: 列车离道口的距离 L 为多少时亮红灯, 才能确保已越过停车线的汽车安全驶过道口?



【答案】 230 m

【解析】 为确保行车安全, 要求列车驶过距离 L 的时间内, 已越过停车线的汽车的车尾必须能通过道口。

汽车越过停车线至车尾通过道口, 汽车的位移为

$$x = l + s_0 + s = (15 + 5 + 26) \text{ m} = 46 \text{ m}.$$

汽车速度 $v_2 = 36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$, 通过这段位移需要时间 $t = \frac{x}{v_2} = \frac{46}{10} \text{ s} = 4.6 \text{ s}$ 。

高速列车的速度 $v_1 = 180 \text{ km/h} = 50 \text{ m/s}$, 所以安全距离 $L = v_1 t = 50 \times 4.6 \text{ m} = 230 \text{ m}$ 。

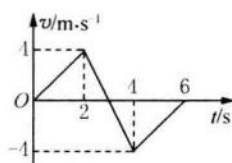
实际上, 还应考虑到关闭栏木需要的时间以及预留的安全时间等, 所以在列车离道口更远时, 道口就应该亮起红灯, 发出警告。

【点评】 (1) 要想正确的解题, 必须要理解题意, 建立物体运动的图景;

(2) 两个物体都在运动, 必须理清它们的联系, 时间、位移、速度等关系;

(3) 本题中, 汽车不能看做质点。

【例 5】 物体做直线运动的速度图像如图所示, 则下列说法正确的有 ()



A. 6 s 内物体做匀变速直线运动

B. 第二个 2 s 内物体做匀变速直线运动

C. 3 s 末物体的瞬时速度为零, 且改变运动方向

D. 4 s 末物体的瞬时速度大小为 4 m/s

E. 物体 6 s 内的位移为零

F. 物体前 3 s 内的位移为 6 m

G. 物体前 4 s 内的位移为 4 m

【答案】 BCDEFG

【解析】 (1) 匀速直线运动的速度图像是一条平行于横轴的直线, 匀变速直线运动的速度图像是一条倾斜直线, 非匀变速直线运动的速度图像是一条曲线, 所以 A 错、B 正确。

(2) 速度图像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 C、D 均正确。

(3) 速度图像与坐标轴及 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EFG均正确。

[点评] 应用 $v-t$ 图像分析物体的运动时,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”的意义。

近年高考题析

1. (2011 上海综合·5) 某同学为研究物体运动情况,绘制了物体运动的 $x-t$ 图象,如图所示,图中纵坐标表示物体的位移 x ,横坐标表示时间 t ,由此可知该物体做 ()

- A. 匀速直线运动
- B. 变速直线运动
- C. 匀速曲线运动
- D. 变速曲线运动

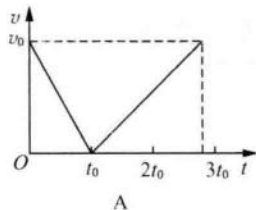
[答案] B

[解析] $x-t$ 图象所能表示出

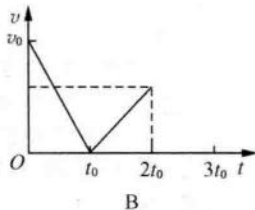
的位移只有两个方向,即正方向与负方向,所以 $x-t$ 图象所能表示的运动也只能是直线运动。 $x-t$ 图线的斜率反映的是物体运动的速度,由图可知,速度在变化,故B项正确,A、C、D错误。

[评析] 该题考查运动的图象问题。图线斜率所表达的物理意义是重点。

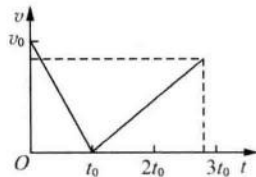
2. (2012 海南单科·6) 如图,表面处处同样粗糙的楔形木块 abc 固定在水平台上, ab 面和 bc 面与地面的夹角分别为 α 和 β ,且 $\alpha > \beta$ 。一初速度为 v_0 的小物块沿斜面 ab 向上运动,经时间 t_0 后到达顶点 b 时,速度刚好为零;然后让小物块立即从静止开始沿斜面 bc 下滑。在小物块从 a 运动到 c 的过程中,可能正确描述其速度大小 v 与时间 t 的关系的图象是 ()



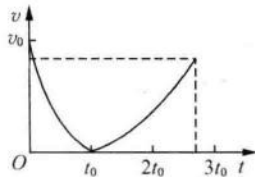
A



B



C



D

[答案] C

[解析] 物块在整个运动过程中,由能量守恒知,物块在 c 点的动能小于初动能,即 $v < v_0$, A 项错误;物块在 ab 段和 bc 段分别做匀减速和匀加速运动,且 $a_1 > a_2$,故 B、D 错误, C 正确。

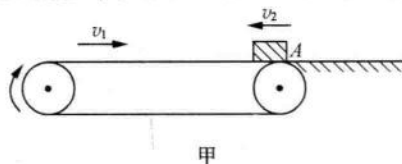
3. (2011 天津卷) 质点做直线运动的位移 x 与时间 t 的关系为 $x = 5t + t^2$ (各物理量均采用国际制单位),则该质点 ()

- A. 第1 s内的位移是5 m
- B. 前2 s内的平均速度是6 m/s
- C. 任意相邻的1 s内位移差都是1 m
- D. 任意1 s内的速度增量都是2 m/s

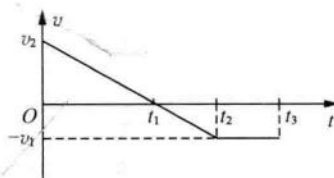
[答案] D

[解析] 由位移公式 $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ 和题目所给表达式 $x = 5t + t^2$ 可知: $v_0 = 5 \text{ m/s}$, $a = 2 \text{ m/s}^2$ 。第1 s内的位移 $x_1 = 5t_1 + t_1^2 = 5 \times 1 \text{ m} + 1^2 \text{ m} = 6 \text{ m}$, A 错;前2 s内的位移 $x_2 = 5t_2 + t_2^2 = 5 \times 2 \text{ m} + 2^2 \text{ m} = 14 \text{ m}$,所以前2 s内的平均速度为 $\bar{v} = \frac{x_2}{t_2} = 7 \text{ m/s}$, B 错;任意相邻的1 s内的位移差 $\Delta x = aT^2 = 2 \times 1^2 \text{ m} = 2 \text{ m}$, C 错;任意1 s内的速度增量 $\Delta v = aT = 2 \times 1 \text{ m/s} = 2 \text{ m/s}$, D 对。

4. (2011 福建理综·16) 如图甲所示,绷紧的水平传送带始终以恒定速率 v_1 运行。初速度大小为 v_2 的小物块从与传送带等高的光滑水平地面上的 A 处滑上传送带,若从小物块滑上传送带开始计时,小物块在传送带上运动的 $v-t$ 图象(以地面为参考系)如图乙所示,已知 $v_2 > v_1$,则 ()



