

新课标·名师导学

高中物理 解题宝典

& 考点

解密



主编 陆永刚

直击考点命脉
剖析解题策略
荟萃新题亮点
传授高分秘诀



上海科学普及出版社



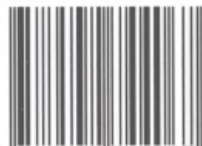
装帧设计 赵 斌



高中物理解题宝典 & 考点解密



ISBN 978-7-5427-4406-7



9 787542 744067 >

定 价: 29.00元

高中物理解题宝典

& 考点解密

主编：陆永刚

编者：纪荣耀 吴 理 陆 骅

上海科学普及出版社

图书在版编目(CIP)数据

高中物理解题宝典 & 考点解密/陆永刚主编. —上海:上海科学普及出版社, 2010. 1

ISBN 978-7-5427-4406-7

I. 高… II. 陆… 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(2009)第 122929 号

责任编辑 李 蕾

高中物理解题宝典 & 考点解密

陆永刚 主编

上海科学普及出版社出版发行

(上海中山北路 832 号 邮政编码 200070)

<http://www.pspsh.com>

各地新华书店经销 上海译文印刷厂印刷

开本 890×1240 1/32 印张 20 字数 805 000

2010 年 1 月第 1 版 2010 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5427-4406-7 定价:29.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题

请向出版社联系调换

前言

在新一轮的基础教育改革中,高中物理的课程在课程内容和课程设置上不断更新,高考命题方向也在发生变化。近年来,高考物理试题着重考查考生知识、能力和科学素养,注重理论联系实际,注重科学技术和社会、经济发展的联系,注意物理知识在生产、生活等方面的广泛应用,以有利于高校选拔新生,并有利于激发考生学习科学的兴趣,培养实事求是的态度,形成正确的价值观,促进“知识与技能”、“过程与方法”、“情感态度与价值观”三维课程培养目标的实现。《高中物理解题宝典 & 考点解密》一书为体现课改新理念,根据最新考试大纲,对典型试题进行解答以及总结,通过例题和附有详细解析的练习,提高考生理解能力;理解物理概念、物理规律的确切含义,理解物理规律的适用条件,以及它们在简单情况下的应用;能够清楚认识概念和规律的表达形式(包括文字表述和数学表述);能够鉴别关于概念和规律的似是而非的说法;理解相关知识的区别和联系。提高考生推理能力;能够根据已知的知识和物理事实、条件,对物理问题进行逻辑推理和论证,得出正确的结论或作出正确的判断,并能把推理过程正确地表达出来。提高考生分析综合能力;能够独立地对所遇的问题进行具体分析、研究,弄清其中的物理状态、物理过程和物理情境,找出其中起重要作用的因素及有关条件;能够把一个复杂问题分解为若干个较简单的问题,找出它们之间的联系;能够提出解决问题的方法,运用物理知识综合解决所遇到的问题。提高考生应用数学处理物理问题的能力;能够根据具体问题列出物理量之间的关系式,进行推导和求解,并根据结果得出物理结论;必要时能运用几何图形、函数图像进行表达、分析。提高考生解答实验问题的能力;能明确有关实验的目的,能理解实验原理和方法,能控制实验条件,会使用仪器,会观察、分析实验现象,会记录、处理实验数据,并得出结论,对结论进行分析和评价;能发现问题、提出问题,并制定解决方案;能运用已学过的物理理论、实验方法和实验仪器去处理问题,包括简单的设计性实验。

全书一共包括十六章,四十六讲,包括力学、热学、电磁学、光学、原子物理学、原子核物理学等部分物理知识,基本上包括了各地考试大纲中全部内容。希望本书能适合不同考生的需求。

我们深知本书还存在不少问题,恳请各方人士提出宝贵意见。

编者

2010年1月

目 录

第一章 直线运动	1
第一讲 物体运动的基本概念	1
第二讲 匀变速直线运动的规律	11
第三讲 匀变速直线运动的应用	20
第四讲 自由落体和竖直上抛运动	32
第二章 物体的平衡	42
第五讲 力 力的合成与分解	42
第六讲 共点力的平衡	51
第七讲 有固定转动轴物体的力矩平衡	60
第八讲 平衡的综合问题	71
第三章 牛顿运动定律	82
第九讲 牛顿第一定律 牛顿第三定律	82
第十讲 牛顿第二定律	90
第十一讲 牛顿定律的应用	101
第四章 曲线运动 万有引力定律	110
第十二讲 运动的合成与分解 平抛运动	110
第十三讲 匀速圆周运动	121
第十四讲 万有引力定律	132
第五章 机械能	144
第十五讲 功和功率	144
第十六讲 动能定理	153
第十七讲 机械能守恒定律	163
第六章 动量	175
第十八讲 动量定理	175
第十九讲 动量守恒定律	184
第二十讲 动量知识和机械能知识的应用	195
第七章 机械振动 机械波	210
第二十一讲 简谐振动	211
第二十二讲 单摆	221
第二十三讲 波	231

