

DuoGongNeng TiDian
GaoZhongWuLi

快速检索：
关键词、知识点、
方法、题型、难度……

题典

上册

高中物理

主编 张大同
范小辉

华东师大二附中物理教研组 编

 华东师范大学出版社

多功能

题
典

华东师范大学出版社

高中物理·上册

主编 张大同 范小辉
华东师大二附中物理教研组编

致 读 者

亲爱的读者,展现在您面前的这套《多功能题典》是以中小學生、教师为读者对象,主要以中、高考要求与课程标准为依据而编写的系列丛书.包括高中数学、高中物理、高中化学、初中数学、初中物理、初中化学、小学数学竞赛共7册.

题典类图书的重要特征在于将学科知识以题解形式进行科学、系统的归纳整理,并给出解题思路,以提高学生解决问题和分析问题的能力.本丛书在这一基本特色的基础上,为方便读者使用,更为了提高效率,开发了多项功能,进一步发挥题典类图书的作用.

本丛书有以下特点.

作者权威 编写队伍由各学科考试命题的专家、学者与长期在教学第一线的资深特、高级教师组成.他们各取所长,各展所能,把自己长期积累、精心筛选的新颖而规范的经典试题共同打造出这一套实践性的丛书.

题目典范 本丛书不受教材版本限制,按各学科知识内容编排,不仅与教学要求相对应,更体现了学科知识的完整性、系统性和科学性.书中每一道试题的编制和确定都经过了多道关卡,从作者的编选和教学使用、主编总纂到编辑审读、专家审定,确保题题经典.

体例新颖 丛书不仅对每一道题提供了精妙的“题解”,更是引导读者“解题”,注重方法、思路的点拨,并对每一道题标出了难度,使读者学有所思、学有所得,不仅能举一反三,更能了解自己的学习水平,把握学习方向.

超强检索 我社配套本书开通了强大的网上检索功能.当你需要某种检索时,可以方便地进入网站(<http://tidian.ecnupress.com.cn>),从难度、题型、知识点、方法技巧等不同维度,及关键字进行组合检索,就像使用 Google 和百度一样方便.

谨以此书献给在求学路上奋力拼搏的学子们,愿你一书在手,不再为茫茫无垠的题海而迷茫,迅速提高学习水平,取得成功.同样,此书献给为教育事业默默耕耘的广大教师们,愿这本书的使用给您带来诸多的便利,从而提高教学质量.

鉴于本丛书立意新颖,篇幅较大,难免有疏漏之处,敬请不吝指正.

华东师范大学出版社

教辅分社

目 录

· 上 册 ·

第一章 直线运动

§ 1.1 描述运动的物理量 匀速直线运动	1
§ 1.2 匀变速直线运动	10
§ 1.3 图象和追及问题	25
§ 1.4 自由落体 竖直上抛运动	35

第二章 力 物体的平衡

§ 2.1 力 重力 弹力	48
§ 2.2 摩擦力	55
§ 2.3 力的合成与分解	67
§ 2.4 共点力作用下物体的平衡	81
§ 2.5 固定转动轴物体的平衡	118

第三章 牛顿运动定律

§ 3.1 惯性 牛顿第一定律	146
§ 3.2 牛顿第二定律	151
§ 3.3 超重与失重	178
§ 3.4 牛顿第三定律与连接体问题	188

第四章 曲线运动 万有引力

§ 4.1 曲线运动 运动的合成和分解	203
§ 4.2 平抛运动	211
§ 4.3 圆周运动	227
§ 4.4 万有引力定律 天体运动	250

第五章 机械能

§ 5.1 功	277
§ 5.2 功率	286
§ 5.3 动能定理	295
§ 5.4 机械能守恒定律	316
§ 5.5 功和能的关系	336

第六章 动 量

§ 6.1 动量定理	346
§ 6.2 动量守恒定律	358
§ 6.3 碰撞、爆炸与反冲	372
§ 6.4 力学规律的选用	394

第七章 振动与波

§ 7.1 简谐振动 振动图象	424
§ 7.2 单摆	444
§ 7.3 振动中的能量转化 受迫振动	462
§ 7.4 机械波	481
§ 7.5 波动图象的应用	488
§ 7.6 波的干涉与衍射	502
§ 7.7 声波和多普勒效应	506