甲



乙

- A. t_2 时刻,小物块离 A 处的距离达到最大
- B. t_2 时刻,小物块相对传送带滑动的距离达到最大
- C. $0 \sim t_2$ 时间内,小物块受到的摩擦力方向先向右后向左
- D. $0 \sim t_3$ 时间内,小物块始终受到大小不变的摩擦力作用

[答案] B

[解析] 由图象知物块先向左减速,后反向加速到 v_1 再做匀速直线运动。 t_1 时刻离 A 距离最大, A 错误; t_2 时刻二者相对静止,故 t_2 时刻物块相对传送带滑动距离最大, B 正确; $0 \sim t_2$ 时间内摩擦力方向一直向右, C 错误; $0 \sim t_2$ 时间内摩擦力为滑动摩擦力,大小不变,在 $t_2 \sim t_3$ 时间内物块做匀速运动此过程摩擦力为零, D 错误。

[评析] 以物体在传送带上运动为情境,结合运动 $v-t$



图象,考查学生识图能力,关键点是由图象结合运动模型,同时, t_2 时刻物块相对传送带距离最大,而相对地面不是最大,注重审题能力的培养。

5. (2011 安徽卷)一物体做匀加速直线运动,通过一段位移 Δx 所用的时间为 t_1 ,紧接着通过下一段位移 Δx 所用时间为 t_2 ,则物体运动的加速度为 ()

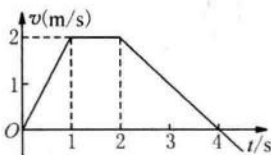
- A. $\frac{2\Delta x(t_1-t_2)}{t_1 t_2 (t_1+t_2)}$ B. $\frac{\Delta x(t_1-t_2)}{t_1 t_2 (t_1+t_2)}$
C. $\frac{2\Delta x(t_1+t_2)}{t_1 t_2 (t_1-t_2)}$ D. $\frac{\Delta x(t_1+t_2)}{t_1 t_2 (t_1-t_2)}$

[答案] A

[解析] 物体做匀加速直线运动,则物体通过第一段位移 Δx 的中间时刻的瞬时速度 $v_1 = \frac{\Delta x}{t_1}$,同理通过下一段位移 Δx 的中间时刻的瞬时速度 $v_2 = \frac{\Delta x}{t_2}$,那么物体运动的加速度

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{\frac{t_1+t_2}{2}} = \frac{\frac{\Delta x}{t_2} - \frac{\Delta x}{t_1}}{\frac{t_1+t_2}{2}} = \frac{2\Delta x(t_1-t_2)}{t_1 t_2 (t_1+t_2)}, \text{故选项 A 正确.}$$

6. (2010 广东理综 17) 如下图是某质点运动的速度图像,由图像得到的正确结果是 ()

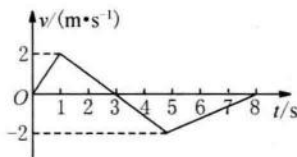


- A. 0~1 s 内的平均速度是 2 m/s
B. 0~2 s 内的位移大小是 3 m
C. 0~1 s 内的加速度大于 2~4 s 内的加速度
D. 0~1 s 内的运动方向与 2~4 s 内的运动方向相反

[答案] BC

[解析] 选项 A 错误,平均速度应该是 1 m/s;选项 D 错误,速度都为正,同方向。

7. (2010 天津理综·3) 质点做直线运动的 $v-t$ 图像如图所示,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 ()



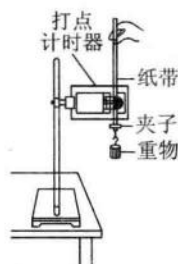
- A. 0.25 m/s 向右 B. 0.25 m/s 向左
C. 1 m/s 向右 D. 1 m/s 向左

[答案] B

[解析] 由题图得前 8 s 内的位移 $x = \frac{1}{2} \times 3 \times 2 \text{ m} + \frac{1}{2} \times 5 \times (-2) \text{ m} = -2 \text{ m}$, 则平均速度 $\bar{v} = \frac{x}{t} = \frac{-2}{8} \text{ m/s} = -0.25 \text{ m/s}$, 负号表示方向向左, B 正确。

8. (2010 全国卷 II 理综) 利用图中所示的装置可以研究自由落体运动。实验中需要调整好仪器,接通打点计时器

电源,松开纸带,使重物下落。打点计时器会在纸带上打出一系列的小点。



(1) 为了测试重物下落的加速度,还需要的实验器材有_____。(填入正确选项前的字母)

- A. 天平 B. 秒表 C. 米尺

(2) 若实验中所得到的重物下落的加速度值小于当地的重物加速度值,而实验操作与数据处理均无错误,写出一个你认为可能引起此误差的原因:_____。

[答案] (1) C (2) 打点计时器与纸带间的摩擦

[解析] (1) 时间由打点计时器确定,用米尺测定位移,答案 C; (2) 打点计时器与纸带间的摩擦。

9. (2010·新课标·24) 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 0.15 s,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)

[解析] (1) 加速所用时间 t 和达到的最大速率 v ,

$$\frac{0+v}{2}t + v(9.69 - 0.15 - t) = 100,$$

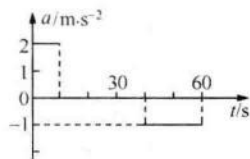
$$\frac{0+v}{2}t + 96\%v(19.30 - 0.15 - t) = 200.$$

联立解得 $t = 1.29 \text{ s}$, $v = 11.24 \text{ m/s}$ 。

(2) 起跑后做匀加速运动的加速度 a , $v = at$, 解得 $a = 8.71 (\text{m/s}^2)^2$

10. (2010·全国卷 I·24)

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线如右图所示。

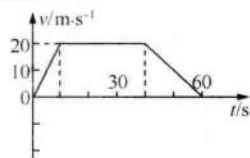


(1) 画出汽车在 0~60 s 内的 $v-t$ 图线;

(2) 求在这 60 s 内汽车行驶的路程。

[答案] (1) 速度图像为右图。(2) 900 m

[解析] 由加速度图像可知前 10 s 汽车匀加速,后 20 s 汽车匀减速恰好停止,因为图像的面





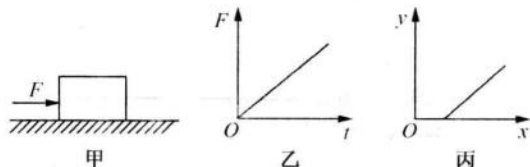
积表示速度的变化,此两段的面积相等,最大速度为 20 m/s ,所以速度图像为右图,然后利用速度图像的面积求出位移。

