

品质成就品牌 品牌创造奇迹



名师伴你行

新课标

- 教材知识与基本能力的完美链接
- 轻松课堂与快乐学习的绿色畅想
- 基础训练与综合测试的水乳交融
- 应试技巧与综合素质的立体渗透

同步创新版

丛书主编：张连生

高中物理

A版

人教版/必修①

天津人民出版社

品质成就品牌

品牌创造奇迹



- 教材知识与基本能力的完美链接
- 轻松课堂与快乐学习的绿色畅想
- 基础训练与综合测试的水乳交融
- 应试技巧与综合素质的立体渗透

名师

丛书主编：张连生

伴你行

A版

高中物理

【人教版/必修①】

姓名: _____

Q Q: _____

E-mail: _____

天津人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

名师伴你行. 高中物理: A版. 1: 必修/张连生主编.
天津: 天津人民出版社, 2009.6
ISBN 978-7-201-06250-1

I. 名… II. 张… III. 物理课—高中—教学参考资料
IV. G634

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第101156号

天津人民出版社出版

出版人: 刘晓津

(天津市西康路35号 邮政编码: 300051)

网址: <http://www.tjrmcbs.com.cn>

电子信箱: tjrmcbs@126.com

河间市华联印刷厂 印刷 新华书店 经销

*

2009年6月第1版 2009年6月第1次印刷

880×1230毫米 16开本 7.5印张

字数: 240千字 印数: 1-10, 000

定价: 21.00元

MINGSHIBANNIXING

名师
伴你行

丛书主编: 张连生

本册主编: 樊高志

副主编: 丁玉泰 孙格致

编委: 樊高志 丁玉泰 孙格致 崔世民

李宪国 周立峰 王立胜 梁柱

王世波 钟建民

版权所有 侵权必究
如有缺页、倒页、脱页者, 请与承印厂调换。

目录 contents

第一章 运动的描述

学案1 质点 参考系和坐标系	1
学案2 时间和位移	4
学案3 运动快慢的描述——速度	7
学案4 实验:用打点计时器测速度	11
学案5 速度变化快慢的描述——加速度	15
本章知识整合	18
第一章检测(见活页)	87

第二章 匀变速直线运动的研究

学案1 实验:探究小车速度随时间变化的规律	19
学案2 匀变速直线运动的速度与时间的关系	22
学案3 匀变速直线运动的位移与时间的关系	25
学案4 匀变速直线运动的位移与速度的关系	28
学案5 自由落体运动	30
学案6 伽利略对自由落体运动的研究	33
学案7 习题课:匀变速直线运动规律的应用	36
本章知识整合	40
第二章检测(见活页)	91
期中考试试卷(见活页)	95

第三章 相互作用

学案1 重力 基本相互作用	41
学案2 弹力	45
学案3 摩擦力	48
学案4 力的合成	52
学案5 力的分解	55
本章知识整合	58
第三章检测(见活页)	99

目录 contents

第四章 牛顿运动定律

学案1 牛顿第一定律	59
学案2 实验:探究加速度与力、质量的关系	62
学案3 牛顿第二定律	66
学案4 力学单位制	70
学案5 牛顿第三定律	72
学案6 用牛顿运动定律解决问题(一)	74
学案7 用牛顿运动定律解决问题(二)	78
本章知识整合	83
第四章检测(见活页)	103
期末考试试卷(见活页)	107
全程综合检测	84

参考答案

参考答案	112
------------	-----

第一章 运动的描述

学案 1 质点 参考系和坐标系

预习大热身

- 质点:不考虑物体的_____和_____,把物体简化为一个_____,称为质点。
- 参考系:描述一个物体运动时,用来做参考的_____称为参考系。
 - 描述同一物体运动时,若以不同的物体为参考系,观察的结果_____。
 - 参考系的选取原则上是_____的,在实际问题中应以研究问题的方便、对运动的描述尽可能简单为原则。
 - 在研究地面上物体的运动时,通常取_____或相对于地面_____做参考系。
- 坐标系:在选定的参考系上建立适当的坐标系后,就能定量地描述_____。

学点大清仓

自主学习

学点1 质点

(1) 质点:用来代替物体的有质量的点,叫做质点,它是一种理想化的模型。

(2) 将物体看成质点的条件

物体的大小、形状对所研究问题的影响可以忽略不计时,可视物体为质点。如:地球很大,但地球绕太阳公转时,地球的大小就变成次要因素,我们完全可以把地球当作质点看待。当然,在研究地球自转时,就不能把地球看成质点了。研究火车从北京到上海的运动时可以把火车视为质点,但研究火车过桥的时间时就不能把火车看成质点了。

(3) 质点的物理意义

实际存在的物体都有一定的形状和大小,有质量而无大小的点是不存在的,那么定义和研究质点的意义何在?

质点是一个理想化的物理模型,尽管不是实际存在的物体,但它是实际物体的一种近似,是为了研究问题的方便而进行的科学抽象,它突出了事物的主要特征,抓住了主要因素,忽略了次要因素,使所研究的复杂问题得到了简化。

【例1】以下几种关于质点的说法中,你认为正确的是 ()

- A. 只有体积很小或质量很小的物体才可以看做质点

- B. 只要物体运动得不是很快,物体就可以看做质点
C. 质点是一种特殊的实际物体
D. 物体的大小和形状在所研究的问题中起的作用很小,可以忽略不计时,我们就可以把物体看做质点

【答案】D

【解析】一个物体能否看做质点,要具体情况具体分析,不是小物体就可以看做质点,关键要看物体的大小、形状在所研究的问题中可不可以忽略不计,体积很小或质量很小的物体不一定能看做质点。另外,能否看做质点,与物体的运动快慢无关,质点是一抽象的物理模型,并不是实际物体。

【点评】物体能否看做质点,要看物体的形状和大小对研究问题的影响是否可以忽略。这是问题的关键,也是本学案的一个难点和重点。

对应训练 1

- 下面是关于质点的一些说法,其中正确的有 ()
- 研究和观察日食时,可以把太阳看成质点
 - 研究地球的公转时,可以把地球看成质点
 - 研究地球的自转时,可以把地球看成质点
 - 原子核很小,可以把它看成质点

学点2 参考系

(1) 参考系:描述物体运动时,另外选来作为标准的物体,称为参考系。

(2) 对参考系的理解:物体的运动都是相对参考系而言的,这是运动的相对性。一个物体是否运动,怎样运动,决定于它相对所选的参考系的位置是否变化、怎样变化。同一物体,选取不同的参考系,其运动情况可能不同,如:路边的树木,若以地面为参考系是静止的,若以行驶的汽车为参考系,树木是运动的,这就是我们坐在车里前进时感到树木往后倒退的原因。“坐地日行八万里”是以地心为参考系,因为人随地球自转,而地球周长约八万里。