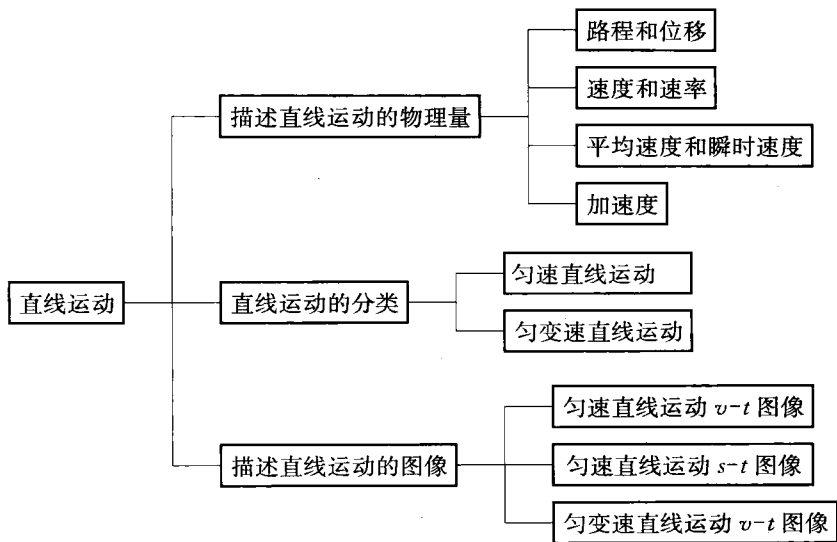
第八章 内能与理想气体状态方程	242
第二十四讲 分子动理论 热力学定律	242
第二十五讲 气体状态参量和实验定律	252
第二十六讲 理想气体状态方程	262
第九章 电场	273
第二十七讲 库仑定律 电场强度	274
第二十八讲 电势 电势能	286
第二十九讲 电容 带电粒子的匀变速运动	297
第三十讲 带电粒子的偏转运动	313
第十章 电路	330
第三十一讲 欧姆定律 电阻定律	330
第三十二讲 电功 电功率	340
第三十三讲 闭合电路欧姆定律	352
第三十四讲 电学实验	363
第十一章 磁场	384
第三十五讲 磁场及磁场对电流的作用	384
第三十六讲 磁场对运动电荷的作用	394
第三十七讲 带电粒子在复合场中的运动	408
第十二章 电磁感应	421
第三十八讲 电磁感应现象 楞次定律	421
第三十九讲 法拉第电磁感应定律及应用	431
第四十讲 电磁感应定律的综合应用	442
第十三章 交变电流 电磁波	459
第四十一讲 交流电的产生与描述	459
第四十二讲 变压器 电磁场和电磁波	470
第十四章 光的反射与折射	480
第四十三讲 光的直线传播 光的反射	480
第四十四讲 光的折射 全反射 色散	489
第十五章 光的本性	500
第四十五讲 光的本性	500
第十六章 量子论初步 原子核	511
第四十六讲 量子论初步 原子核	511
参考答案	522

第一章

直线运动

1

本章知识结构



第一讲 物体运动的基本概念

一、知识要点

1. 机械运动: 一个物体相对其他物体位置的改变, 叫做机械运动.
2. 参考系: 为了研究物体的运动选来作为参考而假定不动的物体, 叫做参考系.
3. 质点: 用来代替物体、有质量的点叫做质点.
4. 路程: 质点运动所经历的轨迹长度叫做路程, 路程是标量.