第八章 分子动理论 热和功

§ 8.1 分子动理论	513
§ 8.2 热和功	516
§ 8.3 热力学第一、第二定律	520
§ 8.4 热平衡	524
§ 8.5 固体和液体	529

第九章 气体的性质

§ 9.1 气体的状态参量	536
§ 9.2 气体的等温变化	540
§ 9.3 气体的等压变化	556

§ 9.4 气体的等容变化	559
§ 9.5 理想气体的状态方程	562
§ 9.6 理想气体的图象问题	576
§ 9.7 力、热综合问题	584

· 下 册 ·

第十章 电 场

§ 10.1 库仑定律	593
§ 10.2 电场强度 电场线	602
§ 10.3 电势 电势差 电场力做功	611
§ 10.4 电势差与电场强度的关系	623
§ 10.5 带电粒子在电场中的运动	626
§ 10.6 电容器	654

第十一章 直 流 电

§ 11.1 欧姆定律 电阻定律 电功、电功率 焦耳定律	665
§ 11.2 串、并联电路	674
§ 11.3 闭合电路欧姆定律	692
§ 11.4 同种电池的串并联和含容电路	718
§ 11.5 电学实验	728
§ 11.6 基本的逻辑电路	771

第十二章 磁 场

§ 12.1 磁场的基本概念	778
§ 12.2 磁场对电流的作用力	783
§ 12.3 磁场对运动电荷的作用力	796
§ 12.4 多个粒子在匀强磁场中的运动	811
§ 12.5 带电粒子在复合场中的运动	817
§ 12.6 质谱仪和回旋加速器	848

第十三章 电 磁 感 应

§ 13.1 楞次定律	854
§ 13.2 法拉第电磁感应定律	870
§ 13.3 电磁感应的电路问题	899

4 多功能题典高中物理

§ 13.4 电磁感应的动态分析	924
§ 13.5 电磁感应的能量关系	942
§ 13.6 电磁感应的图象问题	962
§ 13.7 自感	984

第十四章 交流电

§ 14.1 交变电流	994
§ 14.2 三相交流电	1007
§ 14.3 变压器和远距离输电	1011
§ 14.4 电磁振荡	1022
§ 14.5 电磁场和电磁波	1027

第十五章 几何光学

§ 15.1 光的直线传播和反射	1031
§ 15.2 光的折射和全反射	1037
§ 15.3 棱镜与色散	1045
§ 15.4 透镜成像	1054
§ 15.5 光学器件	1062

第十六章 光的本性

§ 16.1 光的波动性	1067
§ 16.2 光的粒子性	1073

第十七章 原子物理

§ 17.1 原子物理	1085
§ 17.2 原子核物理	1091

功能检索	1100
------------	------

第一章 直线运动

§ 1.1 描述运动的物理量 匀速直线运动

1.1.1 * 关于位移与路程的下述说法中,正确的是()。

- A. 沿直线运动的物体,位移和路程是相等的
- B. 质点沿不同路径由 A 到 B,其路程可能不同而位移是相同的
- C. 质点通过一段路程,其位移可能为零
- D. 质点运动的位移大小不可能大于路程

解析: 沿直线运动的物体,若没有往复运动,只能是位移大小等于路程,但不能是位移等于路程,因为位移是矢量,路程是标量,若有往复运动时,其大小也不相等。在有往复的直线和曲线运动中位移的大小是小于路程的,位移只取决于始末位置而与路径无关,而路程是与路径有关的。

故本题选 B、C、D。

1.1.2 * 下列情况中能看作质点的是()。

- A. 蹲在起跑线准备起跑的运动员
- B. 正在途中跑动的运动员
- C. 正在闯线的百米赛跑运动员
- D. 正在空中运动的跳水运动员

解析: 一个物体能不能被当作质点,要看研究的问题。如果物体的大小和形状对研究的问题没有影响,或影响很小,可忽略,这个物体便可看作质点。否则就不能看作质点。

故本题选 B。

1.1.3 ** 车辆在行进中,要研究车轮的运动,下列选项中正确的是()。

- A. 车轮只做平动
- B. 车轮只做转动
- C. 车轮的平动可以用质点模型分析
- D. 车轮的转动可以用质点模型分析

解析: 从平常观察到的现象来分析,车轮既转动又平动,平动可以用质点模型来分析。

故本题选 C。

1.1.4 ** 为了传递信息,周朝形成邮驿制度,宋朝增设“急递铺”,设金牌、银牌、铜牌三种,“金牌”一昼夜行 500 里(1 里=500 米),每到一驿站换人换马接力传递,“金牌”的平均速度()。