参考系的选择是任意的,但应以观测方便和使运动的描述尽可能简单为原则。研究地面上物体的运动时,常选地面为参考系。

【例2】“小小竹排江中游,巍巍青山两岸走。”这两句诗描述的运动的参考系分别是

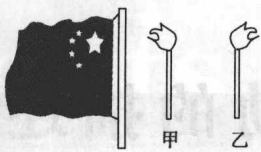
- 竹排,流水
- 流水,青山
- 青山,河岸
- 河岸,竹排

【答案】D
【解析】竹排在江中顺水而下,这是以河岸或青山为

参考系,观察到青山走是以流水或竹排为参考系。

对应训练 2

象征着和平、友谊、希望的第29届奥林匹克圣火在希腊点燃,罗雪娟成为我国第一个火炬接力手。某记者拍下固定在地面的旗帜和旗杆下甲、乙两火炬手手中火炬的火焰



- 的照片,如图所示,下列说法中正确的是 ()
- 甲火炬手可能运动,乙火炬手可能静止
 - 甲火炬手可能静止,乙火炬手一定向左运动
 - 甲火炬手一定向右运动,乙火炬手一定向左运动
 - 甲火炬手可能向右运动或向左缓慢运动,乙火炬手一定向左运动

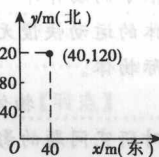
学点3 坐标系

(1) 坐标系:为了定量地描述物体的位置及位置的变化,而在参考系上建立坐标系。

(2) 物体沿直线运动,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,建立一维坐标系。

若物体在一个平面上运动,为了描述其位置,要建立二维坐标系,即平面直角坐标系。

【例3】李小华所在学校的校门口是朝南的,他进入校门后一直向前走 120 m,再向东走 40 m 就到了他所在的教室,请你画出教室的位置(以校门口为坐标原点)。



【答案】建立直角坐标系, x 轴正方向表示东, y 轴正方向表示北,则教室位置如图所示。

对应训练 3

一汽车离开高速公路收费站沿高速公路向正东方向前进,第 1 s 前进 5 m,第 2 s 前进 10 m,以后每秒都前进 30 m,试选择合适的坐标系,描述汽车在第 1 s 末、第 2 s 末、第 5 s 末的位置。

合作讨论

研究质点的意义是什么?

【提示】质点是一个理想化的物理模型,尽管不是实际存在的物体,但它是实际物体的一种近似,是为了研究问题的方便而进行的科学抽象,它突出了事物的主要特征,抓住了主要因素,忽略了次要因素,使所研究的复杂问题得到了简化。

在物理的研究中,“理想模型”的建立,具有十分重要的意义。引入“理想模型”,可以使问题的处理大为简化而又不会发生大的偏差。在现实世界中,有许多实际的事物与这种“理想模型”十分接近。在一定条件下,作为一种近似,可以把实际事物当作“理想模型”来处理,即可以将研究“理想模型”的结果直接地应用于实际事物。例如在研究地球绕太阳公转的

运动时,由于地球的直径(约 1.3×10^4 km)比地球和太阳之间的距离(约 1.5×10^8 km)小得多,地球上各点相对于太阳的运动可以看做是相同的,即地球的形状、大小可以忽略不计,在这种情况下,就可以直接把地球当作一个“质点”来处理。

2. 判定一个物体能否看做质点的方法

【提示】中学物理中可视为质点的运动物体有以下两种情况:(1) 运动物体的大小跟所研究的问题有关的距离相比可忽略不计时,可将物体看做质点。如:地球的半径远小于地球和太阳间的距离,故研究地球绕太阳运动时,将地球看做质点。火车长度远小于武汉到北京的距离,故研究火车从武汉到北京的时间时,将火车看做质点。

(2) 做平动的物体。由于物体上各个点运动的情况相同,可以选物体上任一点的运动代替整个物体的运动,做平动的物体在研究其运动的性质时,可将它视为质点。

注意:① 不能以物体的自身大小来决定物体是否可看做质点,而是相对的,蚂蚁很小,但研究其腿长在哪个部位时,就不能将其看做质点。

② 不能说平动的物体一定能看做质点,而转动的物体一定不能看做质点。

平动的物体有时也不能看做质点,如一列火车通过一座桥的时间,火车的长度就得考虑,不能看做质点。转动的物体有时也能看做质点,如花样滑冰运动员,在滑冰时有很多转动的动作,但在研究她在冰面上所走路径时,就可把她看做质点。

精题大比拼

基础训练

- 在下列各运动中,可以看做质点的有 ()
 - 做旋转动作的体操运动员
 - 远洋航行中的巨轮
 - 转动着的螺旋桨
 - 绕地球运动的卫星
- 下列情况的物体,哪些情况可将物体看做质点来处理 ()
 - 放在地面上的木箱,在上面的箱角处用水平推力推它,木箱可绕下面箱角转动
 - 放在地面上的木箱,在其箱高的中点处用水平推力推它,木箱在地面上滑动
 - 做花样滑冰的运动员
 - 研究钟表的时针转动的情况
- 下列说法中正确的是 ()
 - 参考系就是绝对不动的物体
 - 只有选好参考系以后,物体的运动才能确定
 - 同一物体的运动,相对于不同的参考系,观察的结果可能不同
 - 我们平常所说的楼房是静止的,是以地面为参考系的
- 下列情况下的物体,哪些可以看做质点 ()
 - 研究在水平推力作用下沿水平地面运动的木箱
 - 体积小的物体
 - 研究一列火车通过南京长江大桥所用的时间时,这列通过大桥的火车
 - 研究绕地球飞行的“神舟七号”飞船

能力提升

5. 若车辆在行进中,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
6. 下列说法中正确的是 ()
- A. 被选做参考系的物体是假定不动的
 - B. 一乘客在车厢内走动的时候,他就说车是运动的
 - C. 研究地面上物体的运动,必须选取地面为参考系
 - D. 质点运动的轨迹是直线还是曲线,与参考系的选取有关
7. 关于机械运动和参考系,以下说法中正确的是 ()
- A. 一个物体相对于别的物体的位置变化,叫做机械运动
 - B. 不选定参考系,就无法研究某一物体是怎样运动的
 - C. 参考系一定是不动的物体
 - D. 参考系是人们假定不动的物体
8. 下列关于质点的说法中,正确的是 ()
- A. 质点是一个理想化的模型,实际并不存在
 - B. 因为质点没有大小,所以与几何中心的点没有区别
 - C. 凡是轻小的物体,都可看做质点
 - D. 如果物体的形状和大小在所研究的问题中属于无关或次要因素,就可以把物体看做质点
9. 两辆汽车在平直公路上行驶,甲车内的人看见窗外的树木向东移动,乙车内的人发现甲车没有运动.若以地面为参考系,上述事实说明 ()
- A. 甲车向西运动,乙车不动
 - B. 乙车向西运动,甲车不动
 - C. 甲车向西运动,乙车向东运动
 - D. 甲、乙两车都是向西运动,且运动快慢相同

拓展创新

10. 甲同学和乙同学第一次乘火车,他们坐在火车站的火车上.突然甲同学看着车窗外另一列火车叫起来:“我们的车开动了!”乙同学盯着车窗外的柱子说:“你看错了,我们的车还没开动.”之后他们为自己的判断正确性争论起来,你能为他们当裁判吗?

学案 2 时间和位移

预习大热身

1. 在表示时间的数轴上, 时刻用_____表示, 时间用_____表示. 时刻与物体的_____相对应, 时间间隔与物体的_____相对应.
2. 路程是物体运动轨迹的_____. 位移是用来表示物体(质点)的_____的物理量. 位移只与物体的_____有关, 而与质点在运动过程中所经历的_____无关. 物体的位移可以这样表示: 从_____到_____作一条有向线段, 有向线段的长度表示位移的_____, 有向线段的方向表示位移的_____.
3. 既有_____又有_____的物理量叫做矢量, 只有大小, 没有方向的物理量叫做_____.