5. 位移:质点的位置变化叫做位移,位移是矢量.
6. 时刻:时间坐标轴上点表示的即为时刻.
7. 时间:前后两时刻之差即为时间.
8. 匀速直线运动:物体在一条直线上运动,如果在任何相等时间内位移相等,这种运动叫做匀速直线运动.
9. 速度:速度是描述物体运动快慢和方向的物理量,是矢量.在匀速直线运动中速度等于位移与发生这段位移所用时间的比值.
10. 速率:速率是路程对时间的变化率,是标量.
11. 变速直线运动:物体在一条直线上运动,如果在相等时间内的位移不相等,这种运动叫做变速直线运动.
12. 平均速度:做变速直线运动的物体所经过的位移 Δs 与所用时间 Δt 之比叫做这一位移或这一时间内的平均速度.
13. 平均速率:平均速率是运动物体通过的路程和所用时间的比值.
14. 瞬时速度:运动物体在某一时刻或经过某一位置时的速度,叫做瞬时速度.
15. 加速度:加速度是描述物体速度变化快慢的物理量.加速度等于速度的变化量 Δv 与发生这一变化所需时间 Δt 的比值.加速度是矢量,加速度的单位是 m/s^2 .
16. 位移-时间图像:表示运动物体的位移随时间变化的图像.图线的斜率表示物体运动的速度.
17. 速度-时间图像:表示运动物体的速度随时间变化的图像.图线的斜率表示加速度,图线与坐标轴所围“面积”表示物体运动的位移.
18. 运动的合成和分解:已知物体分运动求合运动,叫做运动的合成;已知物体合运动求分运动,叫做运动的分解.

二、典型例题

例 1 一列火车长 200 m,车速为 108 km/h.求:(1)从 A 城到 B 城行驶 3 000 km 所需时间;(2)火车通过长 600 m 的桥所需时间.

解题思路:从 A 城到 B 城的铁轨不可能是沿一直线的,故 3 000 km 不是位移,而是路程.车速 108 km/h,即速率为 30 m/s,据此求从 A 城到 B 城所需时间;200 m 长的火车通过 600 m 的桥时,火车已不能看作质点,求时间时,路程要按 800 m 计算.

解:(1)相对于 3 000 km 的路程,火车的长度可忽略不计,火车可视为质点,从 A 城到 B 城行驶所需时间

$$t_1 = \frac{s_1}{v} = \frac{3\,000}{108} \text{ h} = 27.8 \text{ h};$$

(2)火车通过长 600 m 的桥时,火车的长度必须考虑,不能把火车视为质点.

车速 108 km/h, 即速度为 30 m/s, 火车通过桥所需时间

$$t_2 = \frac{s_2}{v} = \frac{600 + 200}{30} \text{ s} = 26.7 \text{ s}.$$

解后小结: 由于两城市之间的铁轨一般不是位于一直线, 故根据火车时刻表中铁路的里程和行驶的时间计算出的不是火车的平均速度, 而是平均速率; 两城市之间的距离等于火车行驶的位移大小, 故根据两城市之间距离和行驶的时间计算出的不是火车的平均速率, 而是平均速度. 200 m 长的火车过 600 m 直桥时, 火车上各点的运动情况相同, 但火车仍不能视为质点; 当运动物体上各点运动情况不同时, 有时仍可将物体视为质点, 如地球绕太阳运动. 所以只有物体的大小和形状对所研究的问题影响很小时, 物体才能视为质点. 而不能根据运动物体上各点的运动情况是否相同, 来确定能否把物体看成质点.

例 2 如图 1-1 所示, 时间轴上标 100 的点表示



图 1-1

- ()
- A. 99 s B. 100 s
C. 第 99 s 末 D. 第 100 s 末

解题思路: 时间轴上的点表示的是时刻, 这里要考虑时间轴上标 100 的点表示的是哪段时间的末时刻.

解: 时间坐标轴上的点表示的是时刻, 线段表示的是时间. 时间坐标轴上 0~1 s 线段表示的是第 1 s, 时间轴上标 1 的点表示第 1 s 末, 由此可知, 时间轴上标 100 的点表示的是第 100 s 末.

答案 D 正确.

解后小结: 点在时间轴上表示的是时刻, 线段在时间轴上表示的是时间. 0~100 s 线段表示的是前 100 s, 100 s~101 s 线段表示的是第 101 s, 故时间轴上标 100 的点也表示 100 s 末或 101 s 初.