(2) 汽车运动的面积为匀加速、匀速、匀减速三段的位移之和。

$$s = s_1 + s_2 + s_3 = 10 \times 10 + 30 \times 20 + 10 \times 20 = 900 \text{ m}.$$

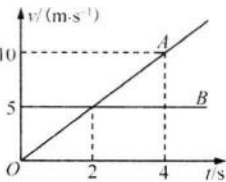
仿真训练

1. (2012 江西八校联考 · 15) 如图甲所示,质量为 m 的木块放在粗糙水平面上静止不动,现对木块施加水平推力 F , F 随时间 t 的变化规律如图乙所示,则图丙反映的可能是木块的哪两个物理量之间的关系 ()

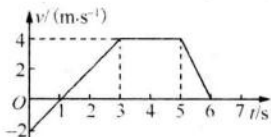


- A. x 轴表示力 F , y 轴表示位移 s
 B. x 轴表示时间 t , y 轴表示速度 v
 C. x 轴表示时间 t , y 轴表示加速度 a
 D. x 轴表示时间 t , y 轴表示位移 s
2. (2011 泰安模拟) 一个质点正在做匀加速直线运动,用固定的照相机对该质点进行闪光照相,闪光时间间隔为 1 s ,分析照片得到的数据,发现质点在第 1 次、第 2 次闪光的时间间隔内移动了 0.2 m ;在第 3 次、第 4 次闪光的时间间隔内移动了 0.8 m ,由上述条件可知 ()
- A. 质点运动的加速度是 0.6 m/s^2
 B. 质点运动的加速度是 0.3 m/s^2
 C. 第 1 次闪光时质点的速度是 0.05 m/s
 D. 第 1 次闪光时质点的速度是 0.1 m/s

3. (2011 巢湖一模) 警车 A 停在路口,一违章货车 B 恰好经过 A 车, A 车立即加速追赶,它们的 $v-t$ 图像如图所示,则 $0 \sim 4 \text{ s}$ 时间内,下列说法正确的是 ()

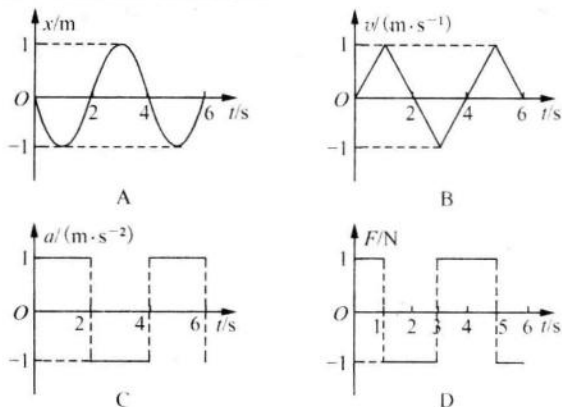


- A. A 车的加速度为 5 m/s^2
 B. 3 s 末 A 车速度为 7 m/s
 C. 在 2 s 末 A 车追上 B 车
 D. 两车相距最远为 5 m
4. (2011 淮南一模) 如图所示是质量为 2.0 kg 的物体在水平面上运动的 $v-t$ 图像,以水平向右的方向为正方向,以下判断正确的是 ()

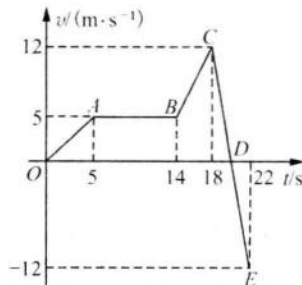


- A. 在 $0 \sim 1 \text{ s}$ 内,质点的平均速度为 1 m/s
 B. 在 $0 \sim 3 \text{ s}$ 时间内,物体一直向右运动
 C. 3 s 末,合外力的功率为 16 W
 D. 在 $1 \sim 6 \text{ s}$ 时间内,合外力做正功
5. (2012 哈尔滨六中二模 · 15) 设物体运动的加速度为 a 、

速度为 v 、位移为 x 、所受合外力为 F . 现有四个不同物体的运动过程中某物理量与时间的关系图象,如图所示,已知 $t=0$ 时刻物体的速度均为零,则其中表示物体做单向直线运动的图象是 ()



6. (2011 苏锡常镇二调) 图示为一质点做直线运动的 $v-t$ 图象,下列说法正确的是 ()

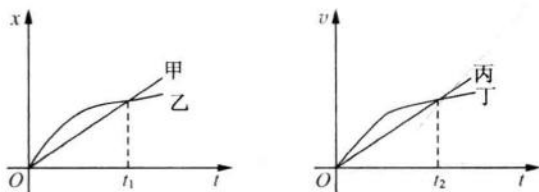


- A. 整个过程中, E 点对应时刻离出发点最远
 B. 整个过程中, BC 段对应过程的加速度最大
 C. 在 $18 \sim 22 \text{ s}$ 时间内,质点的位移为 24 m
 D. 在 $14 \sim 18 \text{ s}$ 时间内,质点的位移为 34 m
7. (2010 山东聊城一模) 在水平面上有 a, b 两点,相距 20 cm ,一质点在一恒定的合外力作用下沿 a 向 b 做直线运动,经过 0.2 s 的时间先后通过 a, b 两点,则该质点通过 a, b 中点时的速度大小为 ()
- A. 若力的方向由 a 向 b ,则大于 1 m/s ,若力的方向由 b 向 a ,则小于 1 m/s
 B. 若力的方向由 a 向 b ,则小于 1 m/s ,若力的方向由 b 向 a ,则大于 1 m/s
 C. 无论力的方向如何均大于 1 m/s
 D. 无论力的方向如何均小于 1 m/s
8. (2011 广东深圳) 如图所示,在京昆高速公路 266 km 处安装了一台 500 万像素的固定雷达测速仪,可以精准抓拍超速,以及测量运动过程中的加速度,若 B 为测速仪, A 为汽车,两者相距 345 m ,此时刻 B 发出超声波,同时 A 由于紧急情况而急刹车,当 B 接收到反射回来的超声波信号时, A 恰好停止,且此时 A、B 相距 325 m ,已知声速为 340 m/s ,则汽车刹车过程中的加速度大小为 ()

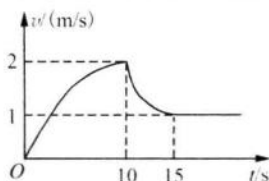


- A. 20 m/s^2 B. 10 m/s^2
C. 5 m/s^2 D. 无法确定

9. (2011 安徽淮北) 如图所示的位移(x)-时间(t)图象和速度(v)-时间(t)图象中给出四条图线, 甲、乙、丙、丁代表四辆车由同一地点同一方向运动的情况, 则下列说法正确的是 ()