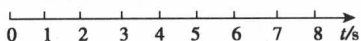
学点大清仓

自主学习

学点1 时刻和时间间隔

时刻指的是某一瞬间, 在时间坐标轴上用一点表示. 时间间隔指的是两个时刻的间隔, 在时间坐标轴上用一段线段表示. 在实验室中常用秒表和打点计时器来测量时间间隔.

(1) 时间间隔和时刻有区别, 也有联系. 在时间轴上, 时间间隔表示一段, 时刻表示一点. 如图所示, 0 点表示开始计时的时刻, 0~3 表示 3 s 的时间间隔, 即前 3 s. 2~3 表示第 3 s, 不管是前 3 s, 还是第 3 s, 这都是指时间间隔. 3 s 所对应的点为 3 s 末, 也说为 4 s 初, 表示时刻.



(2) 时刻与物体在运动过程中的某一位置相对应. 时间间隔与物体在运动过程中的位移(路程)相对应.

(3) 由于我们在日常生活中不注意区分时刻和时间间隔, 而把它们统称为时间. 因此在以后的学习中, 必须区分开, 两者的物理意义是不同的.

【例1】电台报导时一般这样说:“现在是北京时间八点整.”听评书连播等节目时, 最后播音员往往说:“请明天这个时间继续收听”, 这时的“时间”是什么意思?

【答案】见解析

【解析】北京时间八点整指的是时刻, 即八点这一瞬间, 而“请明天这个时间继续收听”指的是时间间隔, 因为听评书时不可能只听一瞬间.

【点评】在以后的学习中, 时刻和时间间隔(即时间)处处用到. 几秒末, 几秒初(如 5 秒末, 8 秒初等)表示的是时刻; 几秒内, 第几秒内(如 5 秒内, 最后 5 秒, 第 5 秒等), 表示的是时间间隔.

对应训练 1

2008 年 5 月 12 日 14 时 28 分, 中国汶川发生里氏 8.0 级大地震, 截止到 5 月 28 日 12 时, 造成 6.8 万余人遇难, 36 万余

人受伤, 近 2 万余人失踪. 地震发生后, 党中央、国务院领导人胡锦涛总书记、温家宝总理等及时赶赴灾区, 指挥抗震救灾, 援救被困群众, 被困 139 小时、164 小时、196 小时、216 小时……成功获救, 创造了一个又一个生命奇迹. 5 月 19 日—5 月 21 日三天为全国哀悼日, 全国降半旗志哀. 5 月 19 日 14 时 28 分始全国人民默哀三分钟, 以表达对“5·12”地震中遇难同胞的沉重悼念. 请指出文中的时间与时刻.

学点2 位移和路程

(1) 路程: 质点的实际运动路径的长度, 路程只有大小, 其单位就是长度的单位.

(2) 位移: 从初位置到末位置的有向线段. 线段的长度表示位移的大小, 有向线段的指向表示位移的方向.

(3) 位移与路程的区别和联系

① 位移是描述质点位置变化的物理量, 既有大小又有方向, 是矢量, 是从起点 A 指向终点 B 的有向线段, 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, 位移通常用字母“x”表示, 它是一个与路径无关, 仅由初、末位置决定的物理量.

② 路程是质点运动轨迹的长度, 它是标量, 只有大小, 没有方向. 路程的大小与质点的运动路径有关, 但它不能描述质点位置的变化. 例如, 质点环绕一周又回到出发点时, 它的路程不为零, 但其位置没有改变, 因而其位移为零.

③ 由于位移是矢量, 而路程是标量, 所以位移不可能和路程相等; 但位移的大小有可能和路程相等, 只有质点做单向直线运动时, 位移的大小才等于路程, 否则, 路程总是大于位移的大小. 在任何情况下, 路程都不可能小于位移的大小.

④ 在规定正方向的情况下, 与正方向相同的位移取正值, 与正方向相反的位移取负值, 位移的正负不表示大小, 仅表示方向, 比较两个位移大小时, 只比较两个位移的绝对值.

【例2】在 2008 年北京奥运会上, 甲、乙两运动员分别参加了在主体育场举行的 400 m 和 100 m 田径决赛, 且两人都是在最内侧跑道(跑道为 400 m 每圈)完成了比赛, 则两人在各自的比赛过程中通过的位移大小 $x_{甲}$ 、 $x_{乙}$ 和通过的路程大小 $x_{甲}'$ 、 $x_{乙}'$ 之间的关系是 ()

- A. $x_{甲} > x_{乙}$, $x_{甲}' < x_{乙}'$ B. $x_{甲} < x_{乙}$, $x_{甲}' > x_{乙}'$
C. $x_{甲} > x_{乙}$, $x_{甲}' > x_{乙}'$ D. $x_{甲} < x_{乙}$, $x_{甲}' < x_{乙}'$

【答案】B

【解析】甲位移为 0, 路程为 400 m, 乙的位移为 100 m, 路程为 100 m, 故 B 正确.

【点评】400 m 为绕跑道一周, 而 100 米为直道.

对应训练 2

中学的垒球场的内场是一个边长为 16.77 m 的正方形,在它的四个角分别设本垒和一、二、三垒,如图所示。一位球



员击球后,由本垒经一垒、二垒跑到三垒。他运动的路程是多大?位移是多大?位移的方向如何?

学点 3 矢量和标量

- (1) 矢量:既有大小又有方向的物理量。如位移等。
- (2) 标量:只有大小没有方向的物理量。如质量、温度等。
- (3) 矢量和标量的区别

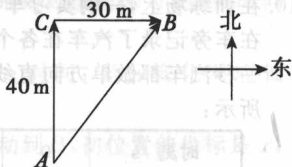
① 矢量是有方向的。如在描述一个物体的位置时,只是说明该物体离我们所在处的远近,而不指明方向,就无法确定物体究竟在何处。标量没有方向,如说一个物体的质量时,只需知道质量是多大就行了,无方向可言。

② 标量相加时,只需按算术加法的法则运算就行了。矢量则不然,不能直接相加减。

【例 3】一位同学从操场中心 A 出发,向北走了 40 m,到达 C 点,然后又向东走了 30 m,到达 B 点。用有向线段表明他第一次、第二次的位移和两次行走的合位移(即代表他的位置变化的最后结果的位移),三个位移的大小各是多少?