例 3 (2007 年北京高考题) 图 1-2 所示为高速摄影机拍摄到的子弹穿过苹果瞬间的照片. 该照片经过放大后分析出, 在曝光时间内, 子弹影响前后错开的距离约为子弹长度的 1%~2%. 已知子弹飞行速度约为 500 m/s, 因此可估算出这幅照片的曝光时间最接近

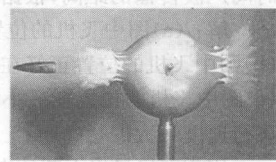


图 1-2

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

解题思路: 已知子弹飞行速度约为 500 m/s, 因此要估算出这幅照片的曝光时间, 只需估算出在曝光时间内子弹的位移.

解: 若苹果的直径为 10 cm, 则子弹的长度约为 4 cm. 在曝光时间内, 子弹的位移为子弹影响前后错开的距离, 故子弹的位移为 $1.5\% \times 4 \text{ cm} = 0.06 \text{ cm}$. 因此这幅照片的曝光时间约为

$$t = \frac{s}{v} = \frac{0.06 \times 10^{-2}}{500} \text{ s} = 1.2 \times 10^{-6} \text{ s}.$$

答案 B 正确.

解后小结: 子弹的长度是参照苹果的大小估计出来的, 照片上的苹果大小是未知的, 这里设为 10 cm. 实际上, 苹果的大小相差几厘米是不影响结果的数量级的. 在曝光时间内, 子弹的位移不是从照片右侧射入苹果到照片左侧子弹的位置, 而是在曝光的时间内, 由于子弹的运动, 造成子弹影像前后错开的距离.

例 4 图 1-3 中三张图片分别反映了飞机以三种不同速度在空中(不考虑空气的流动)水平飞行时, 产生声波的情况. 图中一系列圆表示声波的传播情况, A 点表示飞机的位置. 请你利用给出的图, 确定飞机飞行速度最大的是_____ (填 a、b、c), 并用刻度尺等工具估测 c 图中飞机的速度为_____ m/s. 已知声波在空气中的速度为 340 m/s.

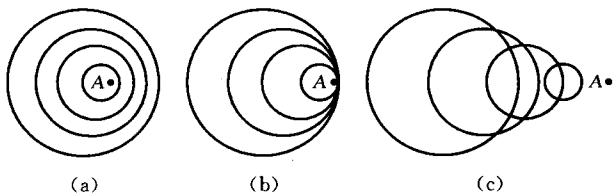


图 1-3

解题思路: 设 $t = 0$, 飞机产生第一列声波, 经过 Δt 、 $2\Delta t$ 、 $3\Delta t$ 又产生第二、第三、第四列声波, 三张图片中各有四个圆, 分别表示这四列声波经过 $4\Delta t$ 时间的传播情况. 飞机产生声波时的位置分别在四个圆的圆心处. 比较飞机飞行距离与声波传播距离可确定哪张图中飞机飞行速度最大. 用刻度尺量出飞机飞行距离与对应时间声波传播的距离, 根据已知声波在空气中的速度, 可求出飞机的速度.

解: (a) 图中飞机的位置在最小的圆内, 说明飞机的速度小于声波传播速度; (b) 图中飞机的位置正好在最小圆的圆周上, 说明飞机的速度等于声波传播速度; (c) 图中飞机的位置在最小的圆外, 说明飞机的速度大于声波传播速度. 因此, 飞机飞行速度最大的是(c).

用刻度尺量出大圆的半径 R 和大圆的圆心到表示飞机位置 A 点的距离 L , 根据

$$v_{\text{机}} = \frac{L}{4\Delta t}, \quad v_{\text{声}} = \frac{R}{4\Delta t},$$

$$\text{得 } v_{\text{机}} = \frac{L}{R} v_{\text{声}} = 2.23 \times 340 \text{ m/s} = 7.6 \times 10^2 \text{ m/s}.$$

解后小结: 我们也可以用刻度尺量出其他圆的半径和此圆圆心到表示飞机位置 A 点的距离, 同样利用比例关系求出飞机的速度, 但由于测量的距离较小而误差较大, 故最好还是测量大圆的半径和大圆圆心到表示飞机位置 A 点的距离.

例 5 (2001 年上海高考题) 图 1-4 中的(a)是在高速公路上用超声波测速仪

测量车速的示意图,测速仪发出并接收超声波脉冲信号,根据发出和接收到信号间的时间差,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.设扫描仪匀速扫描 P_1 、 P_2 之间的时间间隔 $\Delta t = 1.0$ s,超声波在空气中传播的速度是 $v = 340$ 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为 _____ m,汽车的速度是 _____ m/s.

