□总 策 划：教育分社
□责任编辑：赵淑波　万英瑞　齐　磊　卢　焱
□封面设计：宋　超
□责任校对：宋　丽　毕冬微　马启娜　吴应明
□责任印制：张允豪

□主　　编：赵双菊
□副 主 编：稽立宏　杨建华　侯兆利
□编　　者：李　沁　张宏亮　张宇坤　李　苗　金　迪　刘　杰　刘　研
朱长勇　康玉国　管先军　张　宇　王　琳　高　鹏　王喜文
王丕福　王印忠　崔泽颖　鞠秋瑞　鄂志纯　沈善新　王爱莲
李正兴　邢　宇　宋盼盼　刘　丛　张志强　陈福强　王宇彤

图书在版编目（CIP）数据

解题决策．高中物理/赵双菊主编．—长春：东北师范大学出版社，2008.5
ISBN　978-7-5602-5291-9

Ⅰ．解…　Ⅱ．赵…　Ⅲ．物理课—高中—解题
Ⅳ．G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 007152 号

东北师范大学出版社出版发行
长春市人民大街 5268 号（130024）
电话：0431—85695744　85688470
传真：0431—85695744　85695734
网址：http：//www.nenup.com
电子函件：sdcbs@mail.jl.cn
东北师范大学出版社激光照排中心制版
黑龙江新华印刷厂二厂印装
黑龙江省阿城市通城街（150300）
2008 年 5 月第 1 版第 1 次印刷
幅面尺寸：210 mm×296 mm　印张：26　字数：950 千

定价：39.00 元
如发现印装质量问题，影响阅读，可直接与承印厂联系调换

需要全本请访问 www.ertongbook.com

主题一

运动的描述



第一节　质点　参考系和坐标系

核心词

一、机械运动(简称运动)

物体与物体间或是物体的一部分和另一部分相对位置随时间发生改变的过程，是最基本、最简单、最普遍的运动形式.

二、物体和质点

1. 质点：用来代替物体的有质量的点.

2. 将物体看成质点的条件：

(1)物体的大小、形状对所研究的问题的影响可以忽略不记时.

(2)平动的物体可以视为质点.

三、参考系

在描述一个物体的运动时，选来作为标准的另外的物体.

四、坐标系

要准确地描述物体的位置及位置的变化，需要建立坐标系. 在高中阶段研究的主要是物体在一维空间里的运动，即沿一条直线运动，只需要建立直线坐标系就能确定物体的位置.

决策指导

一、质点—理想化物理模型

1. 物理模型

质点是指有质量而不考虑其大小和形状的物体，以研究目的为出发点，突出问题的主要因素，忽略次要因素，建立理想化的“物理模型”，并将其作为研究对象，是在一定程度和范围内对客观存在的复杂事物的一种近似反映，从而使研究的问题得以简化，是物理学中经常采用的一种研究方法.

2. 质点的认识

(1)质点是力学研究中建立的一种高度抽象的理想体，具有质量，占有位置，无体积.

(2)可否将物体看做质点的几种情况：

① 平动的物体可以看做质点，物体的长度比其运动的距离小得多时，可简化为质点.

② 物体有转动，但物体的转动不是我们所要研究的主要问题时，物体本身的形状和大小已变成了次要因素，可以看做质点，如研究地球绕太阳的公转规律时，地球的大小就变成次要因素，可以不考虑，此时地球就可以当做质点.

转动的物体在研究其转动的规律时不能看成质点，如研究地球自转时，地球的大小和形状就是影响研究问题的重要因素，因此就不能再把地球看做质点了.

③ 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.

注意：并不是很大的物体就不能当做质点，也不是很小的物体就一定能看做质点，关键看物体的形状和大小在研究物体的运动中是否为次要因素，或判断物体做怎样的运动，能否选一个点来代替整个物体.

二、参考系的进一步认识

1. 同一个运动，如果选不同的物体做参考系，观察到的运动情况可能不相同. 例如，甲、乙两辆汽车由西向东沿同一直线，以相同的速度 15 m/s 行驶着. 若两车都以路边的树木作为参考系，则两车都是以 15 m/s 的速度向东行驶；若以其中任意一辆车为参考系，则另一辆是静止的.

2. 参考系的选取应该以研究问题方便、对运动描述尽可能简单为原则. 研究地面上物体的运动，一般取地面或其他相对于地面不动的物体做参考系，这种情况下的参考系不再特别地进行说明. 分析太阳系内各行星的运动时，以太阳为参考系比较方便. 研究火车、轮船内旅客的运动情况，应该以运动的火车、轮船等为参考系. 在上例中，甲、乙两车向东的速度为 15 m/s，即选地面做参考系.

注意：(1)在选择参考系研究物体的运动情况时，不论是静止还是运动的物体，一旦被选为参考系，就认为其是静止的.

(2)高考考查该知识点时常结合实际，根据具体问题判断所选参考系和物体的运动情况.

三、坐标系的建立

1. 位置就是质点在某时刻所在的空间的一点.

2. 物体做机械运动时，其位置发生变化，为了定量地描述物体的位置及位置的变化，需要在参考系上建立适当的坐标系.

3. 如果物体沿直线运动，即一维运动时，可以以这条直线为 x 轴，在直线上规定原点、正方向和单位长度，建立直线坐标系；当物体在平面上运动，即二维运动时，需采用两个坐标确定它的位置；当物体做空间运动，即三维运动时，需要用三个坐标确定它的位置.

4. 建立直线坐标系应注意以下几点：

(1)坐标系相对参考系是静止的.

(2)坐标的三要素：原点、正方向、单位长度.

(3)用坐标表示质点的位置.

(4)用坐标的变化描述质点的位置改变.

典型题

一 对机械运动的认识

了解机械运动与其他运动的区别，关键看物体在空间中所处的位置是否发生变化.

◆ *1*. 下列现象是机械运动的是(　　).

A. 上海的磁悬浮列车正在高速行驶

B. 中国的综合国力飞速发展

C. 煤炭正在熊熊燃烧

D. 奥运冠军刘翔在 110 m 栏的决赛过程中

【解析】 由于机械运动是指物体在空间中所处的位置发生变化，而行驶的列车、决赛中的刘翔在空间中的位置发生变化，故 A，D 选项正确；B，C 选项中不存在空间位置发生变化，故 B，C 选项错误.

【答案】 A，D

【点评】 物体是否做机械运动，关键在于物体在空间中所处的位置是否发生变化.

二 质点的概念和视为质点的条件

对质点这一理想化物理模型的认识，要根据具体情况进行具体分析，看物体的形状和大小在所研究的问题中是否处于次要地位.

◆ *2*. 下列说法正确的是 (　　).

A. 运转中的地球不能看做质点，而原子核可以看做质点

B. 研究火车通过路旁一根电线杆的时间时，火车可看做质点

C. 研究奥运会乒乓球男单冠军孔令辉打出的乒乓球时，不能把乒乓球看做质点

D. 研究在平直的高速公路上飞驰的汽车的速度时，可将汽车看做质点

【解析】 当研究地球公转时，由于地球的直径比地球与太阳间的距离要小得多，可以忽略不计，可以把地球当做质点；当研究地球的自转引起的昼夜交替等现象时，就不能够忽略地球的大小和形状，当然不能把地球看做质点了. 研究电子绕原子核的运动情况时，因为原子核的半径只相当于原子半径的万分之一，所以可以把原子核看成质点，但若研究有关原子核的结构问题，又不能把原子核看做质点. 故 A 选项错. 研究火车通过路旁的一根电线杆的时间时，因电线杆的粗细比火车的长度小得多，故电线杆可看做质点，而火车不能看做质点，故 B 选项错. 奥运会冠军孔令辉打出的乒乓球虽小，但飞旋多变，不能看做质点，C 选项正确. 在平直的高速公路上飞驰的汽车，尽管车轮在转动，但我们研究的是汽车的速度，对整个汽车的运动来说，车轮的转动不是研究的主要问题，可将汽车看做质点，D 选项正确，故选 C，D 选项.

【答案】 C，D

【点评】 只要是物体的大小和形状对所研究的问题来讲是次要因素，可以忽略，物体就可以看成质点.

◆ *3*. 在下述问题中，能够把研究对象当做质点的是(　　).

A. 地球绕太阳公转一周所需时间是多少

B. 研究地球绕太阳公转一周过程中，地球上不同区域季节的变化、昼夜长短的变化

C. 一枚硬币用力上抛，猜测它落地时正面朝上还是反面朝上

D. 正在进行花样滑冰的运动员

【解析】 A 选项中，地球可以看成一个质点，因为地球的大小和形状与它绕太阳公转一周的时间无关. B 选项中，地球不能视为质点，因为在地球绕太阳公转的过程中，地球上不同地区季节的变化、昼夜的长短变化是不同的，如果把地球看成一个点，在一点上怎么能区分不同地区呢？C 选项中，很显然硬币的形状与研究问题关系非常密切，硬币不能看成质点. D 选项中，如果把运动员当做质点，观众就无从欣赏其在冰上的优美动作.

【答案】 A

【点评】 地球绕太阳转动，研究地球公转时，日地间的距离远大于地球本身的大小，可以把地球看成质点，但在研究地球自转时，地球上各点的转动情况不一样，就不能把地球看成质点.

◆ *4*. 以下情况中，可将被研究对象看成质点的是(　　).

A. 研究某学生骑车回校的速度

B. 对某学生骑车姿势进行生理学分析

C. 研究火星探测器从地球到火星的飞行轨迹

D. 研究火星探测器降落火星后如何探测火星的表面

【解析】 研究学生的骑车速度或探测器的飞行轨迹时，其大小和形状的影响可忽略不计，故可以把它们看成质点. 但若研究学生的骑车姿势时，学生的身躯和四肢就构成研究的对象，故不能把学生看成质点，B 选项错. 当火星探测器在火星表面探测时，探测器的动作直接影响探测的效果，所以探测器不能看成质点，故 D 选项错. 研究的目的不同，物体运动的主、次要因素也发生变化. B，D 选项中研究对象本身的动作细节已是主要因素，不能看成质点.

【答案】 A，C

【点评】 物体是否可以看成质点，关键与所研究的问题有关.

◆ *5*. 下列关于质点的说法正确的是(　　).

A. 只要是体积很小的物体都可以看成质点

B. 只要是质量很小的物体都可以看成质点

C. 体积和质量很大的物体都一定不能看成质点

D. 由于研究的问题不同，同一物体有时可以看成质点，有时却不能看成质点

【解析】 一个物体能否看成质点，取决于它的大小和形状在研究的问题中是否可以忽略不计，不在于它的体积和质量.

【答案】 D

【点评】 物体是否能视为质点，不能仅仅以它的大小和形状来确定，关键要看物体的大小和形状与所研究的问题是否有关.

三 参考系与相对运动问题

考查该知识点时常结合实际，根据具体问题判断所选参考系和物体的运动情况. 参考系的选取应该以研究问题方便、对运动描述尽可能简单为原则.

◆ *6*. 第一次世界大战期间，一名法国飞行员在 2 000 m 的高空飞行时，发现脸旁有一个小东西，他以为是一只小昆虫，便敏捷地把它一把抓了过来，令他吃惊的是，抓到的竟是一 颗子弹. 飞行员能抓到子弹，是因为(　　).

A. 飞行员的反应快

B. 子弹的速度很小

C. 子弹相对于飞行员是静止的

D. 飞行员的手很有劲

【解析】 在日常生活中，我们经常去拾起掉在地上的物品，或者去拿放在桌子上的物品，其实，地面上静止的物体（包括人）都在永不停息地随地球自转而运动，在地球的赤道处，其速度大约为 465 m/s. 正因为相对于地面静止的物体都具有相同的速度，相互保持相对静止状态，才使人们没有觉察到这一速度的存在. 当飞行员的飞行速度与子弹的飞行速度相同时，子弹相对于飞行员是静止的，因此飞行员去抓子弹，就和我们去拿放在桌上的物品的感觉和道理一样. 故选 C 选项.