- A. 甲车做直线运动, 乙车做曲线运动
B. $0 \sim t_1$ 时间内, 甲车通过的路程大于乙车通过的路程
C. $0 \sim t_2$ 时间内, 丙、丁两车在 t_2 时刻相距最远
D. $0 \sim t_2$ 时间内, 丙、丁两车的平均速度相等
10. (2011 浙江温州五校联考) 新中国成立 60 周年, 在天安门广场进行十年一次的大阅兵仪式, 各个部队和军种都在紧张的演练, 在空军演练中, 某空降兵从飞机上跳下, 他从跳离飞机到落地的过程中沿竖直方向运动的 $v-t$ 图象如图所示, 则下列说法正确的是 ()

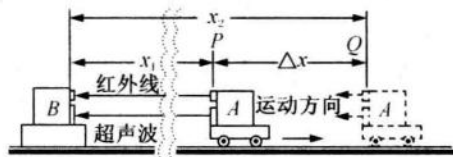


- A. $0 \sim 10 \text{ s}$ 内空降兵和伞整体所受重力大于空气阻力, $10 \sim 15 \text{ s}$ 整体所受重力小于空气阻力
B. $0 \sim 10 \text{ s}$ 内做加速度逐渐减小的加速运动, $10 \sim 15 \text{ s}$ 内做速度增大的减速运动
C. 第 10 s 末打开降落伞, 以后做匀减速运动至第 15 s 末
D. $10 \sim 15 \text{ s}$ 加速度方向竖直向上, 加速度的大小在逐渐减小
11. (2011 湖南株洲) 空军特级飞行员李峰驾驶歼十战机执行战术机动任务, 在距机场 54 km, 离地 1 750 m 高度时飞机发动机停车失去动力. 在地面指挥员的果断引领下, 安全迫降机场, 成为成功处置国产单发新型战机空中发动机停车故障, 安全返航第一人. 若飞机着陆后以 6 m/s^2 的加速度做匀减速直线运动, 若其着陆速度为 60 m/s , 则它着陆后 12 s 内滑行的距离是 ()
A. 288 m B. 300 m C. 150 m D. 144 m
12. (2011 河北唐山) 猎狗能以最大速度 $v_1 = 10 \text{ m/s}$ 持续地奔跑, 野兔只能以最大速度 $v_2 = 8 \text{ m/s}$ 的速度持续

奔跑, 一只野兔在离洞窟 $s_1 = 200 \text{ m}$ 处的草地上玩耍, 猎狗发现后以最大速度朝野兔追来. 野兔发现猎狗时与猎狗相距 $s_2 = 60 \text{ m}$, 野兔立即跑向洞窟. 设猎狗、野兔、洞窟总在同一直线上, 则野兔的加速度至少要多大才能保证安全回到洞窟?

12. 篮球以 10 m/s 的速度水平撞击篮板后以 6 m/s 的速度反弹回来, 篮球与挡板的接触时间为 0.1 s , 则篮球在这段时间内的加速度为多大? 加速度的方向如何?

13. 借助运动传感器可用计算机测出物体运动的速度. 如图所示, 传感器由两个小盒子 A、B 组成, A 盒装有红外线发射器和超声波发射器, 它装在被测物体上, 每隔 0.03 s 可同时发射一个红外线脉冲和一个超声波脉冲; B 盒装有红外线接收器和超声波接收器, B 盒收到红外线脉冲时开始计时 (红外线的传播时间可以忽略不计), 收到超声波脉冲时计时停止. 在某次测量中, B 盒记录到的连续两次的时间分别为 0.15 s 和 0.20 s , 根据你学的知识, 该物体运动的速度为多少? 运动方向是背离 B 盒还是靠近 B 盒? (声速取 340 m/s)





第二单元 匀变速直线运动

考点考纲解说

考点一：匀变速直线运动规律

1. 匀变速直线运动规律：

$$\begin{cases} x = \bar{v}t & \text{①} \\ \bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}, v_t = v_0 + at & \text{②} \\ x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 & \text{③} \\ v_t^2 - v_0^2 = 2ax & \text{④} \\ v_t^2 - v_0^2 = 2ax & \text{⑤} \end{cases}$$

(1) 方程①不仅适用于匀变速直线运动，对一般变速直线运动也是适用的，但在解决匀变速直线运动的问题时，它有着独特的作用。

(2) 方程②~⑤适用于匀变速运动。②式反映了初、末速度与平均速度的关系，它与①式往往综合起来应用；③式反映了末速度与初速度、加速度、时间之间的关系，它是由加速度的定义式演变而来的；④式反映了匀变速直线运动的位移与速度、加速度、时间之间的关系，是计算位移的常用公式；⑤式反映了速度与加速度、位移之间的关系。

(3) 五个方程、六个变量，三个独立方程，所以，在没有其他辅助方程的前提下，知三求三。

(4) 六个变量中除时间外都是矢量，所以在实际应用时，必须注意符号法则。通常选取初速度方向为正方向，在此前提下，与初速度方向相同的矢量取正，与初速度方向相反的矢量取负。已知量代入方程时必须带有符号，未知量一般先假设为正，解出后再对符号作出明确的说明。

2. 做匀变速直线运动的物体，还满足以下推论：

(1) 在任意两个连续相等的时间内的位移之差是一恒量，即

$$\Delta s = at^2 (s_2 - s_1 = s_3 - s_2 = \dots = \Delta s)$$

(2) 在某段时间的中间时刻的瞬时速度等于这段时间内的平均速度。

(3) 初速度为零的匀加速直线运动满足：

$$\text{① } 1 \text{ s 末、} 2 \text{ s 末、} 3 \text{ s 末} \dots \text{的瞬时速度之比 } v_1 : v_2 : v_3 = 1 : 2 : 3 : \dots$$

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

$$\text{③ 第一秒内、第 2 秒内、第 3 秒内} \dots \text{的位移之比 } s_{\text{I}} : s_{\text{II}} : s_{\text{III}} = 1 : 3 : 5 : \dots$$

$$\text{④ 从静止起通过连续相等的位移所用时间之比 } t_1 : t_2 : t_3 = 1 : (\sqrt{2}-1) : (\sqrt{3}-\sqrt{2}) : \dots$$

考点二：自由落体运动和竖直上抛运动

1. 伽利略研究自由落体运动的方法：

(1) 假设运动的速度与时间是正比关系；

(2) 推论如果速度与时间成正比，那么位移与时间的平方成正比；

(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外推来得出结论。

2. 自由落体运动：是初速度为零只在重力作用下的匀加速直线运动，加速度大小为 g ，方向竖直向下。

(1) 特点：加速度 a 为 g ，初速度 v_0 为零的匀加速直线运动。

$$(2) \text{ 规律：} v_t = gt, h = \frac{1}{2}gt^2, v_t^2 = 2gh.$$

[注意] 同一地点，重力加速度 g 的大小是相同的；在不同的地点， g 的值略有不同。

① 纬度越高的地方， g 越大。

② 海拔高度越高的地方， g 越小。

但是，在通常情况下， g 的变化不大，一般取 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ，粗略计算时，取 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。