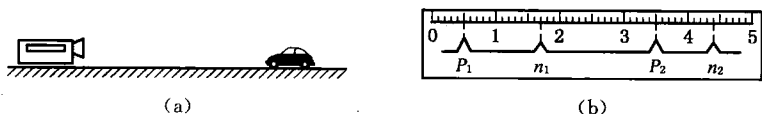


图 1-4

解题思路: 由图(b)可知 1.0 s 对应 30 小格,每一小格对应 $\frac{1}{30}$ s. 由 $P_1 n_1$ 间的格数可知从测速仪发出超声波信号 P_1 经汽车反射再到测速仪接收的时间,此时间的一半是超声波信号 P_1 由测速仪发出传播到汽车的时间 t_1 . 汽车接收到超声波信号 P_1 时距测速仪距离为超声波在空气中传播的速度与 t_1 的乘积. 由 $P_2 n_2$ 间的格数可知超声波信号 P_2 从测速仪发出经汽车反射再到测速仪接收的时间,此时间的一半是超声波信号 P_2 由测速仪发出传播到汽车的时间 t_2 . 汽车接收到超声波信号 P_2 时距测速仪距离为超声波在空气中传播的速度与 t_2 的乘积. 由两距离差可求出汽车在接收到 P_1 、 P_2 两个信号之间的时间内前进的距离,除以通过这段距离的时间即可得出汽车的速度.

解: 由图(b)可知 1.0 s 对应 30 小格,每一小格对应 $\frac{1}{30}$ s. $P_1 n_1$ 间的格数为 12,所以,超声波信号 P_1 由测速仪发出传播到汽车的时间为 $t_1 = 0.5 \times 12 \times \frac{1}{30}$ s = 0.2 s,汽车接收到超声波信号 P_1 时距测速仪距离为 $s_1 = vt_1 = 340 \times 0.2$ m = 68 m, $P_2 n_2$ 间的格数为 9,所以,超声波信号 P_2 由测速仪发出传播到汽车的时间为 $t_2 = 0.5 \times 9 \times \frac{1}{30}$ s = 0.15 s,汽车接收到超声波信号 P_2 时距测速仪距离为 $s_2 = vt_2 = 340 \times 0.15$ m = 51 m,

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为 $\Delta s = s_1 - s_2 = 17$ m;

$P_1 n_1$ 中点到 $P_2 n_2$ 中点的格数为 28.5,所以汽车前进 Δs 所用的时间为 $\Delta t_1 = 28.5 \times \frac{1}{30}$ s = 0.95 s,

汽车的速度为 $v = \frac{\Delta s}{\Delta t_1} = \frac{17}{0.95}$ m/s = 17.9 m/s.

所以,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为 17 m,汽车

的速度是 17.9 m/s .

解后小结: 图(b)中的均匀刻度虽然未标出时间单位,但必须根据已知扫描仪匀速扫描 P_1 、 P_2 之间的时间间隔 Δt ,借助均匀刻度确定几个我们需要的时间.

例 6 一质点以速度 $v_1 = 60 \text{ m/s}$ 从 A 点沿直线运动到 B 点,再立即以速度 $v_2 = 40 \text{ m/s}$ 从 B 点沿直线返回 A 点,则该质点在 AB 间往返一次的平均速度的大小为多少? 平均速率为多少?

解题思路: 平均速度是做变速直线运动的物体所经过的位移 Δs 与所用时间 Δt 的比值,平均速率是运动物体通过的路程和所用时间的比值. 根据定义,分别列式计算.

解: 平均速度是做变速直线运动的物体所经过的位移 Δs 与所用时间 Δt 之比,该质点在 AB 间往返一次的位移 Δs 为零,故平均速度为零.

平均速率是做变速直线运动的物体所经过的路程与所用时间之比,设从 A 到 B 的路程为 s ,则平均速率为

$$\bar{v} = \frac{2s}{\frac{s}{v_1} + \frac{s}{v_2}} = \frac{2s}{\frac{s}{60} + \frac{s}{40}} = 48 \text{ m/s}.$$

解后小结: 平均速度是根据位移计算的,平均速率是根据路程计算的,质点在 AB 间往返一次,位移为零,路程为 AB 之间距离的两倍. 平均速率的大小与此距离的长短无关.

例 7 如图 1-5 所示,在河面上方 $h = 20 \text{ m}$ 的岸上有人用长绳拴住一条小船,开始时绳与水面的夹角为 30° . 人以恒定的速率 $v = 3 \text{ m/s}$ 拉绳,使小船靠岸,那么 5 s 后小船前进了 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$,此时小船的速率为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}$.