2 第一章 直线运动

- A. 与成年人步行的速度相当 B. 与人骑自行车的速度相当
C. 与高速公路上汽车的速度相当 D. 与磁悬浮列车的速度相当

解析：“金牌”一昼夜行驶的路程为 $s = 500 \times 500 = 2.5 \times 10^5$ (m)，所用时间 $t = 3\,600 \times 24 = 8.64 \times 10^4$ (s)，由 $\bar{v} = \frac{s}{t} \approx 3$ m/s。

故本题选 B。

1.1.5 ** 某同学在 100 m 跑中，跑完全程时间的中间时刻 6.25 s 时速度为 7.8 m/s，到达终点时速度为 9.2 m/s，则他全程的平均速度是()。

- A. 4.6 m/s B. 7.8 m/s C. 8 m/s D. 9.2 m/s

解析：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，因此提到平均速度必须指明是对哪段时间(或哪段位移)而言的，平均速度 $\bar{v} =$

$$\frac{s}{t} = \frac{100}{12.5} = 8 \text{ (m/s)}.$$

故本题选 C。

1.1.6 ** 某质点沿着直线轨道一直向前运动，从计时起它在连续的每个 1 s 时间内发生的位移都是 10 m，那么可以判定()。

- A. 它从计时起连续的每个 0.5 s 内发生的位移都是 5 m
B. 它从计时起连续的每个 2 s 内发生的位移都是 20 m
C. 这个质点一定做匀速直线运动
D. 这个质点可能做变速直线运动

解析：物体在一条直线上运动，如果在任意相等的时间里发生的位移相等，这种运动叫做匀速直线运动。这里“相等的时间”并不是指某一段特定的时间，而是任意的，取任意长的相等时间。本题中时间只取 0.5 s 是一个特定的，所以质点不一定做匀速直线运动。

故本题选 B、D。

1.1.7 ** 甲、乙、丙三人各乘一个热气球，甲看到楼房匀速上升，乙看到甲匀速上升，甲看到丙匀速上升，丙看到乙匀速下降。那么，从地面上看，甲、乙、丙的运动情况可能是()。

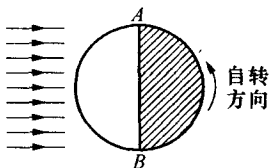
- A. 甲、乙匀速下降， $v_{乙} > v_{甲}$ ，丙停在空中
B. 甲、乙匀速下降， $v_{乙} > v_{甲}$ ，丙匀速上升
C. 甲、乙匀速下降， $v_{乙} > v_{甲}$ ，丙匀速下降，且 $v_{丙} > v_{甲}$
D. 以上说法均不对

解析：楼房和地面相当于同一参考系，所以，甲是匀速下降，乙看到甲匀速上升，说明乙匀速下降，且 $v_{乙} > v_{甲}$ 。甲看到丙匀速上升，有三种可能：① 丙静止；② 丙匀速上升；③ 丙匀速下降，且 $v_{丙} < v_{甲}$ 。丙看到乙匀速下降，也有三种可能：① 丙静止；② 丙匀速上升；③ 丙匀速下降，且 $v_{丙} < v_{乙}$ 。

故本题选 A、B。

1.1.8 ** 太阳从东边升起,从西边落下,是地球上的自然现象,但在某些条件下,在纬度较高地区上空飞行的飞机上,旅客可以看到太阳从西边升起的奇妙现象,这些条件是()。

- A. 时间必须是在清晨,飞机正在由东向西飞行,飞机的速率必须较大
 B. 时间必须是在清晨,飞机正在由西向东飞行,飞机的速率必须较大
 C. 时间必须是在傍晚,飞机正在由东向西飞行,飞机的速率必须较大
 D. 时间必须是在傍晚,飞机正在由西向东飞行,飞机的速率不能太大



解析: 如图所示,太阳光照射在地球上,地球左半球为白天,右半球为黑夜,地球自西向东转(见图中箭头方向),A点表示清晨,B点表示傍晚。在A点向东或向西,在B点向东飞行均不能看到“太阳从西边升起”,只有在B点向西飞行(即追赶快要落山的太阳)才能看到“太阳从西边升起”的奇观。