【答案】40 m 30 m 50 m

【解析】如图所示,有向线段 AC 表示第一次的位移,有向线段 CB 表示第二次的位移,有向线段 AB 表示两次行走的合位移,因为在行走过程中,位置变化的最后结果是从 A 到 B,其大小分别是 $\overline{AC} = 40 \text{ m}$, $\overline{CB} = 30 \text{ m}$, $\overline{AB} = 50 \text{ m}$ 。



对应训练 3

一质点在 x 轴上运动,各个时刻的位置坐标如下表,则此质点开始运动后

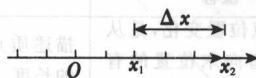
t/s	0	1	2	3	4	5
x/m	0	5	-4	-1	-7	1

- (1) 几秒内位移最大 ()
 - A. 1 s
 - B. 2 s
 - C. 3 s
 - D. 4 s
 - E. 5 s
- (2) 第几秒内位移最大 ()
 - A. 1 s
 - B. 2 s
 - C. 3 s
 - D. 4 s
 - E. 5 s
- (3) 几秒内路程最大 ()
 - A. 1 s
 - B. 2 s
 - C. 3 s
 - D. 4 s
 - E. 5 s
- (4) 第几秒内路程最大 ()

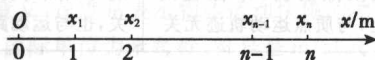
- A. 1 s
- B. 2 s
- C. 3 s
- D. 4 s
- E. 5 s

学点 4 直线运动的位置和位移

如果物体做的是直线运动,运动中的某一时刻对应的是物体处在某一位置,如果是一段时,对应的是这段时间内物体的位移。可建立一维坐标系来描述物体的位置和位移,如图,物体在时刻 t_1 处于“位置” x_1 ,在时刻 t_2 运动到“位置” x_2 ,那么, $x_2 - x_1$ 就是物体的“位移”,记为 $\Delta x = x_2 - x_1$,可见,物体位置的变化可用位移来表示。



【例 4】将做直线运动的质点的位置变化描述在如图所示的坐标轴上, $x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, x_n$ 分别为质点在第 1 s 末,第 2 s 末,……、第 (n-1) s 末,第 n s 末的位置坐标,那么下列说法中正确的是 ()



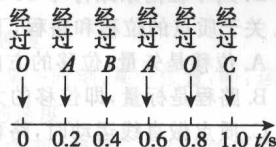
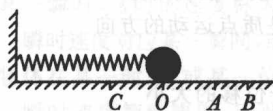
- A. $O \sim x_2$ 为第 2 s 内的位移
- B. $O \sim x_n$ 为第 (n-1) s 内的位移
- C. $x_2 \sim x_n$ 为第 2 s 内的位移
- D. $x_{n-1} \sim x_n$ 为第 n s 内的位移

【答案】D

【解析】 $O \rightarrow x_1$ 即 Ox_1 为第 1 s 内的位移, $x_1 \rightarrow x_2$ 为第 2 s 内的位移, $x_{n-1} \rightarrow x_n$ 为第 n s 内的位移,选项 D 正确。 Ox_2 为前 2 s 内的位移,同样, Ox_n 为前 n s 内的位移,选项 A、B、C 错误。

对应训练 4

如图甲所示,一根细长的弹簧系着一个小球,放在光滑的桌面上。手握小球把弹簧拉长,放手后小球便左右来回运动, B 为小球向右到达的最远位置。小球向右经过中间位置 O 时开始计时,其经过各点的时刻如图乙所示。若测得 $OA = OC = 7 \text{ cm}$, $AB = 3 \text{ cm}$,则自 0 时刻开始:



- (1) 0.2 s 内小球发生的位移大小是 _____, 方向向 _____, 经过的路程是 _____。
- (2) 0.6 s 内小球发生的位移大小是 _____, 方向向 _____, 经过的路程是 _____。
- (3) 0.8 s 内小球发生的位移是 _____, 经过的路程是 _____。
- (4) 1.0 s 内小球发生的位移大小是 _____, 方向向 _____, 经过的路程是 _____。

合作讨论

1. 时间和时刻的区别

【提示】通常所说的“时间”有两种不同的含义。例如“上午什么时间开始上课?”在这句话中,“时间”的含义是“时刻”。“一节课有多长时间?”在这里“时间”的含义是“时间间隔”,是指从开始上课到下课的那一段时间间隔。时间间隔与时刻的关系是:时间间隔 = 终止时刻 - 开始时刻,在时间轴

上,每一点都表示一个时刻,每两点间线段的长度表示一段时间间隔。

在运动学中,通常所说的“几秒内”“第几秒内”都表示一段时间(即时间间隔),而“第几秒末”“第几秒初”表示的是时刻。对此,我们一定要区别清楚。一般地,物体在运动过程中,每一时刻都有一定的对应位置,而一定的时间间隔则对应于一段位移。

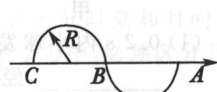
2. 位移与路程的区别和联系

【提示】

		位移	路程
区别	意义	描述质点位置变化,是从初位置指向末位置的有向线段	描述质点实际运动轨迹的长度
	矢量	矢量,有大小,也有方向,由初位置指向末位置	标量,有大小,无方向
	大小	由质点的初、末位置决定,与质点运动轨迹无关	既与质点的初、末位置有关,也与运动路径有关
联系		① 都是描述质点运动的空间特征 ② 都是过程量 ③ 一般来说,位移的大小不等于路程,在一个运动过程中,位移的大小不大于相应的路程,只有质点做单向直线运动时,位移的大小才等于路程	

精题大比拼

基础训练

- 一列火车从上海开往北京,下列叙述中,_____指的是时刻,_____指的是时间。
 A. 早6时10分,列车从上海站出发
 B. 列车一共运行了12 h
 C. 列车在9时45分到达南京站
 D. 列车在南京站停车10 min
- 关于质点的位移和路程,下列说法中正确的是 ()
 A. 位移是矢量,位移的方向就是质点的运动方向
 B. 路程是标量,即位移的大小
 C. 质点做直线运动时,路程等于位移的大小
 D. 位移的大小不会比路程大
- 一个质点沿两个半径为 R 的半圆弧由 A 经 B 到达 C (如图所示),在此过程中,它的位移和路程分别为 ()

 A. $4R, 2\pi R$ B. $4R, -2\pi R$
 C. $-4R, 2\pi R$ D. $-4R, -2\pi R$
- 一质点在 x 轴上运动,其位置坐标如表:

t/s	0	1	2	3	4	5
x/m	2	0	-4	-1	-7	6

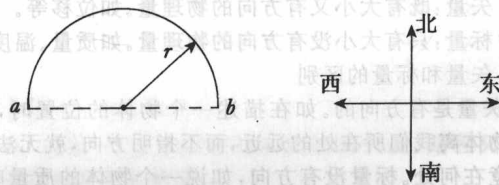
- 该质点前2 s 的位移大小是 _____, 方向是 _____。
- 该质点第3 s 的位移大小是 _____, 方向是 _____。
- 该质点5 s 内的总位移大小是 _____, 方向是 _____。

能力提升

- 下列哪种情况下指的是位移 ()
 A. 机动车里程表上所显示的千米数
 B. 标准田径场跑道的周长是400 m
 C. 乘火车或飞机由北京到上海的直线距离约为1 080 km
 D. 计量跳远运动员的比赛成绩
- 以下的计时数据指时间间隔的是 ()
 A. 从北京开往广州的火车预计10时到站
 B. 1997年7月1日零时中国对香港恢复行使主权
 C. 某人百米跑的成绩是13 s
 D. 某场足球赛开赛15 min时甲队攻入一球
- 小球从距地面5 m 高处落下,被地面反向弹回后,在距地面2 m 高处被接住,则小球从高处落下到被接住这一过程中通过的路程和位移的大小分别是 ()
 A. 7 m, 7 m B. 5 m, 2 m C. 5 m, 3 m D. 7 m, 3 m

拓展创新

- 如图所示,某质点沿半径为 r 的半圆弧由 a 点运动到 b 点。则它通过的位移和路程分别是 ()