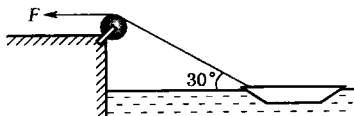


图 1-5

解题思路: 根据 h 和绳与水面的夹角,可求出开始时小船离岸的距离, 5 s 后由于拉绳,滑轮右侧绳子长度减小,绳与水面的夹角变大. 用同样方法可求出此时小船离岸的距离,从而得到小船前进的距离. 拉紧的绳子沿绳方向运动时,由于不考虑绳的伸长,绳也未松弛,所以,绳两端沿绳方向速度大小一定相等. 把船靠岸的速度按沿绳方向和垂直绳的方向分解,根据“沿绳方向速度大小相等”,可求出此时小船的速率.

解: 开始时小船离岸距离为

$$s_1 = h \cot 30^\circ = 34.6 \text{ m},$$

此时滑轮右侧绳长为

$$L_1 = \frac{h}{\sin 30^\circ} = 40 \text{ m},$$

由于拉绳, 5 s 后滑轮右侧绳子长度减小了 15 m ,变为 25 m ,绳与水面的夹角变为 53° ,此时小船离岸距离变为 $s_2 = h \cot 53^\circ = 15 \text{ m}$,于是 5 s 后小船前进了

$$s = s_1 - s_2 = 19.6 \text{ m}.$$

把船靠岸的速度按沿绳方向和垂直绳的方向分解,根据“沿绳方向速度大小相等”,有 $v_{\text{船}} \cos 53^\circ = v$,可求出此时小船的速率为

$$v_{\text{船}} = \frac{v}{\cos 53^\circ} = 5 \text{ m/s}.$$

解后小结: 从运动合成的观点来看,船靠岸的运动是船沿绳方向靠近定滑轮的运动和绕定滑轮的转动的合成.所以,这里把船靠岸的速度按沿绳方向和垂直绳的方向分解.常见的错误是把船的速度看成是绳速的一个分速度,绳速的另一个分速度方向竖直向上.

例 8 图 1-6 所示,为一运动物体的速度-时间图像,若图中的曲线为圆弧,则物体的运动情况是 ()

- A. 作圆周运动 B. 作曲线运动
C. 作直线运动 D. 不能确定

解题思路: 速度-时间图像是表示运动物体的速度随时间变化的图像,图线不表示物体运动的轨迹.此图线表示物体运动速度逐渐减小为零,过程中速度始终为正.

解: 由于物体速度减小为零前始终为正值,说明速度方向不变,物体是做直线运动.

答案 C 正确.

解后小结: 对于做直线运动物体,速度方向只有两种可能,我们才能用正负号来表示速度的方向.我们规定其中一个方向为正,另一个方向即为负.速度-时间图像是表示运动物体的速度随时间变化的图像,速度的方向就是用正负号表示. v 为正时,表示速度与我们规定的正方向相同; v 为负时,表示速度与我们规定的正方向相反.所以,速度-时间图像表示的运动,一定是直线运动或某一方向的分运动.

例 9 (2008 年广东高考题)某人骑自行车在平直道路上行进,图 1-7 中的实线记录了自行车开始一段时间内的 $v-t$ 图像.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

解题思路: 速度-时间图像是表示运动物体的速度随时间变化的图像.图线的斜率表示加速度,图线与坐标轴所围“面积”表示物体运动的位移.

解: 速度-时间图线的斜率表示加速度,在 t_1 时刻,虚线的斜率小于实线的斜率,故虚线反映的加速度比实际的小;图线与坐标轴所围“面积”表示物体运动的位

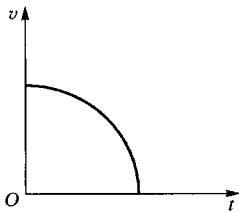


图 1-6

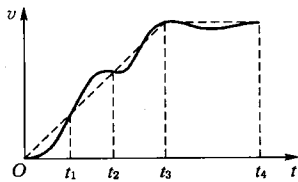


图 1-7

移,在 $0 \sim t_1$ 时间内,虚线与坐标轴所围“面积”大于实线与坐标轴所围“面积”,故由虚线计算出的平均速度比实际的大;在 $t_1 \sim t_2$ 时间内,虚线与坐标轴所围“面积”小于实线与坐标轴所围“面积”,故由虚线计算出的位移比实际的小;在 $t_3 \sim t_4$ 时间内,虚线表示的是速度不随时间变化的运动,故虚线反映的是匀速运动。