【答案】 C

【点评】 静止是相对的，运动是绝对的，其实，地面上静止的物体（包括人）都在永不停息地随着地球自转而运动.

◆ ***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. 以上说法均不正确

【解析】 甲、乙、丙三人在观察其他物体的运动时，是以自己所乘的热气球为参考系的. 楼房和地面连为一体，是同一个参考系. 甲看到楼房匀速上升，说明甲相对于地面匀速下降；乙看到甲匀速上升，说明乙相对于地面也在匀速下降，且乙下降的速度 $v_{乙}$ 大于甲下降的速度 $v_{甲}$；甲看到丙匀速上升，则丙的运动有三种可能情况：(1)丙静止；(2)丙匀速上升；(3)丙匀速下降，但 $v_{丙}<v_{甲}$. 而在这三种可能的情况下，丙看到乙一定是匀速下降的，符合题意. 故选项 A，B 正确.

【答案】 A，B

【点评】 分析这类问题时，要紧扣参考系的定义，根据运动的相对性，由简单到复杂的顺序，先确定有唯一性的，再确定有多种可能性的，一环扣一环，不要出现遗漏.

◆ ***8***. 甲、乙、丙三人各乘一个热气球，甲看见楼房在下降，乙看见甲、丙都在下降，丙看见甲、乙都在上升，则甲、乙、丙相对地面的运动情况可能是（　　）.

A. 甲、乙、丙都在上升　　B. 甲、乙上升，丙下降

C. 甲、乙上升，丙静止　　D. 甲、丙上升，乙下降

【解析】 由于楼房相对于地面静止，因此甲上升；乙看见甲、丙下降，说明乙也上升；丙看见甲、乙都上升，说明丙上升，但较缓，或静止，或下降，均有可能.

【答案】 A，B，C

【点评】 此类问题中须注意楼房相对地面是不动的. 参考系应认为是不动的，摆脱习惯上以地面为参考系形成的对运动的认识.

◆ ***9***. 甲物体以乙物体为参考系是静止的，甲物体以丙物体为参考系又是运动的，那么丙物体以乙物体为参考系，其运动情况是（　　）.

A. 一定静止　　B. 运动或静止都有可能

C. 一定运动　　D. 条件不足，无法判断

【解析】 甲以乙为参考系是静止的，说明甲、乙运动情况完全相同，则丙相对于乙的运动情况等效于丙相对于甲的运动. 由题知甲相对于丙是运动的，即丙相对于甲也是运动的，所以丙相对于乙是运动的.

【答案】 C

【点评】 两个相对静止的物体，其运动状态是完全一样的. 如果甲相对于丙是运动的，则丙相对于甲也是运动的，是相互关系.

四 在坐标系中确定物体的位置

物体做机械运动时，其位置发生变化，为了定量地描述物体的位置及位置的变化，需要在参考系上建立适当的坐标系.

◆ ***10***. 一质点在 x 轴上运动，各个时刻的位置坐标如表 1.1 - 1 所示：

表 1.1 - 1

t/s	0	1	2	3	4	5
x/m	0	5	−4	−1	−7	1

(1)请在下面的 x 轴上标出质点在各时刻的位置.

(2)哪个时刻离开坐标原点最远？有多远？

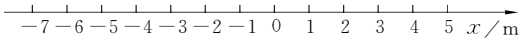


图 1.1 - 1

【解析】 为了定量地描述物体的位置及位置变化，需要在参考系上建立适当的坐标系. 这个质点在一条直线上运动，所以以运动路径所在的直线为 x 轴，标出各时刻质点的位置坐标如图 1.1 - 1 所示. 由图不难看出，第 4 秒末质点离开坐标原点的距离最远，为 7 m.

【答案】 (1)如图 1.1 - 2 所示.

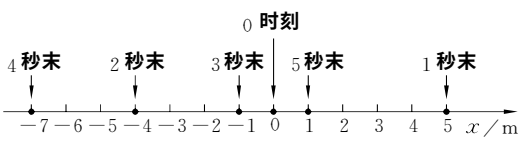


图 1.1 - 2

(2)第 4 秒末质点离开坐标原点最远，有 7 m.

【点评】 正确理解位置坐标和位置变化的概念是解这种题目的关键.

◆ ***11***. 如图 1.1 - 3 甲所示，质点由西向东运动，从 A 点出发到达 C 点再返回 B 点静止. 若 $AC=100$ m，$BC=30$ m，以 B 点为原点，向东为正方向建立直线坐标系，则：出发点的位置为_____ m，B 点的位置为_____ m，C 点的位置为_____ m，A 到 B 的位置变化为_____ m，方向_____，C 到 B 的位置变化为_____ m，方向_____.

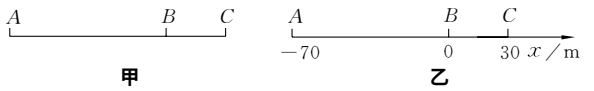


图 1.1 - 3

【解析】 以 B 点为原点，建立坐标系，如图 1.1 - 3 乙所示，$A(-70\text{ m})$，$B(0\text{ m})$，$C(+30\text{ m})$，A 到 B 的位置变化为 +70 m，方向向东；C 到 B 的位置变化为 −30 m，方向向西.

【答案】 −70　0　+30　+70　向东　−30　向西

【点评】 建立一维坐标系确定物体的位置时，首先要确定原点的位置及坐标轴的正方向，再确定研究对象所处的坐标位置以及位置变化情况即可.

◆ ***12***. 一辆轿车在北京城区纵横穿越了许多街道. 假若以天安门为参考点，请以二维坐标表示出此车在天安门东 5 km、北 10 km 处的具体位置.

【解析】 如果取天安门为坐标原点 O，东方为 x 轴的正方向，北方为 y 轴的正方向，坐标的单位为 1 km，如图 1.1 - 4 所示，则该汽车在此直角坐标系的位置可以记为(5，10)或者记为 $x=5$ km，$y=10$ km.

【答案】 如图 1.1 - 4 所示

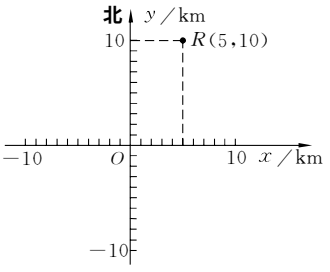


图 1.1-4

【点评】 画出直角坐标系，根据题中条件确定正方向，标出单位长度，进而确定位置.

第二节 时间和位移

核心词

一、时刻和时间

时刻是指某一瞬时，时间是时间间隔的简称，指一段持续的时间间隔. 两个时刻的间隔表示一段时间.

二、路程和位移

位移：从物体运动的起点指向运动的终点的有向线段. 位移是表示物体位置变化的物理量. 国际单位为米(m).

路程：质点实际运动轨迹的长度.

三、矢量和标量

矢量：既有大小，又有方向的物理量.

标量：只有大小，没有方向的物理量.

四、直线运动的位置和位移

只需建立一维坐标系，用坐标表示位置，用位置坐标的变化量表示物体位移.

决策指导

一、时刻和时间的区别

1. 时刻对应于物体所处的状态，时刻只有先与后、早与迟的区别，而没有长短之分，在时间轴上，时刻用一个点表示.

下面几种说法均属时刻：第 2 秒初、第 3 秒末、5 时，火车 10:08 开车. 几秒(分、小时)内与第几秒(分、小时)内指的是不同的时间概念，几秒内是包含计时开始后的一段时间，第几秒内是指时间间隔为 1 s 的时间. 第 n 秒末与第 $(n+1)$ 秒初指的是同一时刻.

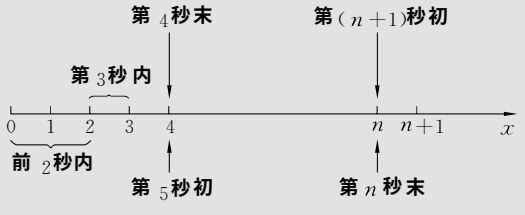


图 1.2-1

2. 时间对应于物体所经历的某段过程，时间是用长短来表达的，它本身没有先后或迟早的含义，在时间轴上，时间用线段表示.

注意：(1)利用时间轴可非常清楚地看清时刻和时间间隔的联系，当时间轴上的两个点无限靠近时，它们间的时间间隔就会趋近于 0，时间就变成时刻了.

(2)日常生活中“时间”二字有时指时间间隔，有时指时刻，要根据具体情况认清它们的含义.

二、位移和路程的区别与联系

1. 位移是从初位置到末位置的一条有向线段，用来表示质点位置的变化；路程是质点运动轨迹的长度.

2. 位移既有大小，又有方向，是一个矢量，而路程只有大小，没有方向，是一个标量.

3. 位移和路程的单位相同，国际单位都是米.

4. 一般情况下位移的大小不等于路程，只有在质点做单向的直线运动时，位移的大小才等于路程.

注意：质点做单方向的直线运动时，位移的大小等于路程，但此时不能认为位移就是路程，任何情况下两者都不可相混.

三、标量和矢量的区别

1. 标量：只有大小没有方向的量. 如长度、质量、时间、路程、温度、能量等. 运算遵从算术法则.

2. 矢量：有大小也有方向的量. 如力、速度等. 运算法则与标量不同，遵循平行四边形定则.

四、直线运动的位移对应坐标变化量

位移的方向从初位置坐标指向末位置坐标，与坐标轴方向相同为正值，反之为负. 位移等于末位置坐标减初位置坐标.

类型题

一 时间和时刻的区别和联系

日常生活中“时间”二字有时指时间间隔，有时指时刻，要根据具体情况认清它们的含义.

◆ **1**. 以下的计时数据指时间间隔的是(　　).

A. 从北京开往西安的火车预计 13 时到站

B. 中央电视台每晚的新闻联播节目 19 时开播

C. 某场足球赛伤停补时 3 min

D. 2007 年 3 月 7 日，在中国东北发生了特大雪灾

【解析】 火车到站是 13 时这一时刻；新闻联播是 19 时这一时刻开始的，并没有起止时刻；足球赛补时是一个过程；2007 年 3 月 7 日雪灾发生时是一个特定的时刻.

【答案】 C

【点评】 时刻具有瞬时性，时间间隔具有连续性. 习惯上人们把时间间隔称为时间，具有起止时刻. 把时刻有时也称为时间，关键是要根据题意和上下文去理解它的含义，时刻的读数有一个 0 点，通常以初始时刻为 0 点.

二 路程和位移的区别

本题型应注意理解路程和位移的区别和联系，位移是矢量，而路程是标量.

◆ **2**. 关于质点的位移和路程，下列说法正确的是(　　).

A. 位移是矢量，位移的方向即质点运动的方向

B. 位移的大小不会比路程大

C. 路程是标量，即位移的大小

D. 当质点做直线运动时，路程等于位移的大小

【解析】 位移是矢量，是从初位置指向末位置的有向线段，不一定与质点运动方向相同，如物体做曲线运动中，所以 A 选项错；只有在单向直线运动中，位移的大小才等于路程，因

需要全本请访问 www.ertongbook.com

此路程和位移的大小关系是：路程大于或等于位移的大小，所以 B 选项对，C，D 选项错.

【答案】 B

【点评】 不可简单地把标量理解为是矢量的大小，二者没有必然联系.

◆ **3**. 关于位移和路程，下列说法正确的是(　　).

A. 物体在沿直线朝某一方向运动时，通过的路程就是位移

B. 几个运动物体有相同位移时，它们的路程也一定相同

C. 几个运动物体通过的路径不同，但它们的位移可能相同

D. 物体通过的路程不等于 0，其位移也不等于 0

【解析】 位移是从初位置到末位置的有向线段，是矢量；路程是物体经过的实际路径长度，是标量. 因此只有当物体做单向直线运动时，才有位移的大小等于路程，但即使这种情况下也不能说路程就是位移，因为路程是标量，位移是矢量，A 选项错. 位移只取决于初、末位置，与具体的路径无关；路程与具体路径有关. 因此几个物体的位移相等时，路程不一定相等，B，D 选项错，C 选项对.