故本题选C。

1.1.9 * 一质点绕半径是 R 的圆周运动了一周,则其位移大小是_____,路程是_____。若质点只运动了 $\frac{1}{4}$ 周,则其位移大小是_____,路程是_____。

解析: 位移的大小是指物体运动的起点到终点的距离,而路程是指物体运动的实际路径。故本题答案为 0 、 $2\pi R$ 、 $\sqrt{2}R$ 、 $\frac{\pi R}{2}$ 。

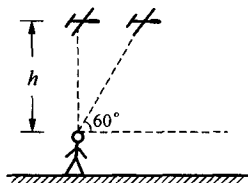
1.1.10 ** 某测量员是这样利用回声测距离的:他站在两平行峭壁之间某一位置鸣枪,经过 1.0 s 第一次听到回声,又经过 0.5 s 再次听到回声,已知声速为 340 m/s ,则两峭壁间的距离为_____m。

解析: 设枪声到两侧峭壁再反射回人耳的时间分别为 t_1 和 t_2 , $t_1 = 1.0\text{ s}$, $t_2 = 1.5\text{ s}$,由此得两峭壁间的距离

$$s = \frac{(t_1 + t_2)v_{\text{声}}}{2} = 425\text{ m}.$$

1.1.11 ** 一架飞机水平匀速地在某同学头顶飞过,当他听到飞机的发动机声从头顶正上方传来时,发现飞机在他前上方约与地面成 60° 角的方向上,据此可估算出此飞机的速度约为声速的_____倍。

解析: 如图,设飞机在头顶正上方时距人的高度为 h ,根据题意, $h = v_{\text{声}}t$,人听到声音时飞机走的距离为 $\frac{\sqrt{3}h}{3} = v_{\text{机}}t$,由此可解得 $v_{\text{机}} = \frac{\sqrt{3}v_{\text{声}}}{3} \approx 0.58v_{\text{声}}$ 。

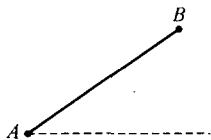


4. 第一章 直线运动

1.1.12 ☆ 卡车由西向东行驶,在 10 s 时间内前进了 80 m,在这期间,卡车上的人把车上的箱子向后移动了 2 m.规定由西向东方向为正方向,则箱子相对车的位移为 _____,箱子相对地的位移为 _____.

解析: 10 s 内卡车的位移为 80 m(向东),箱子相对卡车的位移 -2 m(向西),所以箱子相对地的位移为 $80 - 2 = 78$ m(向东).

1.1.13 ☆☆ 如图所示,一人沿一斜山坡自坡底 A 以速度 v_0 跑到坡顶 B,随即又以速度 v_1 返回至 A,已知 AB 间距离为 s ,那么,人在这一往返过程中的平均速度大小为 _____.



解析: 因为人沿斜坡往返过程的位移为零,根据平均速度的定义,人在整个往返过程中的平均速度也是零.

1.1.14 ☆☆ 某大型商场的自动扶梯正在匀速向上运送顾客,现甲、乙两人先后沿着扶梯向上奔跑,甲、乙在扶梯上向上奔跑的速度分别为 1.5 m/s 和 1.8 m/s;甲、乙数得的台阶级数分别为 42 级和 45 级.则自动扶梯的运行速度为 _____ m/s;若每级阶梯上平均站一个人,则站在此扶梯上的顾客数为 _____ 人.

解析: 甲、乙奔跑的速度为相对于扶梯的速度 v' ,而人的运动方向与扶梯的运行方向相同,则人对地的速度为 $(v' + v)$.人相对扶梯走过的位移即数得台阶的级数 N' ,人走的绝对位移为两层楼之间实有台阶级数 N ,亦即所能站的顾客数.

设每一节台阶的长度为 L_0 ,两层楼之间台阶有 N 级.甲在扶梯上走的时间

$$t_1 = \frac{NL_0}{v_1 + v},$$

则甲相对扶梯走过的距离 $N'L_0 = v_1' \cdot t_1 = \frac{NL_0}{v_1 + v} \cdot v_1'$.

代入数据可得 $42 = \frac{N}{1.5 + v} \times 1.5$ ①

同理,对乙的运动 $45 = \frac{N}{1.8 + v} \times 1.8$ ②

由①②式得 $v = 1$ m/s, $N = 70$ 级.