- 关于位移和路程的下列说法中,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等,但它们的位移可能相同
 D. 物体通过的路程不等于零,其位移也不等于零
- 在训练场上,一辆实习车在沿规定好的场地行驶,教练员在车旁记录了汽车在各个时刻所在的位置情况(假设在每一秒汽车都做单方向直线运动),其时刻对应位置如下表所示:

时刻/s	0	1	2	3	4
位置坐标/m	0	10	-8	-2	-14

根据教练员记录的数据请找出:

- 几秒内位移最大;
- 第几秒内的位移最大;
- 第几秒内的路程最大。

学案 3 运动快慢的描述——速度

预习大热身

1. 物体沿直线运动,以直线为 x 坐标轴,物体的位置可以用 来表示,物体位移可以通过 来表示,即 $\Delta x = x_2 - x_1$ 。
2. 叫速度,公式 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 。
3. 叫瞬时速度。
4. 叫速率。

学点大清仓

自主学习

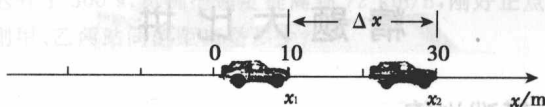
学点1 坐标和坐标的变化量

坐标和坐标变化量的物理意义:

在坐标系中,某点的数值为坐标。

在坐标系中,某两点的数值差为坐标的变化量,对应时间的差值叫时间的变化量。

如图所示,汽车的坐标 $x_1 = 10 \text{ m}$, $x_2 = 30 \text{ m}$,在该过程中坐标的变化量 $\Delta x = x_2 - x_1 = 30 \text{ m} - 10 \text{ m} = 20 \text{ m}$ 。



若 t_1 时刻对应坐标为 x_1 , t_2 时刻对应坐标为 x_2 ,则时间的变化量 $\Delta t = t_2 - t_1$ 。

时刻:对应坐标轴上的一点;时间:坐标变化对应轴上一段。

【例1】如图所示,一个物体从 A 运动到 B,初位置的坐标是 $x_A = 3 \text{ m}$,末位置的坐标是 $x_B = -2 \text{ m}$,它的坐标变化量 Δx 等于多少?位移是多少?



【答案】 $\Delta x = -5 \text{ m}$ 位移的大小为 5 m ,方向沿 x 轴负方向

【解析】当物体做直线运动时其位移的方向仅有两种可能,如果设其中某一方向为正方向,则另一方向为负方向,这样我们就可以用“+”“-”号来表示位移的方向,就可以用代数运算的法则来计算了。

$\Delta x = x_B - x_A = [(-2) - 3] \text{ m} = -5 \text{ m}$, Δx 为坐标变化量,也就是物体的位移,其大小为 5 m ,位移是负值,表示位移的方向沿 x 轴的负方向。

【点评】时刻:对应坐标轴上的一点;时间:坐标变化对应轴上一段。

对应训练 1

一物体在一水平桌面上某时刻从 M 点开始向东运动了 3 m ,接着又向北运动了 4 m ,那么此过程中,位移的大小是 m 。

学点2 速度

(1) 定义:速度 v 等于物体运动的位移 Δx 跟发生这段位移所用的时间 Δt 的比值。

(2) 公式: $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 或 $v = \frac{x}{t}$

(3) 物理意义:速度是表示物体运动快慢的物理量。

(4) 单位:国际单位为米每秒,符号是 m/s (或 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$),常用单位还有:千米每小时 (km/h 或 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$),厘米每秒 (cm/s 或 $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$) 等。

(5) 速度是矢量,它的方向就是物体运动的方向。

学点3 平均速度和瞬时速度

(1) 平均速度:在变速直线运动中,物体在某段时间内的位移跟发生这段位移所用时间的比值,叫做这段位移(或这段时间)的平均速度 (average velocity),即 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$,单位是“ m/s ”。它是矢量,其方向跟位移 Δx 的方向相同。

平均速度的意义在于能粗略地描述变速运动的快慢。

注意:对变速直线运动来说,不同时间内(或不同位移上)的平均速度的值可能不一样。

(2) 瞬时速度

在公式 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 中,如果时间 Δt 非常小,接近于零,表示的是某一瞬时,这时的速度称为瞬时速度。

瞬时速度对应某一瞬间,或者说某一时刻,某一位置,即:运动物体在某一时刻(或某一位置)的速度。

瞬时速度简称速度,因此以后碰到“速度”一词,如果没有特别说明均指瞬时速度。

【例2】某物体沿一条直线运动,(1)若前一半时间内的平均速度为 v_1 ,后一半时间内的平均速度为 v_2 ,求全程的平均速度;(2)若前一半位移的平均速度为 v_1 ,后一半位移的平均速度为 v_2 ,全程的平均速度又是多少?

【答案】(1) $\frac{1}{2}(v_1 + v_2)$ (2) $\frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2}$

【解析】(1) 设全程所用的时间为 t ,则由平均速度的定义知前一半时间 $\frac{t}{2}$ 内的位移为 $\Delta x_1 = v_1 \frac{t}{2}$ 。

后一半时间 $\frac{t}{2}$ 内的位移为 $\Delta x_2 = v_2 \frac{t}{2}$ 。

全程时间 t 的位移为 $\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = (v_1 + v_2) \frac{t}{2}$ 。

全程的平均速度为 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1}{2}(v_1 + v_2)$ 。

(2) 设全程位移为 x ,由平均速度定义知

前一半位移所用时间为 $\Delta t_1 = \frac{\Delta x}{2} / v_1 = \frac{\Delta x}{2v_1}$,

后一半位移所用时间为 $\Delta t_2 = \frac{\Delta x}{2} / v_2 = \frac{\Delta x}{2v_2}$,

全程所用时间为 $\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 = \frac{\Delta x}{2v_1} + \frac{\Delta x}{2v_2}$

$$= \frac{\Delta x(v_1 + v_2)}{2v_1 v_2}.$$

全程的平均速度为 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}$.

对应训练 2

北京体育大学青年教师张健,2000年8月8日8时整,从旅顺老铁山南岬角准时下水,于8月10日22时抵达蓬莱阁东沙滩,游程 123.58 km,直线距离 109 km,不借助任何漂浮物横渡了渤海海峡,创造了男子横渡海峡最长距离的世界纪录。试求:

- (1)在这次横渡海峡中,张健游泳的平均速率和每游 100 m 约需的时间分别是多少?
- (2)在这次横渡中,张健游泳的平均速度又是多少?

学点 4 速度和速率

(1)定义:运动物体经过某一时刻(或某一位置)的速度,叫瞬时速度,常称为速度;瞬时速度的大小叫瞬时速率,有时简称速率。

(2)物理意义:精确描述物体运动快慢。

(3)瞬时速度是矢量,其方向与物体经过某一位置时的运动方向相同,瞬时速率是标量。

【例3】下列所说的速度中,哪些是平均速度?哪些是瞬时速度?