3. 竖直上抛运动

物体以某一初速度竖直向上抛出，只在重力作用下的运动。

(1) 特点：初速度为 v_0 ，加速度 a 为一 g 的匀减速直线运动。

$$(2) \text{ 规律：} v_t = v_0 - gt, h = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2,$$

$$v_t^2 - v_0^2 = -2gh.$$

上升时间 $t_{\text{上}} = \frac{v_0}{g}$ ，下降到抛出点的时间 $t_{\text{下}} = \frac{v_0}{g}$ ，上升

最大高度 $H_m = \frac{v_0^2}{2g}$ 。

(3) 处理方法

一是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，即上升和下降过程经过同一段高度的上升时间和下降时间相等及上升和下降过程经过同一位置时的速度大小相等方向相反。

二是将竖直上抛运动全过程视为初速度为 v_0 ，加速度为一 g 的匀减速直线运动。

考点三：打点计时器的应用

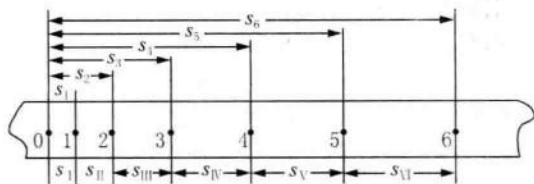
1. 纸带的选取：一般实验应从点迹清晰、无漏点的纸带中选取有足够多点的一段作为实验纸带。

2. 根据纸带上点的密集程度选取计数点。打点计时器每打 n 个点取一个计数点，则计数点时间间隔为 n 个打点时间间隔，即 $T = 0.02n(\text{s})$ 。一般取 $n = 5$ ，此时 $T = 0.1 \text{ s}$ 。

3. 测量计数点间距离。为了测量、计算的方便和减小偶然误差的考虑，测量距离时不要分段测量，尽可能一次测量完毕，即测量计数起点到其他各计数点的距离。如图所示，则由图可得：



$$s_1 = s_1, s_{II} = s_2 - s_1, s_{III} = s_3 - s_2, s_{IV} = s_4 - s_3, s_V = s_5 - s_4, s_{VI} = s_6 - s_5$$



4. 判定物体运动的性质:

(1) 若 $s_1, s_{II}, s_{III}, s_{IV}, s_V, s_{VI}$ 基本相等, 则可判定物体在实验误差范围内做匀速直线运动.

(2) 设 $\Delta s_1 = s_{II} - s_1, \Delta s_2 = s_{III} - s_{II}, \Delta s_3 = s_{IV} - s_{III}, \Delta s_4 = s_V - s_{IV}, \Delta s_5 = s_{VI} - s_V$.

若 $\Delta s_1, \Delta s_2, \Delta s_3, \Delta s_4, \Delta s_5$ 基本相等, 则可判定物体在实验误差范围内做匀变速直线运动.

(3) 测定第 n 点的瞬时速度. 物体做匀变速直线运动时, 在某段时间内的平均速度等于中间时刻的瞬时速度. 即测出第 n 点的相邻的前、后两段相等时间 T 内的距离, 由平均速度公式就可求得, 如上图中的第 4 点的瞬时速度为:

$$v_4 = \frac{s_{IV} + s_V}{2T} = \frac{s_5 - s_3}{2T}$$

(4) 测定做匀变速直线运动物体的加速度, 一般用逐差法求加速度. 将如上图所示的连续相等时间间隔 T 内的位移 $s_1, s_{II}, s_{III}, s_{IV}, s_V, s_{VI}$ 分成两组, 利用 $\Delta s = aT^2$ 可得:

$$a_1 = \frac{s_{IV} - s_1}{3T^2}, a_2 = \frac{s_V - s_{II}}{3T^2}, a_3 = \frac{s_{VI} - s_{III}}{3T^2}, \text{再算出 } a_1, a_2, a_3$$

的平均值, 即: $a = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3}$ 就是所测定做匀变速直线运动物体的加速度. 若为奇数组数据则将中间一组去掉, 然后再将数据分组利用逐差法求解.

方法技巧阐释

【例 1】 运行着的汽车制动后做匀减速直线滑行, 经 3.5 s 停止, 试问它在制动开始的 1 s 内、2 s 内、3 s 内通过的位移之比为多少?

【答案】 3 : 5 : 6

【解析】 如图 1 所示, 汽车从 O 开始制动后, 1 s 末到 A , 2 s 末到 B , 3 s 末到 C , 停止在 D .

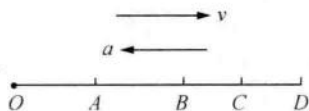


图 1

这个运动的逆过程可看成初速度为零的匀加速运动, 加速度的数值等于汽车做匀减速直线运动时的加速度, 如图 2 所示. 将 3.5 s 等分为 7 个 0.5 s, 那么, 逆过程从 D 起的连续 7 个 0.5 s 内的位移之比为 1 : 3 : 5 : 7 : 9 : 11 : 13. 在图 1 中, $s_{CB} : s_{BA} : s_{AO} = 8 : 16 : 24$.

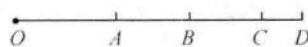


图 2

汽车从 O 起 1 s 内、2 s 内、3 s 内的位移即图中的 s_{OA} 、 s_{OB} 、 s_{OC} , 所以 $s_{OA} : s_{OB} : s_{OC} = 1 : 4 : 9 = 1 : 4 : 9$.

【点评】 本题若从运动基本规律入手通过代数变换求解, 不够简捷, 上述提供的巧解中用了两个要点: (1) 运动在空间、时间上的可逆性; (2) $v_0 = 0$ 的匀加速运动的特点, 用 $v_0 = 0$ 的匀加速运动逆向代表末速度为零的匀减速运动常可简化解题过程.

【例 2】 火车 A 以速度 v_1 匀速行驶, 司机发现前方同轨道上相距 s 处有另一火车 B 沿同方向以速度 v_2 (对地, 且 $v_1 > v_2$) 做匀速运动, 司机立即紧急刹车, 火车 A 做加速度大小为 a_1 的匀减速直线运动. 问: 要使两车不相撞, a_1 应满足什么条件?