1.1.15 ☆☆ 天文观测表明,几乎所有远处的恒星(或星系)都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 v 和它们离我们的距离 r 成正比,即 $v = Hr$,式中 H 为一常量,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.假设大爆炸后各星体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 _____ . 根据过去观测,哈勃常数 $H = 3 \times 10^{-2} \text{ m}/(\text{s} \cdot \text{l. y.})$. 其中 l. y. (光年)是光在 1 a (年)中行进的距离,由此估算宇宙的年龄约为 _____ a .

解析: 由于宇宙是从一个大爆炸的火球开始形成的,又假设大爆炸后各星体以不同的速度向外做匀速直线运动,速度越大的星体离爆炸中心越远,由匀速直线运动公式可求得各星体从爆炸到现在的运动时间,即为宇宙年龄 T .

$$T = \frac{s}{v} = \frac{r}{Hr} = \frac{1}{H} = \frac{1 \times 365 \times 24 \times 3600 \times 3 \times 10^8}{3 \times 10^{-2}} (\text{s}) = 1 \times 10^{10} (\text{a}).$$

1.1.16 **★★** 图 1 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,根据发出和接收到的信号间的时间差,测出被测物体的速度. 图 2 中 P_1 、 P_2 是测速仪发出的超声波信号, m_1 、 m_2 分别是 P_1 、 P_2 由汽车反射回来的信号. 设测速仪匀速扫描, P_1 、 P_2 之间的时间间隔 $\Delta t = 1.0 \text{ s}$,超声波在空气中传播的速度是 $v = 340 \text{ m/s}$,若汽车是匀速行驶的,则根据图 2 可知,汽车在接收到 P_1 、 P_2 两个信号之间的时间内前进的距离是 _____ m ,汽车的速度是 _____ m/s .



图 1

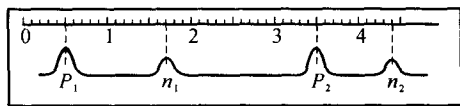


图 2

解析: 由图示可知,标尺每一小格对应时间为 $\frac{1}{30} \text{ s}$,设汽车接收到 P_1 信号时距测速仪距离 s_1 ,信号反射回测速仪时间为 t_1 ,汽车在接收到 P_2 信号时距测速仪距离 s_2 ,信号反射回测速仪时间为 t_2 ,则汽车在 P_1 、 P_2 两个信号间前进距离 $\Delta s = v \cdot \frac{\Delta t_1}{2} - v \cdot \frac{\Delta t_2}{2} = 340 \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{12}{30} - \frac{9}{30} \right) = 17 (\text{m})$,汽车运行的时间为 P_1 与 m_1 的中点和 P_2 与 m_2 的中点间的扫描时间,即 $\Delta t = 1 + \frac{3}{20} - \frac{1}{5} = \frac{19}{20} (\text{s})$,汽车的速度 $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{17}{\frac{19}{20}} = 17.9 (\text{m/s})$.

1.1.17 ***** 一个物体沿直线运动, $t_0 = 0$ 时刻速度为 1 m/s ,向东; $t_1 = 5 \text{ s}$ 时刻速度为 6 m/s ,向东; $t_2 = 10 \text{ s}$ 时刻速度为 4 m/s ,向西.取向东为正方向,试求前 5 s 和后 5 s 的速度变化量以及加速度.

解析: 因为取向东为正方向,那么 0 s 末、 5 s 末、 10 s 末的即时速度分别为 $v_1 = 1 \text{ m/s}$, $v_2 = 6 \text{ m/s}$, $v_3 = -4 \text{ m/s}$,根据 $\Delta v = v_t - v_0$ 和 $a = \frac{v_t - v_0}{t - t_0}$ 得

6 第一章 直线运动

前 5 s 的速度变化量和加速度分别为

$$\Delta v_1 = v_2 - v_1 = 6 - 1 = 5(\text{m/s})(\text{向东}),$$

$$a_1 = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = \frac{v_2 - v_1}{t_1 - t_0} = \frac{6 - 1}{5} = 1(\text{m/s}^2)(\text{向东}).$$

后 5 s 的速度变化量及加速度分别为

$$\Delta v_2 = v_3 - v_2 = -4 - 6 = -10(\text{m/s})(\text{向西}),$$

$$a_2 = \frac{\Delta v_2}{\Delta t_2} = \frac{v_3 - v_2}{t_2 - t_1} = \frac{-4 - 6}{10 - 5} = \frac{-10}{5} = -2(\text{m/s}^2)(\text{向西}).$$

1.1.18 ** 如图所示“龟兔赛跑”位移图象,看图回答:

(1) 哪一条图线表示乌龟的运动,哪一条图线表示兔子的运动?