- (1)百米赛跑的运动员以 9.5 m/s 的速度冲过终点线;
- (2)经过提速后列车的速度达到 150 km/h;
- (3)由于堵车,车在隧道内的速度仅为 1.2 m/s;
- (4)返回地面的太空舱以 8 m/s 的速度落入太平洋中;
- (5)子弹以 800 m/s 的速度撞击在墙上。

【答案】(1)9.5 m/s 是瞬时速度 (2)150 km/h 是平均速度 (3)1.2 m/s 是平均速度 (4)8 m/s 是瞬时速度 (5)800 m/s 是瞬时速度

【解析】瞬时速度表示物体在某一时刻(或某一位置)运动的快慢;平均速度表示物体在某一时间内或在某一过程中运动的快慢。

对应训练 3

对于变速直线运动的物体有如下几种叙述,其中表示平均速度的是 _____,表示瞬时速度的是 _____。

- 物体在第 1 s 内的速度是 3 m/s
- 物体在第 1 s 的速度是 3 m/s
- 物体在通过其路径上某一点的速度为 3 m/s

D.物体在通过一段位移 x 时的速度为 3 m/s

合作讨论

1. 平均速度与瞬时速度的区别

【提示】平均速度就是物体一段时间内位置变化平均快慢的量度。而瞬时速度是物体运动过程中某个瞬间运动的快慢的量度。

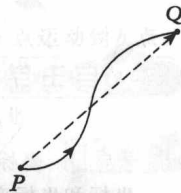
同一个变速直线运动,平均速度的大小与所选取的那段位移(或那段时间)有关系。所以求平均速度时,要弄清楚是哪段位移上(或哪段时间内)的平均速度,回答平均速度时也要说清楚是在哪段位移上(或哪段时间内)的平均速度。

瞬时速度能精确描述物体的运动快慢程度。它可以这样理解,在运动时间 $\Delta t \rightarrow 0$ 时的平均速度。

$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 的极限为某一时刻(或某一位置)的瞬时速度,所以它反映物体的运动更精确。

2. 速度与速率的区别

【提示】瞬时速度的大小叫瞬时速率。但是平均速度的大小与平均速率就是完全不同的两个概念。例如,如图所示:物体沿曲线由 P 至 Q 点,位移 $PQ = 60$ m,路程 $\widehat{PQ} = 80$ m, $\Delta t = 10$ s,则



平均速度 $v = \frac{PQ}{\Delta t} = 6$ m/s

平均速率 $v_{\#} = \frac{\widehat{PQ}}{\Delta t} = 8$ m/s

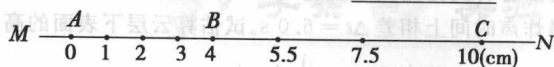
只有物体做单向的直线运动时,平均速度的大小才和平均速率相等。生活中提及的“速度”多数情况下都是指平均速率。

精题大比拼

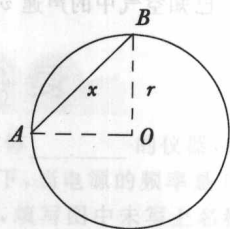
基础训练

- 有关瞬时速度、平均速度、平均速率,以下说法中正确的是 ()
 - 瞬时速度是指物体在某一位置或某一时刻的速度
 - 平均速度是物体在一段时间内位移与所用时间的比值
 - 做变速运动的物体,平均速率就是平均速度的大小
 - 物体做变速运动时,平均速度是指物体通过路程与所用时间的比值
- 电气列车在一段长 180 km 的直线路段上行驶,平均速度是 90 km/h,则以下说法中正确的是 ()
 - 列车通过这一路段所用的时间一定是 2 h
 - 列车在这一路段上,处处以 90 km/h 的速度行驶
 - 如果列车行驶 135 km,则所用时间一定是 1.5 h
 - 在这段线路上的任一位置,列车的速度总不会大于 90 km/h
- 物体通过两个连续相等位移的平均速度分别为 $v_1 = 10$ m/s, $v_2 = 15$ m/s,则物体在整个运动过程中的平均速度是 ()
 - 13.75 m/s
 - 12.5 m/s
 - 12 m/s
 - 11.75 m/s
- 如图所示,质点沿直线 MN 运动,从过 A 点开始计时,每隔 0.5 s 记录一次小球的位置(用图中黑点表示)。从图中可以看出,质点在 AB 段做 _____ 运动,速度 _____

大小是 cm/s;质点在 BC 段做 运动,在 BC 段的平均速度是 cm/s;在整个 AC 段的平均速度是 cm/s。



5. 如图所示,一质点沿半径为 $r = 20$ cm 的圆周自 A 点出发,逆时针运动 2 s,运动 $\frac{3}{4}$ 圆周到达 B 点,求:



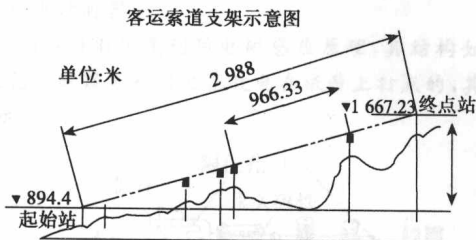
- (1) 质点的位移和路程;
- (2) 质点的平均速度大小。

能力提升

6. 汽车以 36 km/h 的速度从甲地匀速运动到乙地用了 2 h,如果汽车从乙地返回甲地仍做匀速直线运动用了 2.5 h,那么汽车返回时的速度为(设甲、乙两地在同一直线上) ()
 - A. -8 m/s
 - B. 8 m/s
 - C. -28.8 km/h
 - D. 28.8 km/h
7. 从青岛飞往济南的客机在空中做匀速直线运动,某学校的实验小组成员在飞机上测量飞机运动的位移随时间的变化关系,经测量发现:飞机飞行 10^4 m 所用时间为 50 s。已知两机场的距离为 360 km,则该客机需要 s 将降落在济南机场。
8. 火车从甲站到乙站正常行驶的速度是 60 km/h,现在由于迟开了 300 s,司机把速度提高到 72 km/h,刚好正点到站,则甲、乙两站间的距离是多少?

拓展创新

10. 客车运能是指一辆客车单位时间最多能够运送的人数。某景区客运索道的客车容量为 50 人/车,它从起始站运行至终点站(下图)单程用时 10 分钟。该客车运行的平均速度和每小时的运能约为 ()



- A. 5 米/秒,300 人
- B. 5 米/秒,600 人
- C. 3 米/秒,300 人
- D. 3 米/秒,600 人

11. 如图所示,某测量员是这样利用回声测量距离的:他站在两平行峭壁间某一位置鸣枪,经过 1.00 s 第一次听到回声,又经过 0.50 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。
12. 火车第四次提速后,出现了“星级列车”,从其中的 T14 次列车时刻表可知,列车在蚌埠至济南区间段运行过程中的平均速率为 km/h。

T14 次列车时刻表

停靠站	到达时刻	开车时刻	里程(km)
上海	...	18:00	0
蚌埠	22:26	22:34	484
济南	03:13	03:21	966
北京	08:00	1463

13. 一列一字形队伍长 120 m,匀速前进,通讯员 C 以恒定的速率由队尾 B 走到队首 A,又立刻走回队尾 B,这过程中队伍前进了 288 m.求通讯员在这过程中所走的路程。

1. 对打点计时器的认识

(1) 电磁打点计时器,它是一种记录运动物体在一定时间内运动位移的工具。当接通 4V 以下低压交流电源时,线圈和永久磁铁的作用下,磁针上下振动,带动复写纸片,在复写纸上打出一系列点。当纸带运动时,复写纸片就在复写纸上打出一系列点。打出的点迹,每隔 0.02s 打一次点。