【答案】 C

【点评】 透彻理解物理量的定义是判断和计算有关物理量的基本前提.

◆ **4**. 从高为 5 m 处以某一初速度竖直向下抛出一个小球，在与地面相碰后弹起上升到高为 2 m 处被接住，则这段过程中(　　).

A. 小球的位移为 3 m，方向竖直向下，路程为 7 m

B. 小球的位移为 7 m，方向竖直向上，路程为 7 m

C. 小球的位移为 3 m，方向竖直向下，路程为 3 m

D. 小球的位移为 7 m，方向竖直向上，路程为 3 m

【解析】 本题考查基本知识在实际问题中的应用. 理解位移和路程的概念，并按要求去确定它们. 题中物体初、末位置高度差为 3 m，即位移大小，末位置在初位置下方，故位移方向竖直向下，总路程则为 7 m.

【答案】 A

【点评】 路程和位移的大小一般是不相等的，只有当质点做单向直线运动时路程才和位移的大小相等. 路程只有大小，没有方向；位移既有大小，又有方向.

三 直线运动中的位置和位移

确定位移可以先建立坐标系，用位置坐标的变化量表示物体的位移.

◆ **5**. 一艘小汽艇在宽广的湖面上向东行驶了 6.0 km，接着向南行驶 8.0 km，那么汽艇的行驶路程多长？位移如何？

【解析】 路程是径迹长度，位移的大小是初、末位置间的距离，方向为初位置指向末位置. 汽艇在湖面上运动，它的位置及位置变化用一平面坐标来描述，坐标原点为起点，向东为坐标轴正向，向北为 y 轴正方向. 汽艇先向东运动 6.0 km，位移为 s_1，再向南行驶 8.0 km，位移为 s_2，则汽艇的位置及位置变动如图 1.2 - 2 所示，全过程的位移为 s，方向角为 α.

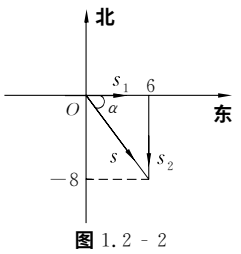


图 1.2 - 2

【答案】 路程 14 km　位移大小为 10 km，方向东偏南 53°角

【点评】 求路程的大小，按实际轨迹长度计算，判定位移的大小则是初、末位置的直线长度. 确定位移可以先确定直角坐标系，选定正方向，再求解，这样简洁、清晰. 要回答位移必须求位移的大小和方向.

◆ **6**. 质点由西向东运动，从 A 点运动到 B 点，再返回到 C 点，如图 1.2 - 3 所示，若 $AB=100$ m，$BC=60$ m，则质点从 A 点到 B 点又到 C 点的过程中，通过的路程为_____ m，发生的位移是_____ m，位移的方向是_____.

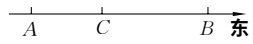


图 1.2 - 3

【解析】 路程的运算遵守算术运算法则，位移的运算遵守矢量运算法则，也可以由位移的定义求解.

【答案】 160　40　由西向东

【点评】 位移的大小除了用位移的定义来求之外，还可用以下方法求解：如果物体是沿直线运动，可以先建立坐标系，选定一个正方向，确定初、末位置的坐标，在图 1.2 - 3 中取 A 点为坐标原点，由 A 指向 B 为正方向，则 A，B，C 的位置坐标分别为 $x_A=0$，$x_C=40$ m，$x_B=100$ m. 要求 A 至 C 的位移，则 $x_{AC}=x_C-x_A=40$ m，方向与选定正方向一致. 要求 B 至 C 的位移，则 $x_{BC}=x_C-x_B$(末位置坐标－初位置坐标)$=-60$ m，表示位移大小为 60 m，负号表示方向与选定正方向相反.

◆ **7**. 质点做半径为 R 的圆周运动，则它在运动过程中位移的最大值为(　　).

A. $2\pi R$　　B. $2R$

C. πR　　D. R

【解析】 本题可假定一个质点运动的起点位置，除质点恰运动一周回到起点位置，其位移为 0 以外，其余的位移应是圆的一条弦，在所有的弦中，最长的应是 $2R$，所以它在运动过程中位移的最大值就是 $2R$.

【答案】 B

【点评】 判断路程的大小，按实际轨迹的长度计算；判断位移的大小，按起点指向终点的直线距离计算.

四 矢量和标量的区别

路程是标量相加，遵从算术加法的法则；位移是矢量相加，不遵从算术加法的法则.

◆ **8**. 一质点沿着一条直线先由 A 点运动到 B 点，再由 B 点返回运动到 C 点，已知 $AB=30$ m，$BC=40$ m，如图 1.2 - 4 所示，试分别写出质点从 A 到 B，从 B 到 C，从 A 到 C 三段的路程和位移.

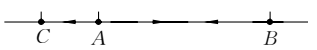


图 1.2 - 4

【解析】 路程就是路径的长度，所以质点在三个阶段的路程分别为：$x_{AB}=30$ m，$x_{BC}=40$ m，$x_{AC}=x_{AB}+x_{BC}=70$ m. 质点在三个阶段上的位移分别为：$x_{AB}=30$ m，方向由 A 指向 B，$x_{BC}=40$ m，方向由 B 指向 C，$x_{AC}=10$ m，方向由 A 指向 C.

【点评】 从以上分析可以看出，像路程这样的标量相加遵从算术加法的法则，像位移这样的矢量相加不遵从算术加法的法则.

第三节 速度和加速度

核心词

一、速 度

速度是物体位置的变化率，$v=\frac{\Delta x}{\Delta t}$，描述物体运动的快慢.

速度是矢量，大小描述运动快慢，方向则是物体运动的方向.

速度有平均速度和瞬时速度之分，在解题时要注意区分.

在直线运动中，瞬时速度的大小称为瞬时速度，简称速率. 平均速度的大小并不是平均速率，平均速率的定义为路程和所用时间的比值.

二、加速度

加速度的“加”并没有增加的意思，加速度描述的是物体速度变化的快慢.

物体速度有变化（可能变大，也可能变小），就有加速度；速度不变的运动，可以看做加速度为 0 的运动.

加速度的公式 $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$，$\Delta v$ 指的是速度变化量，$\Delta v=v_t-v_0$，计算时注意符号.

加速度是矢量，它的大小描述速度变化的快慢，它的方向与速度变化的方向相同，实际上是描述了速度是在增加或是减小. 当速度增加时，加速度的方向和速度的方向相同；当速度减小时，加速度的方向和速度的方向相反.

决策指导

一、平均速度与瞬时速度的区别和联系

1. 平均速度与某一过程中的一段位移、一段时间对应，而瞬时速度与某一位置、某一时刻对应.

2. 平均速度只能粗略地描述质点的运动情况，而瞬时速度能精确地描述质点的运动情况.

3. 平均速度的方向与所对应的时间内位移的方向相同，瞬时速度的方向与质点所在位置的运动方向一致.

4. 瞬时速度指的是运动物体在某一时刻或某一位置时的速度，而速度的表达式实际所求的是物体在 Δt 时间内的平均速度.

在匀速运动中，由于速度不变，即 $v=\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 不变，所以，匀速直线运动的速度是平均速度，也是各个时刻的瞬时速度.

在变速运动中，$\bar{v}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 随 Δx 或 Δt 选取的不同而不同. 对做变速运动的物体，我们在它通过的某一位置附近选一段很小的位移 Δx，只要 Δx 足够小（即通过这段小位移所用的时间 Δt 足够短），使 $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 的比值在这段小位移 Δx 上不再发生变化，那么这段小位移 Δx 上的平均速度就是物体通过该位置的瞬时速度，即 Δt 趋近于 0 时，$\frac{\Delta x}{\Delta t}=v$.

二、速度与速率

1. 速度是矢量，即有大小，又有方向；速率是标量，只有大小，没有方向.

2. 无论速度方向如何，瞬时速度的大小总等于该时刻的速率.

3. 平均速度是矢量，其方向与对应的位移方向相同；平均速率是标量，没有方向.

4. 平均速度等于位移与所用时间的比值，平均速率等于路程与所用时间的比值，平均速度的大小不等于平均速率.

5. 只有单向直线运动时，平均速度的大小才等于平均速率，其他情况下，平均速度均小于速率，二者的关系类似于位移和路程.

应用平均速度定义式 $v=\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 时要注意：

（1）明确所求平均速度的具体时间段或具体位移段.

（2）注意分析题中文字对位移和时间的叙述，以便求出这段位移和所需时间.

三、比较速度 v、速度变化量 Δv、加速度 a

1. 对速度的理解

速度是表示物体运动快慢的物理量，其大小等于位移和所用时间的比值，它是位移对时间的变化率. 物体速度越大，表示运动得越快，速度的方向就是运动的方向.

2. 对速度变化量的理解

速度的变化量就是速度改变了多少，它等于物体的末速度与初速度的矢量差，即 $\Delta v=v-v_0$. 速度变化量的方向由初速度和末速度共同来决定，在直线运动中，若物体加速，则 Δv 与 v_0 同向，若是减速，则 Δv 与 v_0 反向.

注意：求速度变化量时，若非直线运动，不能直接用末速度的大小减去初速度的大小，应当按照矢量运算法则来求.

3. 对加速度的理解

（1）表示速度改变快慢的物理量，即速度对时间的变化率，在数值上等于单位时间内速度的变化，与速度的大小及速度变化的大小无必然联系. $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 为定义式，给定了一种计算方法，不是决定式.

（2）加速度是矢量，它的方向与速度的变化量 Δv 方向相同，与速度 v 的方向无必然联系，a 可以与速度方向相同，也可以相反，还可以成一夹角.

4. 加速度、速度和速度的变化量，它们是完全不同的三个概念. 由加速度定义 $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{v_t-v_0}{t}$ 可知，物体的速度（v_t）越大，加速度（a）不一定越大；物体的速度的变化量（$\Delta v=v_t-v_0$）越大，加速度（a）也不一定越大. 显然，由定义式知，在数值上加速度还与时间（Δt 或 t）及初速度（v_0）有关，而速度的变化率为 $\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{v_t-v_0}{t}$，即指在单位时间内速度的变化量，可见，它本质上就是加速度（a）. 故物体速度的变化率越大，即物体的加速度就越大.

加速度、速度、速度的变化量以及速度的变化率都是矢量，速度变化率的方向和加速度方向相同. 在匀变速直线运动中，速度的变化量和加速度方向相同，但速度的变化方向与速度方向却不一定相同. 由 $\Delta v=v_t-v_0$ 知，当速度增大时，Δv 与 v 方向一致，而当物体做匀减速运动时，Δv 与 v 方向相反. 可见，加速度的方向与速度的方向没有必然的联系.

典型题

一 速度和平均速度

理解速度、平均速度与瞬时速度的区别和联系.

◆ **1**. 下面关于瞬时速度和平均速度的说法，正确的是(　　).

A. 若物体在某段时间内每时刻的瞬时速度都等于 0，则它在这段时间内的平均速度一定等于 0

B. 若物体在某段时间内的平均速度等于 0，则它在这段时间内任一时刻的瞬时速度一定等于 0

C. 匀速直线运动中任意一段时间内的平均速度都等于它任一时刻的瞬时速度

D. 变速直线运动中任意一段时间内的平均速度一定不等于它某一时刻的瞬时速度

【解析】 每一时刻的瞬时速度为 0，意味着物体处于静止状态，平均速度一定为 0，A 选项正确；平均速度是位移和时间的比，位移为 0，路程不一定为 0，每一时刻仍可能有速度，B 选项错；匀速直线运动是速度不变的直线运动，相等时间内位移相等，且位移的大小和路程相等，C 选项正确；变速运动一段时间内的平均速度有可能等于某时刻的瞬时速度，D 选项错. 故选 A，C 选项.