(2) 兔子什么时候,什么地方开始睡觉?

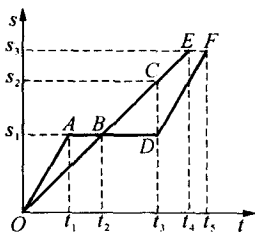
(3) 兔子睡了多长时间?

(4) 在什么时候乌龟爬过兔子身边?

(5) 兔子醒来时乌龟在什么地方?

(6) 谁先到达终点?

(7) 相差多少时间?



解析: (1) 由题意可知乌龟运动的图线是 $OBCE$, 兔子运动的图线是 $OABDF$;

(2) 兔子从 t_1 时刻开始睡觉, 距出发点的距离是 s_1 的位置;

(3) 兔子从 t_1 时刻睡到 t_3 时刻, 所以睡觉时间为 $t_3 - t_1$;

(4) 在 t_2 时刻乌龟爬过兔子身边;

(5) 兔子醒来时乌龟在距原点距离为 s_2 的位置;

(6) 乌龟先到达终点, 兔子后到达终点;

(7) 相差时间间隔为 $t_5 - t_4$.

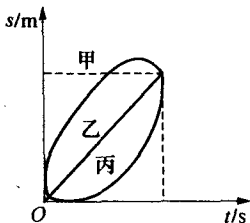
1.1.19 ** 轮船在河流中逆流而上, 下午 7 时, 船员发现轮船上的一橡皮艇已落入水中, 船长命令马上掉转头寻找小艇. 经过 1 h 的追寻, 终于追上了顺流而下的小艇. 如果轮船在整个过程中相对水的速度不变, 那么轮船失落小艇的时间是何时?

解析: 以流动的水为参照物, 落水的橡皮艇相对水是静止的, 又由于轮船在整个过程中相对水的速度大小不变, 从开始寻找小艇到追上小艇, 经过了 1 h, 根据运动的对称性可知, 从轮船失落橡皮艇到开始寻找小艇的时间也一定是 1 h, 所以轮船失落小艇的时间是下午 6 时.

1.1.20 ** 甲、乙、丙三个物体同时同地出发做直线运动, 它们的位移-时间图象如图所示, 在 20 s 内, 它们的平均速度大小关系如何? 平均速率大小关系如何?

解析: 在 $s-t$ 图象中, 曲线上某点的斜率即为质点在该时刻的速度. 本题中图

甲表示质点是做一个往返运动,而质点乙则为匀速直线运动,质点丙运动的方向不变,但速度大小在改变.平均速度 $\bar{v} = s/t$,甲、乙、丙在 20 s 内位移一样,所以平均速度关系为 $\bar{v}_甲 = \bar{v}_乙 = \bar{v}_丙$. 而平均速率 $\bar{v} = \text{路程} / \text{时间}$,从 $s-t$ 图可知乙、丙都是做单向直线运动,其中乙做匀速直线运动,而甲做往返运动,故甲的路程最长,乙、丙相等. 所以平均速率的关系为 $\bar{v}_甲 > \bar{v}_乙 = \bar{v}_丙$.



1.1.21 **★★** 如图所示,一个人站在距离平直公路 $h = 50$ m 远的 B 处,公路上有一辆汽车以 $v_1 = 10$ m/s 的速度行驶.当汽车与人相距 $l = 200$ m 的 A 处时,人以速度 $v_2 = 3$ m/s 奔跑,为了使人跑到公路上时能与车相遇,或者赶在车前面,问此人应朝哪个方向跑?

解析: 用 α 表示人看到汽车的视线与人跑动的方向之间的夹角, θ 表示视线与公路间的夹角. 设人从 B 处跑到公路上的 D 处所用的时间为 t_2 ,汽车从 A 处行驶到 D 处所用的时间为 t_1 . 于是对 $\triangle ABD$ 有: $AD = v_1 t_1$, $BD = v_2 t_2$, $AB = l$, $\angle ABD = \alpha$, $\sin \theta = \frac{h}{l}$, 可利用正弦定理列式求解.