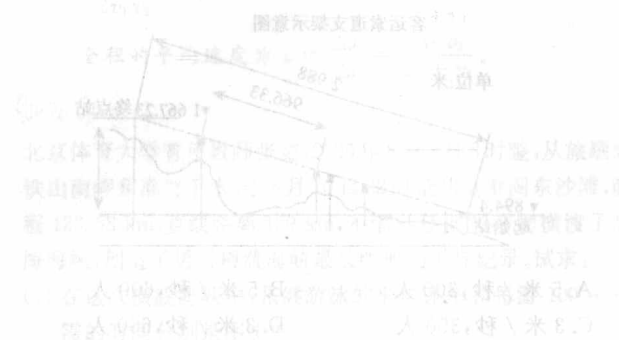
(2) 电火花计时器,它是利用火花放电在纸带上打点。工作时,纸带运动时受到阻力小,比电磁打点计时器实验误差小。

(4) 打在纸带上的点,记录了纸带运动的时间。如果把纸带跟物体连在一起,纸带上的点就相应地表示物体在不同时刻的位置。

说明:电磁打点计时器和电火花计时器的原理不一样。

14. 一木排顺河水漂流,木排通过一码头时,一艘摩托艇正好经过此码头向下游距码头 $x_1 = 15 \text{ km}$ 的村庄驶去,经过 0.75 h 到达村庄后立即返回,又在距村庄 $x_2 = 9 \text{ km}$ 处遇到木排,求河水的流速 v_1 和艇在静水中的速度 v_2 的大小。

15. 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: 设河水的流速为 v_1 , 艇在静水中的速度为 v_2 .
 木排顺水漂流, 速度为 v_1 .
 摩托艇顺水而下, 速度为 $v_1 + v_2$.
 摩托艇逆流而上, 速度为 $v_2 - v_1$.
 摩托艇从码头到村庄的时间为 $t_1 = \frac{x_1}{v_1 + v_2}$.
 摩托艇从村庄返回的时间为 $t_2 = \frac{x_2}{v_2 - v_1}$.
 摩托艇往返的总时间为 $t = t_1 + t_2 = 0.75 \text{ h}$.
 木排从码头到相遇点的距离为 x_2 , 所用时间为 t , 故 $x_2 = v_1 t$.
 联立以上方程, 解得 $v_1 = 10 \text{ km/h}$, $v_2 = 20 \text{ km/h}$.

路程 (km)	平均速度 (km/h)	位移 (km)	加速度 (m/s ²)
0	18.00	0	0
180	25.71	180	0
300	25.71	300	0

解: 设物体在 t_1 时间内通过的位移为 x_1 , 在 t_2 时间内通过的位移为 x_2 .
 物体在 t_1 时间内的平均速度为 $v_1 = \frac{x_1}{t_1}$.
 物体在 t_2 时间内的平均速度为 $v_2 = \frac{x_2}{t_2}$.
 物体在 $t_1 + t_2$ 时间内的平均速度为 $v = \frac{x_1 + x_2}{t_1 + t_2}$.
 由题意可知 $v_1 = 10 \text{ m/s}$, $v_2 = 15 \text{ m/s}$.
 代入公式, 解得 $v = 12 \text{ m/s}$.

解: 设云层下表面的高度为 h .
 爆炸声直接传到观测者的时间为 $t_1 = \frac{d}{v}$.
 爆炸声经云层反射传到观测者的时间为 $t_2 = \frac{\sqrt{d^2 + h^2}}{v} + \frac{h}{v}$.
 由题意可知 $t_2 - t_1 = \Delta t = 6.0 \text{ s}$.
 代入数据, 解得 $h = 3.0 \text{ km}$.

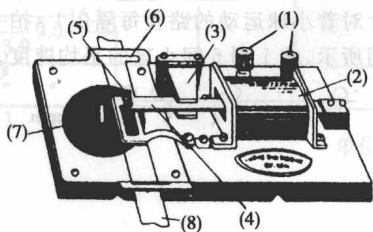
- 有关瞬时速度、平均速度, 下列说法中正确的是 ()
 A. 瞬时速度是物体在某一点或某一位置时的速度
 B. 平均速度是物体在某段时间内位移与所用时间的比值
 C. 做变速运动的物体, 平均速度就是平均速率的大小
 D. 物体做变速运动时, 平均速度是指物体通过路程与所用时间的比值
- 电气列车在一段长 100 km 的线路上行驶, 列车速度是 90 km/h . 下列说法中正确的是 ()
 A. 列车通过这段线路的平均速度一定是 90 km/h
 B. 列车通过这段线路的平均速度一定是 45 km/h
 C. 列车通过这段线路的平均速度一定是 135 km/h
 D. 在这段线路上的任一位置, 列车的速度一定是 90 km/h
- 物体通过两个连续相等位移的平均速度分别为 $v_1 = 10 \text{ m/s}$, $v_2 = 15 \text{ m/s}$, 则物体在这两个位移过程中的平均速度是 ()
 A. 12 m/s B. 13 m/s
 C. 14 m/s D. 15 m/s
- 物体做匀变速直线运动, 从 A 点开始计时, 每隔 0.2 s 记录一次物体的位置 (用图中黑点表示). 从图中可以看出, 物体在 A 点的速度是 0 m/s , 运动, 速度

学案 4 实验：用打点计时器测速度

预习大热身

1. 电磁打点计时器是一种记录运动物体_____的仪器,它使用_____,工作电压在 6 V 以下,当电源的频率是 50 Hz 时,它每隔_____打一个点,填写图中未写上名称的部位:

- (1) _____; (2) _____; (3) _____;
 (4) _____; (5) _____; (6) _____;
 (7) _____; (8) _____。



2. 电火花计时器的原理与上相同,只是在纸带上打点的不是振针和复写纸,而是_____和_____。

3. 图象是表示变化规律的好方法,描述_____的图象叫做速度—时间图象或 $v-t$ 图象。

学点大清查

自主学习

学点 1 电磁打点计时器和电火花计时器

1. 对打点计时器的认识

(1) 电磁打点计时器:它是一种记录运动物体在一定时间间隔内位移的仪器。当接通 6 V 以下低压交流电源时,在线圈和永久磁铁的作用下,振片便上下振动起来,位于振片一端的振针就跟着上下振动而打点,这时,如果纸带运动,振针就在纸带上打出一系列点,当交流电源频率为 50 Hz 时,它每隔 0.02 s 打一点,即打出的纸带上每相邻两点间的时间间隔为 0.02 s。

(2) 电火花计时器:它是利用火花放电在纸带上打出小点而显示点迹的计时仪器。当接通 220 V 交流电源,按下脉冲输出开关时,计时器发出的脉冲电流经接正极的放电针、墨粉纸盘到接负极的纸盘轴,产生火花放电,于是在运动纸带上就打出一系列点迹。当电源频率为 50 Hz 时,它也是每隔 0.02 s 打一次点,即打出的纸带上每相邻两点间的时间间隔也是 0.02 s。