【答案】 A，C

【点评】 紧紧把握住瞬时速度、平均速度的定义进行分析判断.

◆ **2**. 下列关于速度的说法正确的是(　　).

A. 速度是表示物体运动快慢的物理量，它既有大小，又有方向

B. 平均速度就是速度的平均值，它只有大小，没有方向

C. 汽车以速度 v_1 经过某一路标，子弹以速度 v_2 从枪口射出，v_1 和 v_2 均指平均速度

D. 运动物体经过某一时刻(或某一位置)的速度，叫瞬时速度，它是矢量

【解析】 速度的物理意义就是描写物体运动的快慢，它是矢量，有大小，也有方向，故 A 选项正确；平均速度指物体通过的位移和通过这段位移所用时间的比值，它描述变速直线运动的平均快慢程度，不是速度的平均值，它也是矢量，故 B 选项不对；C 选项中 v_1，v_2 对应某一位置，为瞬时速度，故 C 选项不对；D 选项为瞬时速度的定义，D 选项正确.

【答案】 A，D

【点评】 此题要明确速度的物理意义及它的矢量性，注意平均速度与瞬时速度的区别.

二 匀速运动中的速度和位移

本题型注意理解匀速运动中速度和位移的关系，掌握利用公式求解的方法. 运用图像解题可以提高解题能力.

◆ **3**. 上海到南京的列车已迎来第五次大提速，速度达到 $v_1=180$ 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 1.3 - 1 所示，如果汽车通过道口的速度 $v_2=36$ km/h，停车线至道口栏杆的距离 $x_0=5$ m，道口宽度 $x=26$ m，汽车长 $l=15$ m，并把火车和汽车的运动都看成匀速直线运动，求列车离道口的距离 s 至少为多少时亮红灯，才能确保已越过停车线的汽车安全驶过道口.

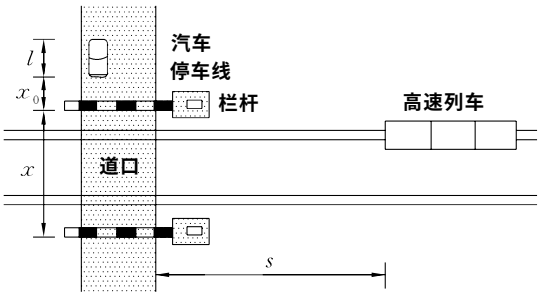


图 1.3 - 1

【解析】 为确保行车安全，要求在列车驶过距离 s 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

$x'=l+x_0+x=(15+5+26)\text{m}=46$ m

汽车速度 $v_1=36$ km/h$=10$ m/s，通过这段位移需要时间

$t=\dfrac{x'}{v_2}=\dfrac{46}{10}$ s$=4.6$ s

高速列车的速度 $v_1=180$ km/h$=50$ m/s，所以安全距离

$s=v_1t=50\times4.6$ m$=230$ m

实际情况下，还应考虑到关闭栏杆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.

【答案】 230 m

【点评】 要想正确解题，必须要理解题意，建立物体运动的图景. 两个物体都在运动，必须理清它们的联系. 如时间、位移、速度等关系. 本题中，汽车不能看做质点.

◆ **4**. 短跑运动员在 100 m 竞赛中，测得他 5 s 末的速度为 10.4 m/s，10 s 末到达终点的速度是 10.2 m/s，则运动员在这 100 m 中的平均速度为(　　).

A. 10.4 m/s　　B. 10.3 m/s

C. 10.2 m/s　　D. 10 m/s

【解析】 要深刻领会平均速度的定义，排除干扰数据，即可迅速求解. 总位移 $\Delta x=100$ m，总时间 $\Delta t=10$ s，则平均速度：$v=\dfrac{\Delta x}{\Delta t}=\dfrac{100}{10}$ m/s$=10$ m/s，故 D 选项正确.

【答案】 D

【点评】 平均速度的公式 $\bar{v}=\dfrac{\Delta x}{\Delta t}$ 是定义式，不论物体做什么性质的运动，都可以用此公式计算平均速度，即公式普遍适用，可以求任意位移 Δx 或任意时间 Δt 内的平均速度.

◆ **5**. 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？

【解析】 根据平均速度的定义式 $\bar{v}=\dfrac{\Delta x}{\Delta t}$ 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 $2\Delta x$，对应的时间为 $\dfrac{\Delta x}{v_1}+\dfrac{\Delta x}{v_2}$.

根据平均速度的定义式 $\bar{v}=\dfrac{\Delta x}{\Delta t}$

$$\overline{v_1}=\frac{v_1\Delta t+v_2\Delta t}{2\Delta t}=\frac{v_1+v_2}{2}$$

$$\overline{v_2}=\frac{2\Delta x}{\dfrac{\Delta x}{v_1}+\dfrac{\Delta x}{v_2}}=\frac{2v_1v_2}{v_1+v_2}$$

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

【点评】 根据平均速度的定义式 $\bar{v}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 求平均速度应注意三点：一是位移 Δx 和时间 Δt 的对应关系；二是 Δx 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.

◆ ***6***. 甲、乙两车同时同向沿直线驶向某地，甲在前一半时间内以 v_1 的速度匀速运动，后一半时间内以 v_2 的速度匀速运动，而乙车在前一半路程以速度 v_1 做匀速运动，后一半路程以速度 v_2 做匀速运动，则哪辆车先到目的地？

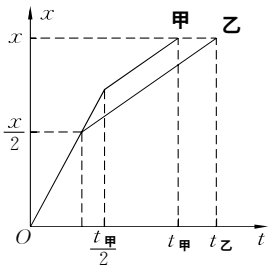


图 1.3-2

【解析】 这道题用 $x-t$ 图像进行分析比较简便，题中没有交代 v_1 和 v_2 的大小关系，我们可假设 $v_1>v_2$，则前半段的 $x-t$ 图线的倾斜度大，后半段的 $x-t$ 图线的倾斜度小. 画出甲、乙两车运动的 $x-t$ 图像，从图中不难看出，甲车先到达目的地. 如果假设 $v_2>v_1$，也可得到同样的结论.

【答案】 甲车

【点评】 运动图像能形象直观地反映物体的运动情况，运用图像解题可以提高解题能力和技巧. 本题当然也可用列式分析的方法解决.

三 理解加速度的概念

理解加速度关键在于理解速度 v、速度变化量 Δv 和加速度 a 三者的区别和联系.

◆ ***7***. 由静止开始做匀加速直线运动的物体，其加速度大小为 2 m/s²，则在物体运动过程中的任何 1 s 内(　　).

A. 速度一定增加 2 m/s

B. 速度一定增加 2 倍

C. 速度一定增加，但不一定增加 2 m/s

D. 物体的末速度一定比前 1 秒的初速度大 2 m/s

【解析】 在匀加速直线运动中，$a=2$ m/s²，表示每秒内速度增加 2 m/s，而并非增加 2 倍，故 A 选项对，B，C 选项错；从前 1 秒初至该秒末历时 $t=2$ s，由加速度的定义式 $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$，得 $\Delta v=a\Delta t=4$ m/s，故 D 选项错.

【答案】 A

【点评】 注意加速度在数值上等于单位时间内速度的变化，与速度的大小及速度变化的大小无必然联系.

◆ ***8***. 甲、乙两个物体沿同一直线向同一方向运动时，取物体的初速度方向为正，甲的加速度恒为 2 m/s²，乙的加速度恒为 −3 m/s²，则下列说法正确的是(　　).

A. 两物体都做匀加速直线运动，乙的速度变化快

B. 甲做匀加速直线运动，它的速度变化快

C. 乙做匀减速直线运动，它的速度变化率大

D. 甲的加速度比乙的加速度大

【解析】 因为两物体的运动方向相同，即速度方向相同，加速度一正一负，说明加速度方向相反，两者只有一个是做加速运动，所以 A 选项错；加速度的负号说明加速度的方向与所取的正方向是相反的，比较加速度的大小时，应比较加速度的绝对值，乙的加速度的绝对值大，所以它的速度变化快，B 选项错；所以本题应选 C 选项.

【答案】 C

【点评】 在匀变速直线运动中，速度的变化和加速度方向相同，但速度的变化方向与速度方向却不一定相同. 由 $\Delta v=v_t-v_0$ 知，当速度增大时，Δv 与 v 方向一致；而当物体做匀减速运动时，Δv 与 v 方向相反. 加速度是表示速度改变快慢的物理量，即速度对时间的变化率，在数值上等于单位时间内速度的变化.

◆ ***9***. 下列说法正确的是(　　).

A. 物体的速度越大，则加速度一定越大

B. 物体的加速度为 0，则物体的速度也一定为 0

C. 只有在加速直线运动中，加速度的方向才与速度的变化方向相同

D. 在匀减速直线运动中，速度变化率的方向与速度方向相反

【解析】 速度和加速度是截然不同的两个概念，它们之间没有必然的联系，故 A，B 选项错. 实际上，对于匀速运动的物体，不管它的速度多大，其加速度总保持不变，即速度的变化为 0，故加速度 $a=0$，反之，加速度 $a=0$ 的匀速直线运动，速度却不为 0；在匀变速直线运动中，加速度、速度的变化及速度变化率三者方向相同，这当然包括匀减速直线运动，故 C 选项错；在匀变速直线运动中，若速度增加，则加速度与速度方向相同，否则相反，而加速度与速度变化率方向总一致，故 D 选项对.

【答案】 D

【点评】 由 $\Delta v=v_t-v_0$ 知，当速度增大时，Δv 与 v 方向一致；而当物体做匀减速运动时，Δv 与 v 方向相反. 可见，加速度与速度的方向没有必然的联系.

四 加速度的计算和方向的判定

理解加速度公式 $a=\frac{v_t-v_0}{t}$ 及应用其计算 a，运用时要注意正方向的选取，通过选取正方向将矢量式转化为标量式.

◆ ***10***. 一辆汽车开始以 1 m/s 的速度缓慢行驶，后来它的速度提高到 25 m/s. 如果汽车在匀加速后 8 s 就能获得这个速度，求汽车的加速度.

【解析】 本题考查了加速度的计算，取原运动方向为正，据加速度的定义 $a=\frac{v_t-v_0}{t}$ 可得，汽车的加速度 $a=\frac{v_t-v_0}{t}=\frac{25-1}{8}$ m/s²$=3$ m/s².

【答案】 $a=3$ m/s²，方向与运动方向相同

【点评】 注意选取正方向，确定速度变化量 v_t-v_0 是关键.

◆ ***11***. 一只足球以 8 m/s 的速度飞来，一名足球运动员迎球一脚，将足球以 12 m/s 的速度反向踢回. 已知作用时间为 0.2 s，求足球的加速度.

【解析】 取足球原运动方向为正方向，由公式 $a=\frac{v_t-v_0}{t}$ 得，$a=\frac{v_t-v_0}{t}=\frac{-12-8}{0.2}=-100$ m/s².

【答案】　$-100\ \mathrm{m/s^2}$

【点评】　注意式中“－”号，表示足球的加速度方向与原运动方向相反.

◆ **12**. 一辆汽车在公路上以 72 km/h 的速度行驶，驾驶员在看到前方亮起红灯时，立刻采取制动措施，经过 5 s 汽车停止. 这辆汽车刹车时的加速度是多大？方向如何？

【解析】　$v=72\ \mathrm{km/h}=20\ \mathrm{m/s}$，取原运动方向为正，则有 $a=\frac{v_t-v_0}{t}=\frac{0-20}{5}\ \mathrm{m/s^2}=-4\ \mathrm{m/s^2}$，式中的“－”号表示加速度方向与原运动方向相反.

【答案】　$4\ \mathrm{m/s^2}$，方向与原运动方向相反

【点评】　本题考查了在实际问题中加速度的计算，在计算时一定要注意正方向的选取，将矢量式转化为标量式，然后再进行计算.

◆ **13**. 枪管内的子弹在某一时刻的速度是 100 m/s，经过 0.001 5 s，速度增加到 700 m/s，求子弹的平均加速度.