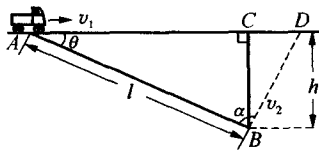
$$\text{在 } \triangle ABD \text{ 中 } \quad \frac{AD}{\sin \alpha} = \frac{BD}{\sin \theta},$$

$$\text{即 } \quad \frac{v_1 t_1}{\sin \alpha} = \frac{v_2 t_2}{h/l},$$

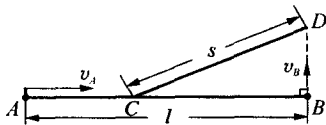
$$\sin \alpha = \frac{h v_1 t_1}{l v_2 t_2}.$$

据题意 $t_1 \geq t_2$, 即 $\sin \alpha \geq \frac{h v_1}{l v_2} = \frac{50 \times 10}{200 \times 3} = 0.833$, 故 α 角应为

$$56.5^\circ \leq \alpha \leq 123.5^\circ.$$



1.1.22 **★★** 质点 A、B 相距 $l = 15$ m, 质点 A 以速度 $v_A = 5$ m/s 沿直线 l 方向运动, 同时质点 B 以速度 $v_B = 3$ m/s 沿垂直于直线 l 的方向运动, 如图所示, 求两质点相隔最近的距离?



解析: 经时间 t , 质点 A 沿直线 l 到达 C 点, 它的位移是 $v_A t$, 质点 B 沿垂直 l 方向到达 D 点, 它的位移为 $v_B t$. 两质点之间的距离是

$$s = \sqrt{(l - v_A t)^2 + (v_B t)^2} = \sqrt{(15 - 5t)^2 + (3t)^2}$$

$$= \sqrt{34t^2 - 150t + 225} = \sqrt{34\left(t - \frac{75}{34}\right)^2 + 225 - 34\left(\frac{75}{34}\right)^2}.$$

显然当 $t = \frac{75}{34} = 2.21(\text{s})$, 两质点之间距离最小,

$$s_{\min} = \sqrt{225 - 34 \left(\frac{75}{34} \right)^2} = 7.72(\text{m}).$$

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

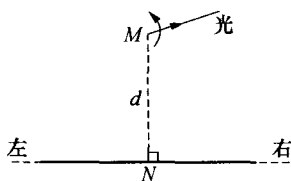


图 1

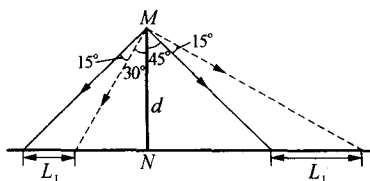


图 2

解析: $\Delta\varphi = \frac{\Delta t}{T} \times 360^\circ = 15^\circ.$

如图 2 所示, 有两种可能:

(1) 光束照射小车时, 小车正在接近 N 点, Δt 内光束与 MN 的夹角从 45° 变为 30° , 小车走过 L_1 , 速度应为
$$v_1 = \frac{L_1}{\Delta t} \quad (1)$$

由图可知
$$L_1 = d(\tan 45^\circ - \tan 30^\circ) \quad (2)$$

由①②式得
$$v_1 = 1.7 \text{ m/s}.$$

(2) 光束照到小车时, 小车正在远离 N 点, Δt 内光束与 MN 的夹角从 45° 变为 60° , 小车走过 L_2 , 速度为
$$v_2 = \frac{L_2}{\Delta t} \quad (3)$$

由图可知
$$L_2 = d(\tan 60^\circ - \tan 45^\circ) \quad (4)$$

由③④式得
$$v_2 = 2.9 \text{ m/s}.$$

1.1.24 **★★** 一列长 100 m 的队伍沿直线匀速前进, 队伍中的通讯员接到命令, 立即自队尾出发快步匀速赶到队前, 然后又以同样的速率返回队尾, 此过程中整个队伍又前进了 100 m 的路程. 求此过程中通讯员走过的路程是多少? 通讯员的位移是多少?