【答案】 $a_1 \geq \frac{(v_1 - v_2)^2}{2s}$

【解析】 解法一(物理公式法): 设火车的加速度为 a_1 时, 经时间 t , 恰追上而不相撞, 则

$$\begin{cases} v_1 t - \frac{1}{2} a_1 t^2 = v_2 t + s \\ v_1 - a_1 t = v_2 \\ a_1 \geq \frac{(v_1 - v_2)^2}{2s} \end{cases}$$

解法二(利用判别式法): 要使两车不相撞, 其位移关系为

$$v_1 t - \frac{1}{2} a_1 t^2 \leq v_2 t + s,$$

即 $\frac{1}{2} a_1 t^2 + (v_2 - v_1)t + s \geq 0.$

由二次函数可知, 上式成立的条件为:

$$(v_2 - v_1)^2 - 2a_1 s \leq 0,$$

解得 $a_1 \geq \frac{(v_1 - v_2)^2}{2s}.$

解法三(选取参照物法): 取火车 B 为参考系, 则刹车后, 后车相对前车做初速度 $v_0 = v_1 - v_2$, 加速度大小为 a_1 的匀减速直线运动. 当后车相对前车的速度减小到零时, 若相对位移 $s' \leq s$, 则两车不会相撞, 即:

$$s' = \frac{v_0^2}{2a_1} = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2a_1} \leq s,$$

所以 $a_1 \geq \frac{(v_1 - v_2)^2}{2s}.$

【点评】 本题是典型的相遇或追及问题, 下面仔细分析一下这类问题的解法. 两物体在同一直线上追及、相遇或避免碰撞问题中的条件是: 两物体能否同时到达空间某位置. 因此应分别对两物体研究, 列出位移方程, 然后利用时间关系、速度关系、位移关系而解出. 具体分析如下:

1. 追及问题中两者速度大小与两者距离变化的关系

甲物体追赶前方的乙物体, 若甲的速度大于乙的速度, 则两者之间的距离越来越小, 若甲的速度小于乙的速度, 则



两者之间的距离越来越大.若一段时间内两者速度相等,则两者之间的距离最大.

2. 追及问题的特征及处理方法

“追及”主要条件是:两个物体在追赶过程中处在同一位置,常见的情形有三种:

(1) 初速度为零的匀加速运动的物体甲追赶同方向的匀速运动的物体乙,一定能追上,追上前有最大距离的条件:两物体速度相等,即 $v_1 = v_2$.

(2) 匀速运动的物体甲追赶同向匀加速运动的物体乙,存在一个能否追上的问题.

判断方法是:假定速度相等,从位置关系判断.

① 若甲乙速度相等时,甲的位置在乙的后方,则追不上,此时两者之间的距离最小.

② 若甲乙速度相等时,甲的位置在乙的前方,则追上.

③ 若甲乙速度相等时,甲乙处于同一位置,则恰好追上,为临界状态.

解决问题时要注意二者是否同时出发,是否从同一地点出发.

(3) 匀减速运动的物体追赶同向的匀速运动的物体时,情形跟(2)类似.

3. 分析追及问题的注意点

(1) 要抓住一个条件,两个关系:一个条件是两物体的速度满足的临界条件,如两物体距离最大、最小,恰好追上或恰好追不上等.两个关系是时间关系和位移关系,通过画草图找两物体的位移关系是解题的突破口.

(2) 若被追赶的物体做匀减速运动,一定要注意追上前该物体是否已经停止运动.

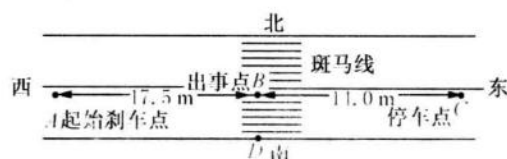
(3) 仔细审题,充分挖掘题目中的隐含条件,同时注意 $v-t$ 图像的应用.

4. 相遇问题

(1) 同向运动的两物体的相遇问题即追及问题,分析同上.

(2) 相向运动的两物体,当各自发生的位移绝对值的和等于开始时两物体间的距离时即相遇.

【例3】 在某市区内,一辆小汽车在公路上以速度 v_1 向东行驶,一位观光游客正由南向北从斑马线上横穿马路.汽车司机发现游客途经 D 处时,经过 0.7 s 作出反应紧急刹车,但仍将正步行至 B 处的游客撞伤,该汽车最终在 C 处停下,如图所示.为了判断汽车司机是否超速行驶以及游客横穿马路的速度是否过快,警方派一警车以法定最高速度 $v_m = 14.0\text{ m/s}$ 行驶在同一马路的同一地段,在肇事汽车的起始制动点 A 紧急刹车,经 11.0 m 后停下来.在事故现场测得 $AB = 17.5\text{ m}$, $BC = 14.0\text{ m}$, $BD = 2.6\text{ m}$.肇事汽车的刹车性能良好,问:



(1) 该肇事汽车的初速度 v_1 是多大?

(2) 游客横穿马路的速度是多大?

【答案】 (1) $v_1 = 16.7\text{ m/s}$ (2) $v = 6.8\text{ m/s}$

【解析】 (1) 设刹车速度大小为 a .

$$v_0^2 = 2ax_m, a = 7\text{ m/s}^2.$$

肇事车先匀速运动,后减速运动

$$x_{AB} + x_{BC} = AB + BC, x_{AB} = v_1 t, t = 0.7\text{ s}, v_1^2 = 2ax_m.$$

由以上计算式可得 $v_1 = 16.7\text{ m/s}$.

(2) 设肇事汽车从 A 到 E 仍做匀速运动

$$x_{AB} = v_1 t = 11.7\text{ m}, x_{BE} = AB - x_{AB} = 5.8\text{ m}.$$

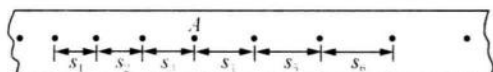
汽车从 E 到 B 做匀减速

$$v_1 t_{EB} - \frac{1}{2} a t_{EB}^2 = x_{BE}, t_{EB} = 0.38\text{ s}.$$

$$\text{游客横过马路的速度 } v = \frac{BD}{t_{EB}} = 6.8\text{ m/s}.$$

【点评】 对直线运动的题目,要学会画出运动示意图,明确已知物理量和未知量的关系,找出各量之间的联系,列方程求解,此类问题也可以看成追及问题.

【例4】 如图所示,某同学在做“研究匀变速直线运动”实验中,由打点计时器得到表示小车运动过程的一条清晰纸带,纸带上两相邻计数点的时间间隔为 $T = 0.10\text{ s}$,其中 $s_1 = 7.05\text{ cm}$, $s_2 = 7.68\text{ cm}$, $s_3 = 8.33\text{ cm}$, $s_4 = 8.95\text{ cm}$, $s_5 = 9.61\text{ cm}$, $s_6 = 10.26\text{ cm}$,则 A 点处瞬时速度的大小是 m/s ,小车运动的加速度计算表达式为 m/s^2 ,加速度的大小是 m/s^2 (计算结果保留两位有效数字).



$$\text{【答案】 } 0.84 \quad a = \frac{(s_5 + s_6 + s_3) - (s_1 + s_2 + s_4)}{(3T)^2} \quad 0.64$$

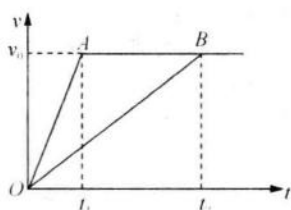
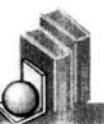
【解析】 求 A 点的瞬时速度,可用 A 点附近的平均速度求解,即 $v_A = \frac{(s_5 + s_4)}{2T}$.