【解析】　子弹的速度变化量 $\Delta v=700\ \mathrm{m/s}-100\ \mathrm{m/s}=600\ \mathrm{m/s}$，子弹的加速度 $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{600}{0.001\ 5}\ \mathrm{m/s^2}=4.0\times10^5\ \mathrm{m/s^2}$.

【答案】　$4.0\times10^5\ \mathrm{m/s^2}$

【点评】　加速度的公式 $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 中，Δv 指的是速度变化量，$\Delta v=v_t-v_0$，计算时注意符号，根据正负号判断 a 的方向.

◆ **14**. 某汽车做匀变速直线运动，10 s 内速度从 5 m/s 增加到 25 m/s，求汽车在这段运动中的加速度大小和方向. 如果遇到紧急情况刹车，2 s 内速度减为 0，这个过程也是匀变速的，求这个过程中加速度的大小和方向.

【答案】　以初速度的方向为正方向，

有 $v_0=5\ \mathrm{m/s}$，$v=25\ \mathrm{m/s}$，$t=10\ \mathrm{s}$，

则 $a=\frac{v-v_0}{t}=\frac{25-5}{10}\ \mathrm{m/s^2}=2\ \mathrm{m/s^2}$

得到 a 为正值，表示其方向与规定的正方向相同.

对于刹车阶段：$v_0=25\ \mathrm{m/s}$，$v=0$，$t=2\ \mathrm{s}$，

则 $a=\frac{v-v_0}{t}=\frac{0-25}{2}\ \mathrm{m/s^2}=-12.5\ \mathrm{m/s^2}$，方向与规定的正方向相反.

【点评】　若 a 为正值，表示其方向与规定的正方向（即初速度方向）相同，物体做加速运动；若 a 为负值，表示其方向与规定的正方向（即初速度方向）相反，物体做减速运动.

第四节　实验：用打点计时器测速度

实验指导

一、打点计时器的工作原理

1. 电磁打点计时器

电磁打点计时器的工作原理可用图 1.4－1 甲、乙来说明.

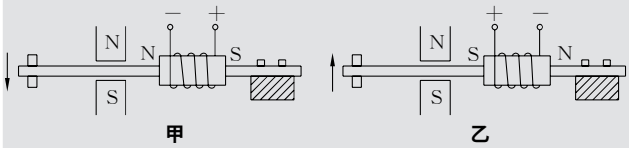


图 1.4－1

当线圈中通入的交流电为正半周时，设电流的方向如图甲所示，则线圈中被磁化的钢制簧片左端为 N 极，永久磁铁使簧片受到一个向下的力；当交流电转为负半周时，电流的方向如图乙所示，簧片左端为 S 极，永久磁铁使簧片受到一个向上的力. 随着交变电流方向的周期性变化，簧片周期性地受到向下、向上的力就振动起来. 制造时使簧片的固有频率为 50 Hz，等于交变电流的频率，这样簧片就振动得最剧烈，振动频率也为 50 Hz，每隔 0.02 s 就通过复写纸在运动的纸带上打下一个点，通过纸带上留下的一行小点，我们就能了解物体的运动情况.

2. 电火花计时器

电火花计时器的原理与电磁打点计时器相同，不过在纸带上打点的不是振针和复写纸，而是电火花和墨粉. 它是利用火花放电在纸带上打出小孔而显示出点迹的，使用时，墨粉纸盘套在纸盘轴上，把纸带穿过限位孔，并夹在两条纸带之间. 当接通电源、按下脉冲输出开关时，计时器发出的脉冲电流经放电针、墨粉纸盘到纸盘轴，产生火花放电（如图 1.4－2 所示），于是在运动着的纸带上就打出了一列点迹. 当电源的频率为 50 Hz 时，它每隔 0.02 s 打一个点.

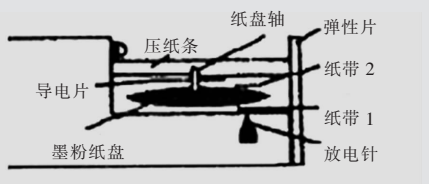


图 1.4－2

3. 两种计时器比较

（1）两种计时器使用的都是交流电源，当电源频率为 50 Hz 时，都每隔 0.02 s 打一个点，但两者使用的工作电压不同，电磁打点计时器的工作电压为 6 V 以下的低压交流电压；电火花计时器的工作电压是 220 V 的交流电压.

（2）电火花计时器工作时，纸带运动时受到的阻力比较小，实验误差也就比较小.

（3）电磁打点计时器用一条纸带，电火花计时器用一条或两条纸带.

二、打点计时器的使用

1. 把纸带和运动物体连接在一起，纸带上的点记录了运动的时间，同时表示出运动物体的位置. 研究纸带上的点之间的间隔，就可以了解运动物体在不同时间内发生的位移及运动情况.

2. 使用电磁打点计时器时，将纸带穿过限位孔，从复写纸下穿过压纸框，再从另一侧限位孔穿出即可.

使用电火花计时器时，安装纸带的方法有两种：一种是用一条纸带从墨粉盘下穿过，打点时墨粉盘不随纸带转动，打出的点迹颜色较淡；另一种是用两条纸带将墨粉盘夹在中间，拖动纸带时由于两条纸带的摩擦作用，墨粉盘会随纸带转动，电火花将墨粉盘上不同位置的墨粉蒸发到纸带上，所以打出的点迹颜色较重，缺点是摩擦阻力较大.

3. 将电磁打点计时器接在 4～6 V 交流电源上，将纸带穿过计时器，开启电源后，观察振针是否在纸带上打出印记，若没有打出印记，可能有两种情况：

（1）振片没有工作在共振状态下，振动幅度较小. 可拧松螺钉，适当调整振片位置，紧固后观察振幅，若达到或接近共振状态，即可正常工作.

(2)如果振片振动较大仍打不出点,可调整振针的位置,直至打出点为止,振针不宜向下调节过长,若调节过长,则振针打点的声音过大,且易出现短横线或双点.

三、根据纸带分析物体的运动情况并能计算平均速度

1. 在纸带上相邻两点间的时间间隔均为 0.02 s(电源频率为 50 Hz),所以点迹密集的地方表示纸带运动的速度小.

2. 根据 $\bar{v}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$,求出在任意两点间的平均速度,这里 Δx 为用直尺量出的两点间的距离,Δt 为两点间的时间间隔数与 0.02 s 的乘积,这里必须明确所求的是哪两点之间的平均速度.

四、粗略计算瞬时速度

某点的瞬时速度可以粗略地由包含该点在内的两点间的平均速度来表示.如图 1.4-3 所示,$v_E\approx\bar{v}_{DG}$ 或 $v_E\approx\bar{v}_{DF}$.

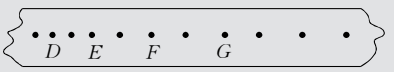


图 1.4-3

说明:在粗略计算 E 点的瞬时速度时,可利用 $\bar{v}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 公式来求解.但须注意的是,如果取离 E 点越近的两点来求平均速度,这个平均速度越接近 E 点的瞬时速度,但是距离过小会使测量误差增大,应该根据实际情况选取这两个点.

五、$v-t$ 图像与其画法

为了更直观地反映物体的运动情况,我们可以用图像来表示速度随时间的变化规律.

以速度 v 为纵轴,时间 t 为横轴建立直角坐标系,根据计算出的不同时刻对应的瞬时速度值,在坐标系中描点,最后用平滑曲线把这些点连接起来,就得到了一条能够描述 $v-t$ 关系的图像.

六、注意事项

1. 如打出点较轻或是短线,应调整振针距复写纸的高度.

2. 先接通电源,打点稳定后再拉动纸带.

3. 手拉纸带时速度应快一些,以防点迹太密集.

4. 打点计时器不能连续工作太长时间,打点之后应立即关闭电源.

典型题

一 打点计时器的原理

进一步了解打点计时器的工作原理及电磁打点计时器和电火花计时器的区别.

◆ **1**. 下列关于打点计时器的论述,正确的是(　　).

A. 打点计时器可以连续工作很长时间,前后两次打点之间,只要时间间隔很短,完全可以在前一次打完点后暂时不关闭电源

B. 在正常工作下,打点计时器每打一次点用时相等

C. 纸带通过电火花计时器时,不会受到摩擦阻力的作用

D. 电火花计时器是一种比电磁打点计时器先进的计时器,因此,使用电火花计时器进行实验,结果一定比使用电磁打点计时器更精确

【解析】 打点计时器只能连续工作很短时间,且打点后要立即关闭电源,故 A 选项错;正常工作时,打点计时器每打一次点所用的时间恰好是所用交流电的一个周期时间,因所用交流电的周期不变,故 B 选项对;纸带通过计时器时,所受的摩擦阻力往往是多种原因造成的,至少纸带与限位孔间便会产生摩擦阻力,故 C 选项错;在一次实验中造成误差的原因是多方面的,决不会因为你使用的仪器先进而使实验结果就会更精确,先进的仪器只能是一方面的影响,故 D 选项错.

【答案】 B

【点评】 对打点计时器的工作原理和使用进一步了解.两种打点计时器使用的工作电压不同,电磁打点计时器的工作电压为 6 V 以下的低压交流电压,电火花计时器工作电压是 220 V 的交流电压.电火花计时器工作时,纸带运动时受到的阻力比较小,实验误差也就比较小.

◆ **2**. 打点计时器在纸带上的点迹,直接记录了(　　).

A. 物体运动的时间

B. 物体在不同时刻的位置

C. 物体在不同时间内的位移

D. 物体在不同时刻的速度

【解析】 电火花打点计时器和电磁打点计时器都是每隔 0.02 s 在纸带上打一个点.因此,根据打在纸带上的点迹,可直接反映物体的运动时间.因为纸带跟运动物体连在一起,打点计时器固定,所以纸带上的点迹就相应地记录了物体在不同时刻的位置.虽然用刻度尺量出各点迹间的间隔,可知道物体在不同时间内的位移,再根据物体的运动性质可算出物体在不同时刻的速度,但这些量不是纸带上的点迹直接记录的.综上所述,正确的选项为 A,B.

【答案】 A,B

【点评】 打点计时器是一种记录运动物体在一定时间间隔内位移的仪器.

二 纸带的分析、测量与计算

本实验题的重点是通过对纸带的分析和测量计算瞬时速度、加速度.注意相邻计数点间的时间间隔及单位.

◆ **3**. 如图 1.4-4 所示为一条打点计时器正常工作时打出的纸带,其中 A,B,C,D,E 为计时器连续打下的五个点,且打点计时器每打一个点所用时间为 T.为求得计时器打点 C 时纸带的速度,下列算式最合理的是(　　).

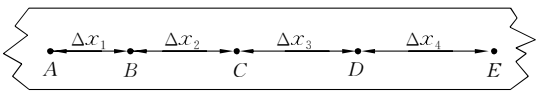


图 1.4-4

A. $\frac{\Delta x_1}{T}$　　B. $\frac{\Delta x_2+\Delta x_3}{2T}$

C. $\frac{\Delta x_3+\Delta x_4}{2T}$　　D. $\frac{\Delta x_1+\Delta x_2+\Delta x_3}{3T}$

【解析】 为求打某点时的瞬时速度,利用的是对平均速度取极限的思想方法,故为求打点 C 时纸带的速度,可在 C 点两侧各取一点,使这两点间所对应的时间间隔尽量最短.由题中图可知,所取的两点应为点 B 和 D,则 B,D 之间的平均速度 $\bar{v}_{AB}=\frac{\Delta x_2+\Delta x_3}{2T}$ 即为所求.故选 B 选项.

【答案】 B

【点评】 在粗略计算某点的瞬时速度时,可利用 $\bar{v}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 公式来求解.但须注意的是,如果取离 C 点越近的两点来求平均速度,这个平均速度就越接近这一点的瞬时速度,但是距离

需要全本请访问 www.ertongbook.com

过小会使测量误差增大，应该根据实际情况选取这两个点.