解析: 设队伍前进的速度大小为 v_1 , 通讯员的速度大小为 v_2 , 通讯员由队尾赶至队头所用的时间为 t_1 , 由队头返回队尾的时间为 t_2 , 并以 l 表示队伍的长度. 则对于通讯员由队尾赶至队头的过程有

$$(v_2 - v_1)t_1 = l \quad ①$$

对于通讯员由队头返回队尾的过程有

$$(v_2 + v_1)t_2 = l \quad ②$$

而全过程整个队伍前进的距离也恰等于 l , 即

$$v_1(t_1 + t_2) = l \quad ③$$

由①②③式得

$$v_1 = (\sqrt{2} - 1)v_2.$$

此过程中, 通讯员所通过的路程为

$$s_{\text{路}} = v_2(t_1 + t_2) = \frac{1}{\sqrt{2} - 1} \cdot v_1(t_1 + t_2) = 241.4 \text{ m}.$$

通讯员的位移与其运动路径无关, 而仅由其初末位置决定, 此过程中, 通讯员的初末位置均在队尾, 则其位移与整个队伍的位移相同, 即为

$$s_{\text{位}} = l = 100 \text{ m}.$$

1.1.25 **★★** 一位电脑动画爱好者设计了一个“猫捉老鼠”的动画游戏, 如图 1 所示, 在一个边长为 a 的大立方体木箱的一个顶角 G 上, 老鼠从猫的爪间逃出, 沿着木箱的棱边奔向洞口, 洞口处在方木箱的另一顶角 A 处, 若老鼠在奔跑中保持速度大小 v 不变, 聪明的猫也选择了一条最短的路线奔向洞口(设猫和老鼠同时从 G 点出发), 则猫奔跑的速度为多大时, 猫恰好在洞口再次捉住老鼠?

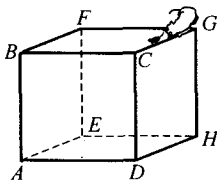


图 1

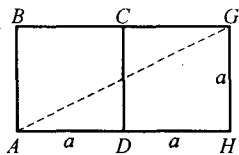


图 2

解析: 此题关键是猫所走的最短路程的确定, 它并不是沿棱而是沿一长方形的对角线, 如图 2 所示, 老鼠到洞的最短距离为 $3a$, 时间 $t = \frac{3a}{v}$, 猫从 G 到 A 的最短距

$$\text{离 } s' = \sqrt{a^2 + (2a)^2} = \sqrt{5}a, \text{ 所以 } v' = \frac{s'}{t} = \frac{\sqrt{5}av}{3a} = \frac{\sqrt{5}}{3}v.$$

§ 1.2 匀变速直线运动

1.2.1 * 关于瞬时速度, 下列说法中正确的是().

- A. 瞬时速度是物体在某一段时间内的速度
- B. 瞬时速度是物体在某一段路程内的速度
- C. 在变速运动的位移-时间图象中, 某点切线的斜率就是物体在该时刻的瞬时速度的大小
- D. 瞬时速度是物体在某一位置或某一时刻的速度

解析: 运动物体在某一时刻或某一位置附近平均速度的极限叫某时刻或某位置时的瞬时速度, 用公式可表示为 $v_t = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}$. 它的大小反映了该时刻或该位置的运动快慢程度, 数值上也等于位移-时间图象上某点切线的斜率, 它是一个矢量, 其方向沿该点的切线方向.

故本题选 C、D.

1.2.2 ** 关于加速度, 下列说法中正确的是().

- A. 速度变化越大, 加速度一定越大
- B. 速度变化所用时间越短, 加速度一定越大
- C. 速度变化越快, 加速度一定越大
- D. 速度为零, 加速度一定为零

解析: 由加速度的定义式 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 可知, 加速度是由速度的变化量和变化所用的时间两个因素共同决定的, 速度变化越大, 加速度不一定越大; 速度变化所用时间越短, 但速度变化量的大小没有确定, 也不能确定加速度一定越大; 加速度是描述速度变化快慢的物理量, 速度变化越快, 加速度一定越大; 速度为零, 并不是速度的变化量为零, 故加速度不一定为零.

故本题选 C.

1.2.3 ** 以下说法中正确的是().

- A. 物体的速度越大, 加速度一定越大
- B. 物体的速度变化越快, 加速度一定大
- C. 物体加速度不断减小, 速度一定越来越小
- D. 物体在某时刻速度为零, 其加速度也一定为零

解析: 加速度是表示速度变化快慢的物理量, 速度变化快(即单位时间内速度变化量大), 加速度一定大. 一个物体运动速度大, 但速度不发生变化, 如匀速直线运动, 它的加速度为零. 如果加速度的方向和速度方向相同, 即使加速度不断减小, 速