求加速度要用逐差法即: $s_4 - s_1 = s_5 - s_2 = s_6 - s_3 = 3a_1 T^2$, $a = (a_1 + a_2 + a_3)/3 = [(s_4 + s_5 + s_6) - (s_1 + s_2 + s_3)]/(3T)^2$,逐差法的实质是将纸带分为两大段处理,即: $a = \frac{s_5 - s_2}{T^2}$,其中 T' 为 s_5 或 s_6 的时间间隔.

【例5】 一水平的浅色长传送带上放置一煤块(可视为质点),煤块与传送带之间的动摩擦因数为 μ .初始时,传送带与煤块都是静止的,现让传送带以恒定的加速度 a_0 开始运动,当其速度达到 v 后,便以此速度做匀速运动.经过一段时间,煤块在传送带上留下了一段黑色痕迹后,煤块相对于传送带不再滑动.求此黑色痕迹的长度.

$$\text{【答案】 } l = \frac{v^2}{2\mu g} - \frac{v^2}{2a}$$

【解析】 由题可知传送带先加速后匀速运动,煤块一直做匀加速运动,其速度图像如图所示.



设传送带加速的时间为 t_1 , 煤块加速时间为 t_2 , 黑色痕迹的长度为 l , 则 $t_1 = \frac{v_0}{a}$, 又煤块的加速度 $a = \frac{\mu mg}{m} = \mu g$,

$$\text{所以 } t_2 = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0}{\mu g}.$$

由上面图像可知, 黑色痕迹的长度即为梯形 $OABt_2$ 与三角形 OBt_2 面积之差, 所以 $l = \frac{1}{2}(t_2 - t_1)v_0 - \frac{1}{2}at_2^2 \Rightarrow l = \frac{v_0^2}{2\mu g} - \frac{v_0^2}{2a}$.

【点评】 运动学问题, 可以用图像法进行定性或定量分析, 要通过题意画出图像, 理解图像的截距、斜率、面积的意义, 会用图像解决问题, 会有事半功倍的效果.

【例 6】 摩托车在平直公路上从静止开始启动, $a_1 = 1.6 \text{ m/s}^2$, 稍后匀速运动, 然后减速, $a_2 = 6.4 \text{ m/s}^2$, 直到停止, 共历时 130 s, 行程 1 600 m, 试求:

(1) 摩托车行驶的最大速度 v_m ;

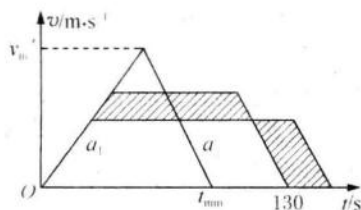
(2) 若摩托车从静止启动, a_1, a_2 不变, 直到停止, 行程不变, 所需最短时间为多少?

【答案】 (1) $v_m = 12.8 \text{ m/s}$ (2) 50 s

【解析】 (1) 如图所示, 利用推论 $v_f^2 - v_0^2 = 2ax$ 有:

$$\frac{v_m^2}{2a_1} + \left(130 - \frac{v_m}{a_1} - \frac{v_m}{a_2}\right)v_m + \frac{v_m^2}{2a_2} = 1\,600.$$

其中 $a_1 = 1.6 \text{ m/s}^2, a_2 = 6.4 \text{ m/s}^2$, 解得: $v_m = 12.8 \text{ m/s}$ (另一解舍去).



(2) 行程不变, 则图像中面积不变, 当 v 越大则 t 越小, 如图所示, 设最短时间为 $t_{\min}$, 则

$$t_{\min} = \frac{v_m}{a_1} + \frac{v_m}{a_2}, \quad (1)$$

$$\frac{v_m^2}{2a_1} + \frac{v_m^2}{2a_2} = 1\,600. \quad (2)$$

其中 $a_1 = 1.6 \text{ m/s}^2, a_2 = 6.4 \text{ m/s}^2$. 由②式解得 $v_m = 64 \text{ m/s}$, 故 $t_{\min} = \frac{64}{1.6} + \frac{64}{6.4} = 50 \text{ s}$, 即最短时间为 50 s.

【点评】 本题要求考生对摩托车的运动过程有清晰的认识, 包含了匀变速直线和匀速直线运动, 运动过程较复杂, 但应用位移图像直观地解释摩托车的运动情景, 对于第 2 问, 更直观有效.

【例 7】 如图所示, A、B 两棒均长 1 m, A 悬于高处, B

竖于地面, A 的下端和 B 的上端相距 $s = 10 \text{ m}$. 若 A、B 两棒同时运动, A 做自由落体运动, B 以初速度 $v_0 = 20 \text{ m/s}$ 做竖直上抛运动, 在运动过程中都保持竖直. 问:

(1) 两棒何时开始相遇?

(2) 擦肩而过(不相碰)的时间? (取 $g = 10 \text{ m/s}^2$)

【答案】 (1) 从开始运用经过 0.5 s 两棒开始相遇. (2) 0.1 s

【解析】 (1) 设经过时间 t 两棒开始相遇, A 棒下落的位移

$$h_A = \frac{1}{2}gt^2 \quad (1)$$

B 棒上升的位移

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

$$h_A + h_B = s \quad (3)$$

解①②③得

$$t = \frac{s}{v_0} = \frac{10}{20} = 0.5 \text{ (s)}$$

即从开始运动经 0.5 s 两棒开始相遇.

(2) 以 A 棒为参照物, B 相对 A 的加速度

$$a_{\text{相}} = a_B - a_A = g - g = 0$$

故 B 棒相对 A 棒以 $v_0 = 20 \text{ m/s}$ 的速度做匀速直线运动, 所以两棒从擦肩而过即相遇时间

$$\Delta t = \frac{2l}{v_0} = \frac{2 \times 1}{20} = 0.1 \text{ (s)}$$

【点评】 解决相遇问题时, 要注意等时性, 注意总位移, 有时运用相对速度求解会很方便.

【例 8】 气球以 10 m/s 的速度匀速坚直上升, 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. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

【答案】 1 275 m

【解析】 本题既可以用整体处理的方法也可以分段处理.

方法一: 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

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

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

$$x = -10 \times 17 + \frac{1}{2} \times 10 \times 17^2 = 1\,275 \text{ m}$$

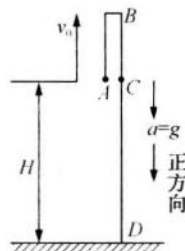
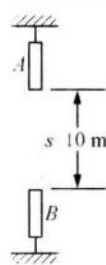
所以物体刚掉下时离地 1 275 m.