◆ **4**. 如图 1.4-5 所示，打点计时器所用电源的频率为 50 Hz，某次实验中得到一条纸带，用毫米刻度尺测量的情况如图 1.4-5 所示，纸带在 A，C 间的平均速度为_____ m/s，在 A，D 间的平均速度为_____ m/s，B 点的瞬时速度更接近于_____ m/s.

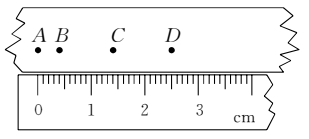


图 1.4-5

【解析】 由题意知，相邻两点间的时间间隔为 0.02 s. A，C 间的距离为 14 mm＝0.014 m，A，D 间的距离为 25 mm＝0.025 m.

由公式 $\bar{v}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 得

$v_{AC}=\frac{0.014}{2\times0.02}$ m/s＝0.35 m/s

$v_{AD}=\frac{0.025}{3\times0.02}$ m/s＝0.42 m/s

【答案】 0.35　0.42　0.35

【点评】 求某点瞬时速度时，我们应取此点两侧靠近此点的两点间的平均速度，但这两点并不是靠得越近越好.

◆ **5**. 如图 1.4-6 所示，是一条利用打点计时器打出的纸带，0，1，2，3，4，5，6 是七个计数点，每相邻两个计数点之间还有四个点未画出，各计数点到 0 的距离如图所示. 求出各计数点的瞬时速度并画出 $v-t$ 图像.

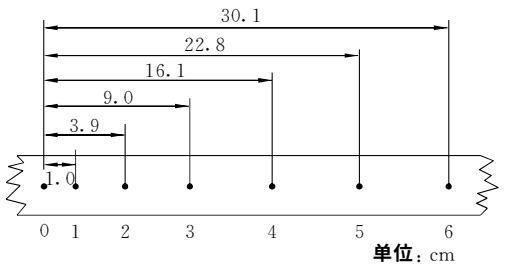


图 1.4-6

【解析】 在计算纸带上某个点的瞬时速度时，可以以该点为中心，对称地选一段距离 Δx，找出通过 Δx 所用的时间 Δt，该点的瞬时速度即可表示为 $\frac{\Delta x}{\Delta t}$. 时间越小，平均速度越接近瞬时速度. 在计算某点的瞬时速度时，一般在该点两侧取相等的时间 Δt，用 $2\Delta t$ 内的平均速度来代表该点的瞬时速度.

1 点是 0 和 2 间时间的中间时刻，求出 0 和 2 间的平均速度即可认为是 1 点的瞬时速度，同理 2，3，4，5 点的瞬时速度也可求出. 0 和 6 两个点的瞬时速度不便求出. 然后画出图像，如图 1.4-7 所示，注意相邻计数点间的时间间隔 $T=0.1$ s.

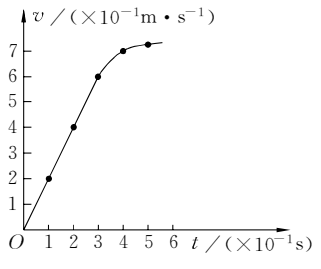


图 1.4-7

【答案】 $v_1=0.195$ m/s　$v_2=0.4$ m/s　$v_3=0.61$ m/s　$v_4=0.69$ m/s　$v_5=0.70$ m/s

【点评】 图像是以 0 点为坐标原点建立直角坐标系. 横坐标表示时间，纵坐标表示速度，根据第一问计算出的结果在直角坐标系中描点，然后连线，得到 $v-t$ 图像.

◆ **6**. 电磁打点计时器是一种使用交流电源的计时仪器，当电源频率为 50 Hz 时，振针每隔 0.02 s 在纸带上打一个点，现在用此打点计时器测定物体的速度，当电源的频率低于 50 Hz 时，数据计算仍然是按照每隔 0.02 s 打一个点来处理的，则测出的速度数值与物体的实际速度相比，是偏大还是偏小？为什么？

【解析】 当电源频率低于 50 Hz 时，实验中实际时间间隔 Δt 大于 0.02 s. 由 $\bar{v}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 可知，实际的速度要小一些，所以，实验数值比物体的实际速度偏大.

【点评】 这是一个分析误差的问题，这一误差要根据实验原理来进行分析.

专题　对速度和加速度的理解

速度和加速度两个概念一般在考试中不单独考查，但它们是物理动力学中两个重要概念，往往与其他知识综合考查.

◆ **1**. 以下对加速度这个物理概念的认识，错误的是(　　).

A. 加速度数值很大的运动物体，速度可以很小

B. 加速度数值很大的运动物体，速度的变化量必然很大

C. 加速度数值很大的运动物体，速度可以减小得很快

D. 加速度数值减小时，物体运动的速度值也必然随着减小

【解析】 加速度是描述运动物体速度随时间改变快慢程度与方向的物理量，加速度与速度本身并没有直接的联系. 加速度很大，表示运动物体速度随时间变化得很快，而速度不一定很大，选项 A 正确；加速度很大，说明运动物体的速度变化率很大，而速度的变化量与时间间隔大小的选取有关，故其速度的变化量不是一定很大，选项 B 错误；加速度很大，速度可以增加得很快(注意区别“很大”与“很快”)，也可以减小得很快，故选项 C 是正确的；在变速直线运动中，运动物体的速度是增大还是减小，取决于加速度方向与速度方向的关系，当加速度方向与速度方向相同时，速度随时间增大，当加速度方向与速度方向相反时，速度随时间减小，故当加速度数值减小时，物体运动的速度可能减小，也可能增大，选项 D 错误.

【答案】 B，D

【点评】 通过本题的分析可以看到加速度与速度两个概念间不存在必然的联系. 速度的变化量与变化率是有严格区别的，变化率同时反映了变化量与所经历时间的关系，变化率反映变化的快慢，变化量通常是指变化的大小. 速度随时间增加还是减小，只取决于速度与加速度的方向是相同还是相反，而与加速度增加或减小无关.

◆ **2**. 篮球以 10 m/s 的速度水平撞击篮球板后以 6 m/s 的速度反向弹回，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？

【解析】 因为速度和加速度均为矢量，所以在求解之前必须首先建立正方向，若速度、加速度方向与规定正方向相同，则为正，反之为负. 已知量代入公式时必须冠以符号，未知量

一般先假设为正，解后再作出判断.

选取篮球的初速度方向为正方向，则初速度 $v_0=10\ \mathrm{m/s}$，因为末速度方向与规定的正方向相反，故末速度为 $v_t=-6\ \mathrm{m/s}$，由加速度的定义式得

$$a=\frac{v_t-v_0}{t}=\frac{-6-10}{0.1}\ \mathrm{m/s^2}=-160\ \mathrm{m/s^2}$$

【答案】 $-160\ \mathrm{m/s^2}$ 加速度为负，表示加速度方向与初速度方向相反

【点评】 加速度的定义式为矢量式，对于匀变速直线运动，只要规定正方向，速度与加速度均可用带有正负号的代数量表示，在解题时要特别注意各个量正负的确定. 本题也可以选取末速度方向为正方向，解出的加速度将为正值.

◆ **3**. 一物体做匀变速直线运动，某时刻速度大小为 $v_1=4\ \mathrm{m/s}$，1 s 后的速度大小变为 $v_2=10\ \mathrm{m/s}$，在这 1 s 内物体的加速度大小(　　).

A. 可能小于 $4\ \mathrm{m/s^2}$

B. 可能等于 $6\ \mathrm{m/s^2}$

C. 一定等于 $6\ \mathrm{m/s^2}$

D. 可能大于 $10\ \mathrm{m/s^2}$

【解析】 规定初速度方向为正方向，根据加速度的定义式 $a=\frac{v_t-v_0}{t}$ 得：当 v_2 与 v_1 同向时，加速度 $a_1=\frac{v_t-v_0}{t}=\frac{10-4}{1}\ \mathrm{m/s^2}=6\ \mathrm{m/s^2}$；当 v_2 与 v_1 反向时，加速度 $a_2=\frac{v_t-v_0}{t}=\frac{-10-4}{1}\ \mathrm{m/s^2}=-14\ \mathrm{m/s^2}$.

【答案】 B,D

【点评】 必须注意速度与加速度的矢量性，不能认为 v_2 一定与 v_1 同向.

◆ **4**. 图 1-Ⅰ-1 所示的是甲、乙两车在同一条公路上沿同一方向向同一目的地运动的位移—时间图像.

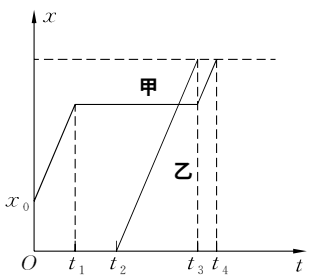


图 1-Ⅰ-1

由图可以看出(　　).

A. 甲、乙两车是从同一地点出发的

B. 甲车比乙车先运动了 t_2 的时间

C. 甲、乙两车在行进时的瞬时速率是相同的

D. 甲、乙两车在 t_4 时间内的平均速度是相同的

【解析】 在计时时刻，甲车已经在乙车的前方 x_0 处，而且开始运动了，运动了 t_1 时间后停了下来. 而乙车在 t_2 时刻才开始运动，由于乙车运动是持续的，t_3 时刻就先到达了目的地. 而此时甲车才重新开始运动，结果在 t_4 时刻才到达目的地. 由于两车在行进部分的图线的斜率是相同的，所以在行进时的瞬时速率是相同的.

【答案】 C

【点评】 分析图像要特别注意横轴和纵轴的截距的物理意义.

◆ **5**. 图 1-Ⅰ-2 所示的是某矿井中的升降机由井底到井口运动的图像，试根据图像分析各段的运动情况，并计算各段的加速度.

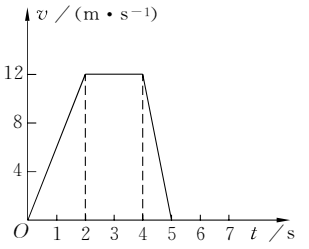


图 1-Ⅰ-2

【解析】 (1)0～2 s，图像是向上倾斜的直线，说明升降机做匀加速运动，根据速度图像中斜率的物理意义可求得加速度 $a_1=6\ \mathrm{m/s^2}$.

(2)2～4 s，图像是平行于时间轴的直线，说明升降机做匀速运动，根据速度图像中斜率的物理意义可求得加速度 $a_2=0$.

(3)4～5 s，图像是向下倾斜的直线，说明升降机做匀减速运动，根据速度图像中斜率的物理意义可求得加速度 $a_3=-12\ \mathrm{m/s^2}$.

【答案】 (1)0～2 s，升降机做匀加速运动，加速度 $a_1=6\ \mathrm{m/s^2}$.

(2)2～4 s，升降机做匀速运动，加速度 $a_2=0$.

(3)4～5 s，升降机做匀减速运动，加速度 $a_3=-12\ \mathrm{m/s^2}$.

【点评】 题目中所给的是 $v-t$ 图像，要弄清速度图像的物理意义，平行 t 轴的图像表示物体的速度始终保持某一值不变，斜向上的图像表示速度均匀增加，斜向下的图像表示速度均匀减小，图像的斜率等于加速度的数值. $v-t$ 图像不代表物体的运动轨迹.

◆ **6**. 三个物体同时从同一地点出发做直线运动，其 $v-t$ 图像如图 1-Ⅰ-3 所示，根据图像回答下列问题：

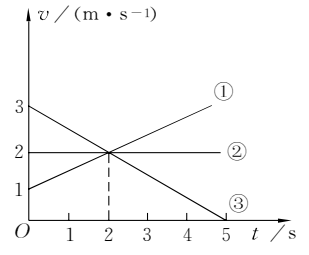


图 1-Ⅰ-3

(1)三个物体运动性质各是什么？加速度各多大？

(2)$t=2$ s 时三个图像相交一点，表示什么意义？

(3)物体③是否做与物体①②方向相反的运动？为什么？

(4)请大胆猜想三个物体在 0～2 s 内位移大小能否由图像求出，如何求？

【解析】 (1)物体①做初速度为 $v_0=1\ \mathrm{m/s}$ 的匀加速运动，加速度 $a_1=\frac{2-1}{2}\ \mathrm{m/s^2}=0.5\ \mathrm{m/s^2}$；物体②做匀速直线运动，加速度 $a_2=0$；物体③做初速度为 $v_0=3\ \mathrm{m/s}$ 的匀减速运动，加速度 $a_3=\frac{2-3}{2}\ \mathrm{m/s^2}=-0.5\ \mathrm{m/s^2}$.