答案 B、D 正确。

解后小结: 为了简化计算,常对实际较复杂的运动作近似处理,把复杂的变速运动当作匀变速运动或者匀速运动处理。

例 10 甲、乙、丙三质点运动的 $s-t$ 图像如图 1-8 所示,则在时间 $0 \sim t_1$ 内 ()

- A. 甲的位移最大 B. 三者位移相同
C. 乙、丙路程相同 D. 三者路程相同

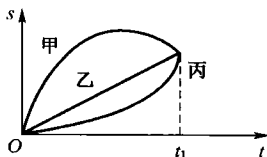


图 1-8

解题思路: 位移-时间图像是表示运动物体的位移随时间变化的图像. 图线的斜率表示物体运动的速度,质点乙图线斜率不变,表示质点乙以不变的速度向目标运动;质点丙图线斜率逐渐变大,表示质点丙以逐渐变大的速度向目标运动;质点甲图线斜率先为正逐渐减小,后为负逐渐增大,表示质点甲先以逐渐减小的速度向目标运动并超过目标、后以逐渐增大的速度返回目标。

解: 位移-时间图像是表示运动物体的位移随时间变化的图像,在 t_1 时刻三质点的位移相同. 由于质点乙、丙的速度都为正值,是做单向直线运动,路程与位移大小相等;质点甲超过目标后返回,尽管位移相同,但路程大。

答案 B、C 正确。

解后小结: 做直线运动的物体,位移方向只有两种可能,我们才能用正负号来表示位移的方向. 我们规定其中一个方向为正,另一个方向即为负. 位移-时间图像是表示运动物体的位移随时间变化的图像,位移的方向就是用正负号表示. s 为正时,表示位移与我们规定的正方向相同; s 为负时,表示位移与我们规定的正方向相反. 所以,位移-时间图像表示的运动,一定是直线运动或某一方向的分运动。

例 11 (2001 年全国高考题)在抗洪抢险中,战士驾驶摩托艇救人. 假设江岸是平直的,洪水沿江向下游流去,水流速度为 v_1 ,摩托艇在静水中的航速为 v_2 ,战士救人的地点 A 离岸边最近处 O 的距离为 d . 如战士想在最短时间内将人送上岸,则摩托艇登陆的地点离 O 点的距离为 ()

- A. $\frac{dv_2^2}{\sqrt{v_2^2 - v_1^2}}$ B. 0 C. $\frac{dv_1}{v_2}$ D. $\frac{dv_2}{v_1}$

解题思路: 洪水沿江向下游流去,水流速度为 v_1 ,摩托艇在静水中的航速为 v_2 ,因此摩托艇相对江岸的速度是 v_1 和 v_2 的矢量和. 求摩托艇登陆的地点离 O 点的距离要涉及矢量运算. 若取 $v_1 = 0$,对于摩托艇在静水中的航行,问题就简单了。

解: 取 $v_1 = 0$,假定洪水不流动. 战士想在最短时间内将人送上岸,摩托艇直接行驶到 O 点登陆,摩托艇登陆的地点离 O 点的距离为零. 以 $v_1 = 0$ 代入题中四个答

案,有两个答案为零.由于摩托艇登陆的地点离 O 点的距离与 v_1 有关,当 $v_1 \neq 0$ 时,摩托艇登陆的地点离 O 点的距离又不为零,故只有答案C才满足.

答案C正确.

解后小结:由于本例是文字选择题,没有具体数值,对于其中物理量的合理取值,答案一定满足.若数值取得好,能简化解题过程.因此对于文字选择题,常用特殊值法来解.

例 12 一人划船横渡一条河,在静水中划船速度 v_1 和水流速度 v_2 大小一定,且 $v_1 > v_2$,但均未知,此船渡河的最少时间为 T_1 ,若此船用最短的位移过河所需时间为 T_2 ,则划船速度与水流速度之比 $v_1 : v_2 =$ _____.

解题思路:船过河的问题,是运动合成的问题,船过河的速度是静水中划船速度 v_1 和水流速度 v_2 的合速度.船渡河要用最少时间,则垂直河岸方向的分速度要最大;船要用最短的位移过河,在 $v_1 > v_2$ 情况下,合速度方向一定垂直河岸.