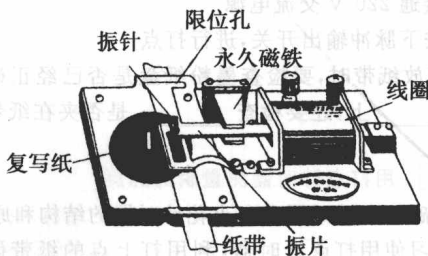
(3) 电火花计时器工作时,纸带运动时受到阻力小,比电磁打点计时器实验误差小。

(4) 打在纸带上的点,记录了纸带运动的时间,如果把纸带跟物体连在一起,纸带上的点就相应地表示出运动物体在不同时刻的位置。

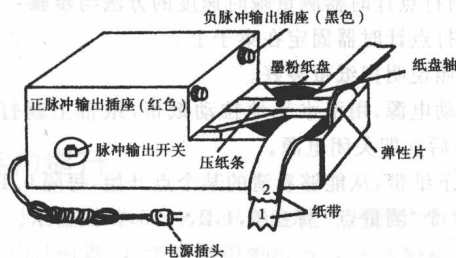
说明:电磁打点计时器和电火花计时器的原理基本一

样,打点的时间间隔都是 0.02 s,所以今后的叙述中不再区分,统称打点计时器。

电磁打点计时器是利用电磁感应原理,其结构如图甲所示;电火花计时器是利用火花放电在纸带上打点的,其结构如图乙所示。



甲



乙

2. 打点计时器的使用

实验步骤

- (1) 把打点计时器固定在桌子上,按照要求装好纸带。
- (2) 打点计时器接交流电源。
- (3) 接通电源,用手水平地拉动纸带,纸带上就打出了一行小点,随后立即关闭电源。
- (4) 取下纸带,从能看得清的某个点数起,数一数纸带上共有多少个点,如果共有 n 个点,那么点子的间隔数为 $n-1$ 个,则纸带的运动时间 $t = 0.02(n-1)$ s。
- (5) 用刻度尺测量一下从开始计数的一点到最后一点 n 间的距离。
- (6) 利用公式 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 计算出纸带在这段时间内的平均速度。

说明:① 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。

② 在使用前应了解它的结构,在使用时要遵照操作规程。

【例 1】电磁打点计时器是一种使用_____电源的计时仪器,它的工作电压是_____V,当电源频率是 50 Hz 时,它每隔_____s 打一次点。使用打点计时器时,纸带应穿过_____,复写纸应套在_____上,并要放在纸带的_____面;应把_____电源用导线接在_____上;打点时应先_____,再让纸带运动。

【答案】交流 低于 6 0.02 限位孔 定位轴 上 低压交流 接线柱 接通电源

【解析】电磁打点计时器是一种测量时间的仪器,使

用低于 10 V 低压交流电源,它每隔一个周期打一个点,因此纸带上的两个点之间的时间间隔为交流电的周期,使用打点计时器时,纸带应穿过限位孔,复写纸套在定位轴上,打点时要先接通电源再让纸带运动。

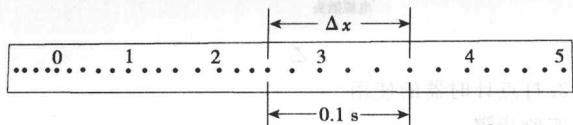
对应训练 1

使用电火花计时器分析物体运动情况的实验中:

- (1) 在如下基本步骤中,正确的排列顺序为_____。
- 把电火花计时器固定在桌子上
 - 安放纸带
 - 松开纸带让物体带着纸带运动
 - 接通 220 V 交流电源
 - 按下脉冲输出开关,进行打点
- (2) 在安放纸带时,要检查墨粉纸盘是否已经正确地套在_____上,还要检查_____是否夹在纸带之间。

学点 2 用打点计时器测量瞬时速度

- 电磁打点计时器和电火花计时器的结构和原理。
- 练习使用打点计时器,利用打上点的纸带研究物体的运动情况。
- 用打点计时器测量瞬时速度的方法与步骤:
 - 把打点计时器固定在桌子上。
 - 按照说明把纸带装好。
 - 启动电源,用手水平地拉动纸带,纸带上就打出一系列的点。随后立即关闭电源。
 - 取下纸带,从能够看清的某个点开始,每隔 0.1 s,即每 5 个点取 1 个“测量点”标出 0,1,2,⋯,5,如图所示。



⑤ 根据 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 计算出 0,1,2,⋯,5 各点附近的平均速度,把它当作计时器打下这些点时的瞬时速度,并记入下表中,点 0 作为计时起点, $t = 0$,便可看出手拉纸带运动的速度变化情况。

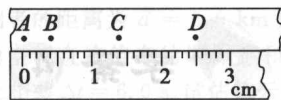
位置	0	1	2	3	4	5
时刻(t/s)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
瞬时速度($v/m \cdot s^{-1}$)						

说明:① 在使用电磁打点计时器时把纸带穿过限位孔,把复写纸片压在纸带上,在使用电火花计时器时,把墨粉纸盘套在纸盘轴上。

- 使用时,必须先通电,再拉动纸带。
- 测量瞬时速度在选择测量点 0,1,2,⋯,5 时,每隔 0.1 s 选择一个较好,方便计算;在选择位移 Δx 时,应包含上面这个点的一段位移。
- 用平均速度 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 代替测量点的瞬时速度,选取的 Δx 越小(即 Δt 越短),平均速度越接近瞬时速度,误差越小。

【例 2】打点计时器所用电源的频率为 50 Hz,某次实验中得到的一条纸带,用毫米刻度尺测量情况如图所示,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。

_____ m/s, B 点的瞬时速度更接近于 _____ m/s。



【答案】0.35 0.42 0.35

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

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

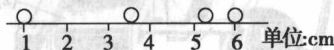
$$v_{AC} = \frac{0.014}{2 \times 0.02} \text{ m/s} = 0.35 \text{ m/s},$$

$$v_{AD} = \frac{0.025}{3 \times 0.02} \text{ m/s} = 0.42 \text{ m/s},$$

B 点的瞬时速度更接近于 0.35 m/s。

对应训练 2

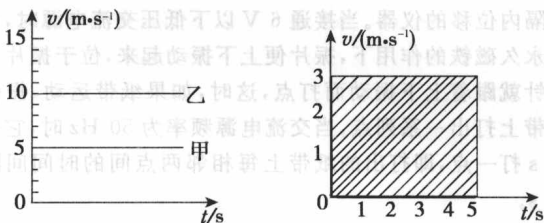
用同一底片对着小球运动的路径每隔 0.1 s 拍一次照,得到的照片如图所示。求 1 到 6 间小球的平均速度。



学点 3 用图象表示速度

以速度 v 为纵轴,时间 t 为横轴建立直角坐标系,根据用打点计时器测出的各时刻的瞬时速度值,用描点法在坐标系中描出各个点,再用平滑的曲线将各点连接起来,就得到一条能反映速度随时间变化关系的图线,描述速度 v 与时间 t 关系的图象,叫做速度—时间图象或 $v-t$ 图象。

说明:① 匀速直线运动的图象是一条平行于 t 轴的直线。匀速直线运动的速度大小和方向都不随时间变化,其 $v-t$ 图象如图(1)所示。



(1)

② 从匀速直线运动的 $v-t$ 图象不仅可以看出速度的大小,而且可以求出位移,据位移公式 $x = vt$,在速度图象中就对应着边长分别为 v 和 t 的一块矩形面积(图(2)中画斜线的部分)。

③ 从 $v-t$ 图上可以直观地看出速度随时间的变化情况。

【例 3】在研究物体做变速直线运动的实验中,根据实验数据算出了物体在各不同时刻的瞬时速度如下表

测量点序号	0	1	2	3	4	5
对应时刻(t/s)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
瞬时速度(cm/s)	44.0	62.0	81.0	100.0	110.0	168.0