(2)交点表示 $t=2$ s 时三个物体的速度相同. 注意：不是相遇点.

(3)物体③在 0～5 s 内速度始终为正，图像在 t 轴上方，它的运动方向与①②两物体是相同的.(注意：不要把运动图像看成物体的运动轨迹)

(4)由图像②知，物体在 0～2 s 内做匀速运动，由公式 $s=$

$v_2t=2\times2$ m$=4$ m，这恰好是图像与两轴围成的矩形面积.

【点评】 用图像法研究某种事物的变化规律是科学研究中的一种重要方法. 例如，从心电图中我们可以知道人的心脏跳动的规律，从而判断心脏是否健康；又如股票市场，从股票变化形势图我们可以掌握市场的变化趋势和经济发展的走向. 图像离不开生活和社会，社会也离不开图像. 为什么图像有如此大的作用？因为图像具有简明、直观的特点，在物理学习上我们常用它来研究物体的运动规律.

我们学习过物体运动的 $v-t$ 图像，首要的是能识别图像，懂得它的意义，其中特殊点的研究和知道图像的斜率的物理意义显得十分重要.

综 合 题

运动学问题是力学部分的基础之一，在整个力学中的地位是非常重要的. 本章是讲运动的初步概念，描述运动的位移、速度、加速度等，贯穿了几乎整个高中物理内容. 尽管在前几年高考中单纯考运动学的题目并不多，但力、电、磁综合问题往往渗透了对本章知识点的考查. 近些年高考中图像问题频频出现，且要求较高，它属于数学方法在物理中应用的一个重要方面.

◆ **1**. 下列所描述的运动中，可能的是(　　).

A. 速度变化很大，加速度很小

B. 速度变化方向为正，加速度方向为负

C. 速度变化越来越快，加速度越来越小

D. 速度越来越大，加速度越来越小

【解析】 因为 $\Delta v=a\Delta t$，尽管 a 很小，只要 Δt 足够大，Δv 可以很大，选项 A 是正确的；当 a 与 v 同方向时，质点做加速运动，尽管 a 逐渐减小，但 a 与 v 是同方向的，所以 v 还是增大，一直到 a 减小到 0 时为止，故 D 选项正确；加速度方向和速度变化方向一定相同，所以 B 选项错误；加速度 $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 是描述速度变化快慢的物理量，速度变化快，加速度一定大，所以 C 选项是错误的.

【答案】 A，D

【点评】 v，Δv，a 之间在数值上没有必然的联系，v 大小变化只取决于 a 与 v 的方向关系，而与 a 的大小无关. a 与 v 同向，则 v 一定变大，a 与 v 反向，则 v 一定减小. a 减小，只能说明 v 增加(或减小)得越来越慢，反之，则越来越快.

◆ **2**. A，B，C 三个物体同时同地出发做直线运动，它们的 $x-t$ 图像如图 1 - 综 - 1 所示，在 20 s 内它们的路程关系是_____.

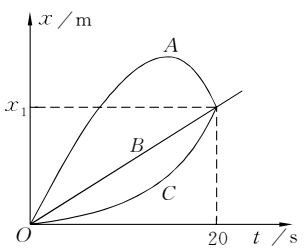


图 1 - 综 - 1

【解析】 从图像可知：A 物体是做变速运动，在 20 s 内它运动到离原点的距离大于 x_1 后，又做反向运动回到离原点距离为 x_1 处；B 物体是做匀速直线运动；C 物体做变速运动，它们一起沿同一方向运动. 在 20 s 内三个物体的位移均为 x_1，但 B，C 两物体是沿同一方向运动的，它们的位移大小与路程相等，所以它们的路程也相等，A 物体在 20 s 内离出发点的最远距离大于 x_1，所以它的路程大于 x_1.

【答案】 $x_A>x_B=x_C$

【点评】 这是物体的位移图像，反映的是物体的位移随时间变化的关系，而不是物体的运动轨迹. 另外，要能够把图像描绘的物体运动情况和实际运动示意图建立起对应关系.

◆ **3**. 若一质点从 $t=0$ 时开始由原点出发，其运动的 $v-t$ 图像如图 1 - 综 - 2 所示，则质点(　　).

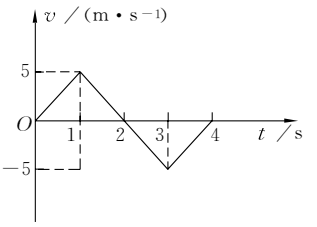


图 1 - 综 - 2

A. 在 $t=1$ s 时，离原点的距离最大

B. 在 $t=2$ s 时，离原点的距离最大

C. 在 $t=3$ s 时，质点回到原点

D. 在 $t=4$ s 时，质点回到原点

【解析】 本题为物体运动的 $v-t$ 图像，所考查的是利用 $v-t$ 图像来确定物体的位移. 由图像可知：运动 1 s 的时间内，图线与时间轴所包围的“正”面积并未达到最大值，说明质点离原点的距离并未达到最大，故 A 选项错；“正”面积最大对应的时刻为 2 s，说明 2 s 末质点离原点最远，B 选项正确，第 2 秒后速度为负值，说明质点运动方向发生改变，开始往原点返回，前 3 s 内总面积仍为正，说明质点未回到出发点，C 选项错；运动 4 s 的时间，图像与时间轴所围总面积为 0，说明质点位移为 0，故在 4 s 末质点已回到了出发点，D 选项对.

【答案】 B，D

【点评】 $v-t$ 图像不是物体的运动轨迹. 图像和时间轴所包围的面积在数值上等于物体在这段时间内发生的位移的大小，并且 t 轴以上的“正”面积表示正位移，t 轴下方的“负”面积表示负位移.

◆ **4**. 图 1 - 综 - 3 甲是在高速公路上用超声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. 图乙中 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，设测速仪匀速扫描，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 $v=340$ m/s，若汽车是匀速行驶的，则根据图可知，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.

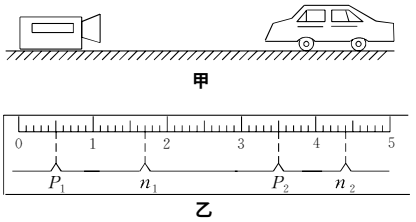


图 1 - 综 - 3

【解析】 设测速仪扫描速度为 v'，因 P_1，P_2 在标尺上对应间隔为 30 小格，所以 $v'=\frac{30}{\Delta t}=30$ 格/s.

从图乙上可以看出，测速仪发出超声波信号 P_1 到接收 P_1 的反射信号 n_1 共扫描 12 小格，所以测速仪从发出信号 P_1 到接收其反射信号 n_1 所经历时间 $t_1=\frac{12}{v'}=0.4$ s. 汽车接收到 P_1 信号时与测速仪相距 $s_1=v_{声}\frac{t_1}{2}=68$ m.

同理，测速仪从发出信号 P_2 到接收其反射信号 n_2 共扫描 9 小格，故所经历时间 $t_2=\frac{9}{v'}=0.3$ s. 汽车在接收到 P_2 信号时与测速仪相距 $s_2=v_{声}\frac{t_2}{2}=51$ m.

所以，汽车在接收到 P_1，P_2 两个信号的时间内前进的距离 $\Delta s=s_1-s_2=17$ m.

从图乙可以看出，n_1 与 P_2 之间有 18 小格，所以，测速仪从接收反射信号 n_1 到超声信号 P_2 的时间间隔 $t_3=\frac{18}{v'}=0.6$ s.

所以汽车接收 P_1，P_2 两个信号之间的时间间隔为 $\Delta t'=\frac{t_1}{2}+t_3+\frac{t_2}{2}=0.95$ s.

故汽车的速度 $v_{汽}=\frac{\Delta s}{\Delta t'}=17.9$ m/s.

【答案】 17　17.9

【点评】 此题为实际超声波测速度问题，通过对示意图的分析，可知时间信息，再根据两次发波的距离关系求解.

◆ **5**. 利用超声波遇到物体发生反射，可测定物体运动的有关参量，图 1 - 综 - 4 甲中仪器 A 和 B 通过电缆线连接，B 为超声波发射与接收一体化装置，仪器 A 和 B 提供超声波信号源，而且能将 B 接收到的超声波信号进行处理并在屏幕上显示其波形.

现固定装置 B，并将它对准匀速行驶的小车 C，使其每隔固定时间 T_0 发射一短促的超声波脉冲，如图乙中幅度较大的波形，反射波滞后的时间已在图中标出，其中 T 和 ΔT 为已知量，另外还知道该测定条件下超声波在空气中的速度为 v_0，根据所给信息求小车的运动方向和速度大小.

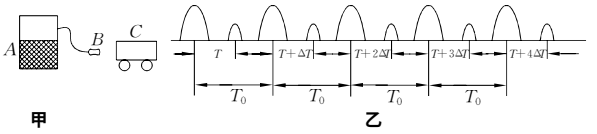


图 1 - 综 - 4

【解析】 从 B 发出第一个超声波开始计时，经 $\frac{T}{2}$ 被 C 车接收，故 C 车第一次接收超声波时与 B 的距离 $s_1=\frac{T}{2}v_0$.

第二个超声波从发出至接收，经 $T+\Delta T$ 时间，C 车第二次接收超声波时与 B 的距离为 $s_2=\frac{T+\Delta T}{2}v_0$，$C$ 车从接收第一个超声波到接收第二个超声波内前进 s_2-s_1，接收第一个超声波时刻为 $t_1=\frac{T}{2}$，接收第二个超声波时刻为 $t_2=T_0+\frac{T+\Delta T}{2}$，所以接收第一个和第二个超声波的时间间隔为 $\Delta t=t_2-t_1=T_0+\frac{\Delta T}{2}$.

故车速 $v_C=\frac{s_2-s_1}{\Delta t}=\frac{\Delta T\frac{v_0}{2}}{\frac{2T_0+\Delta T}{2}}=\frac{\Delta T v_0}{2T_0+\Delta T}$，车向右运动.

【答案】 $\frac{\Delta T v_0}{2T_0+\Delta T}$　车向右运动

【点评】 利用超声波遇到物体发生反射，可测定物体运动的有关参量.

◆ **6**. 一架飞机水平匀速地在某同学头顶上飞过，当他听到飞机的发动机声从头顶上方传来时，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】 此同学听到飞机声从头顶正上方传来，说明听到的声波是飞机在此同学头顶正上方时发出的，声波传至人耳这段时间内，飞机又水平飞出了一段距离，形成了题目中给出的角度.

由题意知，声波传播的距离为 AB，同时间内，飞机飞行了距离 BC（如图 1 - 综 - 5 所示）.

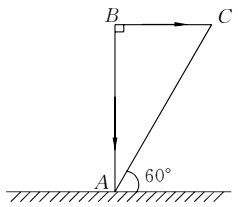


图 1 - 综 - 5

显然 $|BC|=|AB|\tan 30°$，而 $|BC|=v_{飞机}t$，$|AB|=v_{声}t$，

解得 $v_{飞机}=\frac{1}{\sqrt{3}}v_{声}=0.58v_{声}$，即飞机的速度约为声速的 0.58 倍.

【答案】 0.58（或$\frac{\sqrt{3}}{3}$）

【点评】 本题的关键是挖掘出题中隐含的条件：两过程的等时性且均为匀速直线运动.