解:设河宽为 d ,船渡河要用最少时间,则 v_1 方向垂直河岸,因此 $T_1 = \frac{d}{v_1}$;

船要用最短的位移过河,在 $v_1 > v_2$ 情况下,合速度方向一定垂直河岸,此时合速度大小为 $\sqrt{v_1^2 - v_2^2}$,因此 $T_2 = \frac{d}{\sqrt{v_1^2 - v_2^2}}$;由此得到 $v_1 T_1 = \sqrt{v_1^2 - v_2^2} T_2$,

$$\text{求得 } v_1 : v_2 = \frac{T_2}{\sqrt{T_2^2 - T_1^2}}.$$

解后小结:船对岸的速度是船对水的速度和水对岸的速度的合速度.速度的合成也遵循平行四边形法则.

三、训练练习

1. 关于质点,下列描述中正确的是 ()

- A. 质量很小的物体可看作质点
- B. 体积很小的物体可看作质点
- C. 在某些情况下,地球可看作质点
- D. 在某些情况下,乒乓球也不可看作质点

2. 关于位移和路程,下列说法正确的是 ()

- A. 物体沿直线向某一方向运动,通过的路程就是位移
- B. 物体沿直线向某一方向运动,通过的路程等于位移的大小
- C. 物体通过一段路程,其位移可能为零
- D. 物体通过的路程不等,但位移可能相同

3. (2005年北京高考题)一人看到闪电12.3 s后又听到雷声.已知空气中的声速约为330 m/s~340 m/s,光速为 3×10^8 m/s,于是他用12.3除以3很快估算出闪电发生位置到他的距离为4.1 km.根据你所学的物理知识可以判断 ()

- A. 这种估算是错误的,不可采用

- B. 这种估算方法可以比较准确地估算出闪电发生位置与观察者间的距离
 C. 这种估算方法没有考虑光的传播时间,结果误差很大
 D. 即使声速增大 2 倍以上,本题的估算结果依然正确

4. 如图 1-9 所示,一同学沿一直线行走,现用频闪照相记录了他行走中 9 个位置的图片,观察照片,能比较正确反映该同学运动的速度-时间图像的是图 1-10 中的 ()



图 1-9

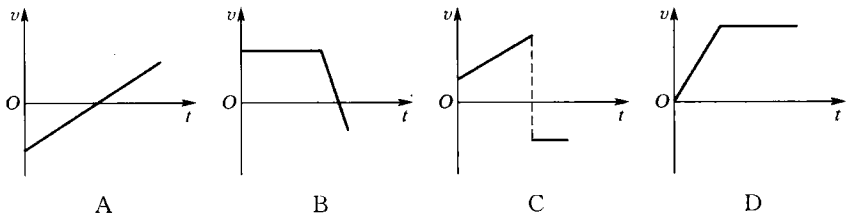


图 1-10

5. 两个相同的正方形铁丝框按图 1-11 所示放置,它们沿对角线方向分别以速度 v 和 $2v$ 向两边运动,则两线框的交点 M 的运动速度大小为 ()

A. $\frac{3\sqrt{2}}{2}v$

B. $\frac{\sqrt{10}}{2}v$

C. $\frac{\sqrt{6}}{2}v$

D. $\frac{\sqrt{2}}{2}v$

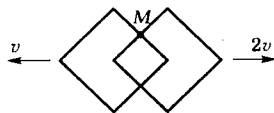


图 1-11

6. (1999 年上海高考题)天文观测表明,几乎所有远处的恒星(或星系)都在以各自的速度背离我们而运动,离我们越远的星体,背离我们运动的速度(称为退行速度)越大,也就是说,宇宙在膨胀,不同星体的退行速度和它们离我们的距离 r 成正比,即 $v = Hr$,式中 H 为一常量,称为哈勃常数,已由天文观察测定.为解释上述现象,有人提出一种理论,认为宇宙是从一个大爆炸的火球开始形成的.假设大爆炸后各星球即以不同的速度向外匀速运动,并设想我们就位于其中心,则速度越大的星体现在离我们越远.这一结果与上述天文观测一致.

由上述理论和天文观测结果,可估算宇宙年龄 T ,其计算式为 $T = \underline{\hspace{2cm}}$,根据近期观测,哈勃常数 $H = 3 \times 10^{-2} \text{ m/(s} \cdot \text{l. y.)}$,其中 1. y. (光年)是光在一年