方法二: 如图将物体的运动过程分为 A $\rightarrow$ B $\rightarrow$ C 和 C $\rightarrow$ D 两段来处理, A $\rightarrow$ B $\rightarrow$ C 为坚直上抛运动, C $\rightarrow$ D 为坚直下抛运动.

在 A $\rightarrow$ B $\rightarrow$ C 段, 据坚直上抛规律可知此阶段运动时间为

$$t_{\text{上}} = \frac{2v_0}{g} = \frac{2 \times 10}{10} \text{ s} = 2 \text{ s}$$

由题意知 $t_{\text{下}} = 17 - 2 = 15 \text{ (s)}$, 所以



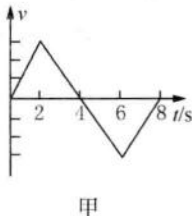


$$h_{CD} = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 = 10 \times 15 + \frac{1}{2} \times 10 \times 15^2 \text{ m} = 1\,275 \text{ m}$$

【点评】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会出现错误.如分析解答方法一中不规定正方向,就会出现 $h = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 = 10 \times 17 + \frac{1}{2} \times 10 \times 15^2 \text{ m} = 1\,615 \text{ m}$ 的错解.

近年高考题析

1. (2012 上海单科·10) 小球每隔 0.2 s 从同一高度抛出,做初速为 6 m/s 的竖直上抛运动,设它们在空中不相碰,第一个小球在抛出点以上能遇到的小球数为(取 $g = 10 \text{ m/s}^2$)

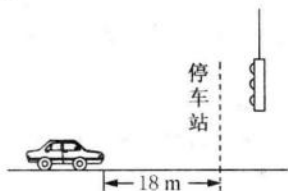


- A. 三个 B. 四个 C. 五个 D. 六个

【答案】 C

【解析】小球在抛点上方运动的时间 $t = \frac{2v_0}{g} = \frac{2 \times 6}{10} \text{ s} = 1.2 \text{ s}$. 因每隔 0.2 s 在抛点抛出一个球,因此第一个小球在 1.2 s 的时间内能遇上 $n = \frac{1.2 \text{ s}}{0.2 \text{ s}} - 1 = 5$ 个小球,故只有选项 C 正确.

2. 如图所示,以 8 m/s 匀速行驶的汽车即将通过路口,绿灯还有 2 s 将熄灭,此时汽车距离停车线 18 m. 该车加速时最大加速度大小为 2 m/s^2 ,减速时最大加速度大小为 5 m/s^2 . 此路段允许行驶的最大速度为 12.5 m/s,下列说法中正确的有



- A. 如果立即做匀加速运动,在绿灯熄灭前汽车可能通过停车线
B. 如果立即做匀加速运动,在绿灯熄灭前通过停车线时汽车一定超速
C. 如果立即做匀减速运动,在绿灯熄灭前汽车一定不能通过停车线
D. 如果距停车线 5 m 处减速,汽车能停在停车线处

【答案】 AC

【解析】熟练应用匀变速直线运动的公式,是处理问题的关键,对汽车运动的问题一定要注意所求解的问题是否与实际情况相符.如果立即做匀加速直线运动, $t_1 = 2 \text{ s}$ 内的位移 $x = v_0 t_1 + \frac{1}{2} a_1 t_1^2 = 20 \text{ m} > 18 \text{ m}$,此时汽车的速度为 $v_1 = v_0 + a_1 t_1 = 12 \text{ m/s} < 12.5 \text{ m/s}$,汽车没有超速, A 项正确、B 项错误;如果立即做匀减速运动,速度减为零需要时间 $t_2 = \frac{v_0}{a_2} = 1.6 \text{ s}$,此过程通过的位移为 $x_2 = \frac{1}{2} a_2 t_2^2 =$

6.4 m, C 项正确、D 项错误.

3. (2011 重庆卷)某人估测一竖直枯井深度,从井口静止释放一石头并开始计时,经 2 s 听到石头落地声,由此可知井深约为(不计声音传播时间,重力加速度 g 取 10 m/s^2)

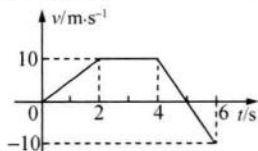
- A. 10 m B. 20 m
C. 30 m D. 40 m

【答案】 B

【解析】由 $h = \frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 2^2 \text{ m} = 20 \text{ m}$, B 正确.

4. (2011 海南物理卷)一物体自 $t = 0$ 时开始做直线运动,其速度图线如图所示. 下列选项正确的是

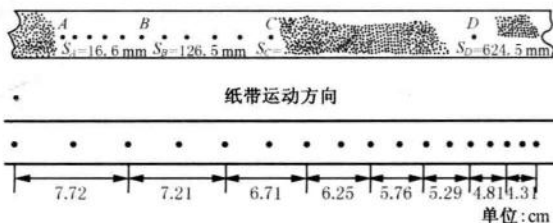
- A. 在 0~6 s 内,物体离出发点最远为 30 m
B. 在 0~6 s 内,物体经过的路程为 40 m
C. 在 0~4 s 内,物体的平均速率为 7.5 m/s
D. 5~6 s 内,物体所受的合外力做负功



【答案】 BC

【解析】由速度图像可知,物体的运动情况为:0~2 s 向正方向做匀加速直线运动,2~4 s 做匀速直线运动,4~5 s 做匀减速直线运动,5 s 末速度减为零,5~6 s 向负方向做匀加速直线运动.因速度图线与 t 轴围成图形的面积表示物体发生的位移,所以可知物体在 6 s 内的路程为 40 m. 第 5 s 时物体离出发点最远,为 35 m,0~4 s 内的平均速度为 $\bar{v} = \frac{x}{t} = \frac{30 \text{ m}}{4 \text{ s}} = 7.5 \text{ m/s}$,5~6 s 物体做加速运动,动能增加,由动能定理知合外力做正功,综合分析 B、C 选项正确.

5. (2010 重庆理综·22)(1) 某同学用打点计时器测量做匀加速直线运动的物体的加速度,电源频率 $f = 50 \text{ Hz}$,在纸带上打出的点中,选出零点,每隔 4 个点取 1 个计数点,因保存不当,纸带被污染,如图所示, A、B、C、D 是依次排列的 4 个计数点,仅能读出其中 3 个计数点到零点的距离: $S_A = 16.6 \text{ mm}$, $S_B = 126.5 \text{ mm}$, $S_D = 624.5 \text{ mm}$.



若无法再做实验,可由以上信息推知:

- ① 相邻两计数点的时间间隔为 _____ s;
② 打 C 点时物体的速度大小为 _____ m/s (取 2 位有效数字);
③ 物体的加速度大小为 _____ (用 S_A 、 S_B 、 S_D 和 f 表示).

【答案】 ① 0.1 ② 2.5 ③ $\frac{(S_D - 3S_B + 2S_A)f^2}{75}$