◆ **7**. 一支队伍沿平直的公路匀速前进，其速度的大小为 v_1，队伍全长为 l，一名通讯兵从队尾以速度 v_2（$v_2>v_1$）赶到队前，然后立即返回队尾，求在这个往复的过程中：(1)通讯兵通过的路程；(2)通讯兵的位移大小.

【解析】 本题如果以地面为参考系分析较为复杂，可以以行进的队伍为参考系. 在通讯兵从队伍尾向队伍前前进的过程中，通讯兵相对于队伍的速度为（v_2-v_1），在通讯兵从队伍前返回队伍尾的过程中，通讯兵相对于队伍的速度为（v_2+v_1），两次通讯兵相对于队伍的位移均为 l，设运动的时间分别为 t_1，t_2，则有 $t_1=\frac{l}{v_2-v_1}$，$t_2=\frac{l}{v_2+v_1}$.

通讯兵通过的路程为两段路程的和，即有 $x=v_2t_1+v_2t_2$，将上面的关系式代入得 $x=v_2\left(\frac{l}{v_2-v_1}+\frac{l}{v_2+v_1}\right)$，整理得 $x=\frac{2v_2^2l}{v_2^2-v_1^2}$.

通讯兵通过的位移大小等于前后两个运动的路程之差，即有 $x'=v_2\left(\frac{l}{v_2-v_1}-\frac{l}{v_2+v_1}\right)$，整理得 $x'=\frac{2v_1v_2l}{v_2^2-v_1^2}$.

【答案】(1)$\frac{2v_2^2l}{v_2^2-v_1^2}$　(2)$\frac{2v_1v_2l}{v_2^2-v_1^2}$

【点评】 对于两体的相对运动问题，以其中一个运动物体作为参考系，往往可以使问题的求解过程得到简化，通过本题的分析，可以养成巧妙地选择参考系从而简化解题过程的意识，在选取其中一个运动物体作为参考系时，必须正确地确定另一个运动物体相对于参考系的速度.

◆ **8**. 速率都是 5 m/s 的甲、乙两列火车，在同一路段上、不同的轨道上相向而行. 当它们相距 2 000 m 时，一只鸟儿以 10 m/s 的速率离开甲车车头向乙车飞去，当鸟儿到达乙车车头时，立刻以相同的速率返回，这样鸟儿连续在两车之间来回飞着. 试问：当两列车车头相遇时，这只鸟儿飞行了多长的路程？飞行了多长时间？

【解析】 该题易被鸟儿飞来飞去的现象所迷惑，即似乎无从下手. 若从已知条件和位移公式着手来分析，问题就可以迎刃而解. 题中已知鸟儿的飞行速率，若再知道飞行的时间，则它飞行的路程也就求出来了，鸟儿飞行的时间与两车相遇的时间相同，理解这一点是关键.

【答案】 火车相遇的时间 $t_1=\frac{s}{2v_1}=\frac{2\ 000}{2\times5}\ \text{s}=200\ \text{s}$，

鸟儿飞行的时间 $t_2=t_1=200\ \text{s}$，

鸟儿飞行的路程 $s_2=v_2t_2=10\times200\ \text{m}=2\ 000\ \text{m}$.

【点评】 要透过现象看透问题的本质，本题中鸟儿飞行的时间与两车相遇的时间相同，理解这一点是关键.

◆ **9**. 一辆汽车从甲站出发沿直线运动驶向乙站，前 $\frac{1}{3}$ 路程的平均速度为 12 m/s，后 $\frac{2}{3}$ 路程的平均速度为 20 m/s，求全程的平均速度.

【解析】 求平均速度应注意两点：一是平均速度是矢量，方向与位移方向相同，在单向直线运动中，物体的位移大小等于路程；二是理解公式 $\bar{v}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$. 所以全程平均速度 $\bar{v}=\frac{s}{t}=\frac{s}{\frac{\frac{s}{3}}{12}+\frac{\frac{2s}{3}}{20}}=16.4\ \text{m/s}$.

【答案】 16.4 m/s

【点评】 本题采用分段求位移和时间，然后得出总位移和总时间，再根据总位移和总时间求总平均速度. 切勿认为总平均速度等于速度的平均值.

◆ **10**. 一名同学根据车轮通过两段铁轨交接处时发出的响声来估测火车的速度，他从车轮的某一次响声开始计时，并同时数车轮响声的次数，当他数到 21 次时，停止计时，表上的时间显示说明经过了 15 s. 已知每段铁轨长为 12.5 m，根据这些数据你能估算出火车的平均速度吗？

【解析】 设相邻两次响声之间的时间间隔为 Δt，则他数到第 21 次响声时的时间为 $(21-1)\Delta t=20\Delta t$，即 $20\Delta t=15\ \text{s}$，$\Delta t=\frac{15}{20}\ \text{s}=\frac{3}{4}\ \text{s}$，又因为每段铁轨长为 12.5 m，所以火车的平均速度 $v=\frac{l}{\Delta t}=\frac{12.5}{\frac{3}{4}}\ \text{m/s}=16.7\ \text{m/s}$.

【答案】 16.7 m/s

【点评】 本题提供了一个估测火车速度的方法，但只能是估测远方来的火车的速度，因为人耳贴在铁轨上，对于听近处驶来的火车声音是有危险的.

◆ **11**. 天空有近似等高的浓云层. 为了测量云层的高度，在水平地面上与观测者的距离为 $d=3.0\ \text{km}$ 处进行一次爆炸，观测者听到由空气直接传来的爆炸声和由云层反射来的爆炸声时间上相差 $\Delta t=6.0\ \text{s}$. 试估算云层下表面的高度. 已知空气中的声速 $v=\frac{1}{3}\ \text{km/s}$.

【解析】 如图 1 - 综 - 6 所示，A 表示爆炸处，O 表示观测者所在处，h 表示云层下表面的高度. 用 t_1 表示爆炸声直接传到 O 处所经历的时间，则有 $d=vt_1$；用 t_2 表示爆炸声经云层反射到达 O 处所经历的时间，因为入射角等于反射角，故有 $2\sqrt{\left(\frac{d}{2}\right)^2+h^2}=vt_2$，

已知 $t_2-t_1=\Delta t$，

由上述三式可得 $h=\frac{1}{2}\sqrt{(v\Delta t)^2+2dv\Delta t}$

代入数值得 $h=2.0\times10^3\ \text{m}$.

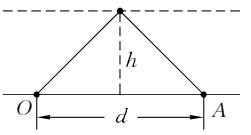


图 1 - 综 - 6

【答案】 $2.0\times10^3\ \text{m}$

【点评】 此题为高考试题，考查声音经云层反射与直接听到的时间差，根据声音传播的路程和速度关系列方程求解.

◆ **12**. 图 1 - 综 - 7 为高速摄影机拍摄到的子弹穿透苹果瞬间的照片. 该照片经放大后分析出，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%～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(　　).

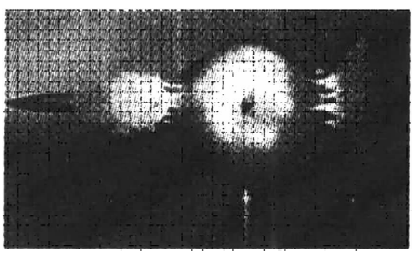


图 1 - 综 - 7

A. 10^{-3} s　　B. 10^{-6} s

C. 10^{-9} s　　D. 10^{-12} s

【解析】 子弹长度的数量级约为 10^{-2} m，由题意知在曝光时间内子弹飞行的距离约为 10^{-4} m，而子弹飞行速度的数量级为 10^2 m，则可估算 $t=\frac{10^{-4}}{10^2}\ \text{s}=10^{-6}\ \text{s}$.

【答案】 B

【点评】 解此题关键要估计出子弹长度的数量级及子弹在曝光时间内飞行的距离.

◆ **13**. 一路灯距地面的高度为 h，身高为 l 的人以速度 v 匀速行走，如图 1 - 综 - 8 甲所示.

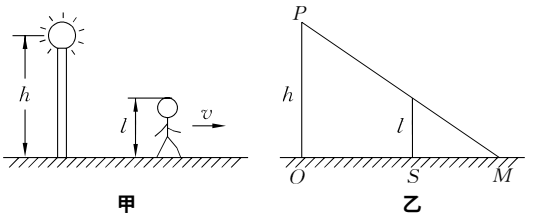


图 1 - 综 - 8

(1)试证明人的头顶的影子做匀速运动；

(2)求人影的长度随时间的变化率.

【解析】 (1)设 $t=0$ 时刻，人位于路灯的正下方 O 处，在 t 时刻，人走到 S 处，根据题意有 $OS=vt$　①

过路灯 P 和人头顶的直线与地面的交点 M 为 t 时刻人头

顶影子的位置，如图 1 - 综 - 8 乙所示，OM 为人头顶影子到 O 点的距离.

由几何关系，有 $\frac{h}{OM}=\frac{l}{OM-OS}$ ②

解①②式得 $OM=\frac{hv}{h-l}t$ ③

因 OM 与时间 t 成正比，故人头顶的影子做匀速运动.

(2)由图可知，在 t 时刻，人影的长度为 SM，由几何关系，有 $SM=OM-OS$ ④

由①③④式得 $SM=\frac{lv}{h-l}t$

可见影长 SM 与时间 t 成正比，所以影长随时间的变化率 $k=\frac{lv}{h-l}$.

【答案】 (1)见解析 (2)$\frac{lv}{h-l}$

【点评】 本题根据光的直线传播规律，分析出过路灯 P 和人头顶的直线与地面的交点 M 为 t 时刻人头顶影子的位置，由数学的三角形相似关系求出影长与时间 t 的关系为正比例，故为匀速运动.

◆ **14**. “大洋”一号配备有一种声呐探测系统，用它来测量海水深度. 其原理是：用超声波发生器垂直向海底发射超声波，超声波在海底会反射回来，若已知超声波在海水中的波速，通过测量从发射超声波到接受到反射波的时间，就可推算出船所在位置的海水深度. 现已知超声波在海水中的波速为 1 500 m/s，船静止时，测量从发射超声波到接受到反射波的时间为 8 s，试计算该船所在位置的海水深度.

【解析】 设 s 为超声波往返的距离，h 为海水的深度，则有

$s=vt=1\ 500\times 8=12\ 000$ m

$h=\frac{s}{2}=6\ 000$ m

【答案】 6 000 m

【点评】 本题为用超声波测量海水深度的实际问题，应注意时间为发射到接收的总时间.

◆ **15**. 用飞机进行航空测量. 飞机在保持离地面 500 m 的高度上匀速巡航，速度大小为 400 km/h. 飞机上测量仪器可在 120°视角范围内测量，如图 1 - 综 - 9 甲所示. 试计算飞机每小时测量的覆盖面积有多大.

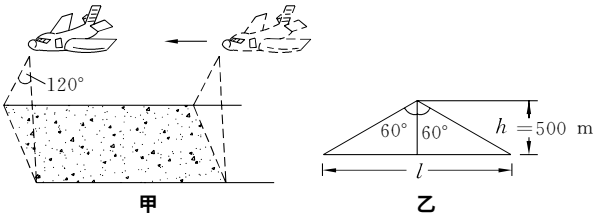


图 1 - 综 - 9

【解析】 注意飞机做匀速直线运动，其测量仪器在地面扫过的是一个矩形.

飞机每小时测量的覆盖面积为图甲中阴影部分表示的矩形面积，它的长度为飞机每小时飞行的距离

$x=vt=400$ km/h$\times 1$ h$=400$ km

矩形的宽如图乙所示，由三角形边角关系可知：

$l=2h\tan 60°=2\times 500$ m$\times 1.7=1.7$ km

由此可得飞机每小时测量的覆盖面积为：

400 km$\times 1.7$ km$=680$ km^2.

【答案】 680 km^2

【点评】 解决物理问题需要建立清晰的物理情景，空间思维能力和作图能力十分重要.

需要全本请访问 www.ertongbook.com