

前言

同学们，从现在起，这本书将成为你们的好朋友，帮你们学好物理.

本书根据国家教育部最新制定的《普通高中物理课程标准（实验）》和人民教育出版社出版的《普通高中课程标准实验教科书·〈物理（必修 1）〉》进行编写，与课本同步，体现新课程改革的精神，对高中《物理（必修 1）》部分的内容进行了精心的归纳和整合.

本书以使读者能达到“知识内化，能力提高，主动探究，学会学习”为目的. 力求能使读者深入理解知识，培养综合素养，提高学习能力.

本书精心准备的栏目如下：

思想火花：好好体会一下物理学家的名言，有时会对学习物理知识有一种醍醐灌顶的感觉.

探究目标：了解新的课程标准对知识与技能、过程与方法、情感态度价值观的要求，能更好地把握知识的深度和广度，能更好地按照新的课程标准来全面提升自己的知识和能力.

探究指导：通过“物理宫殿”和“探究体验”栏目将基础知识和动手实践能力达到完美结合.

物理宫殿　对新的课程标准所要求的知识内容进行归纳和再现，对物理概念的内涵和外延做出精要阐述；对每一节内容的重点和难点深入分析，突破重点和难点；通过大量精选例题的详细分析，让学生对知识的领悟更到位，对物理规律的应用更灵活，让学生的思维能力得以提高.

探究体验　新的课程标准对学习过程中的探究能力培养是新课程改革的一大要求. 不会探究就不能真正做到对知识的深刻理解，学习能力的提高就会成为空话. 提出探究性问题，形成自己解决问题的方案，并给出对问题的相关结论，探究能力才会有一个相当大的提高.

探究综合训练：物理学习离不开知识的夯实和能力的提高，这两方面都需要大量习题来进行训练和考查. 本书包括两部分习题“练一练，你会了吗？”和“想一想，如何探究？”两部分. 新的课程标准要求学生的视野要开阔，要有比较完善的知识背景. 而“读一读，你有何收获”这一栏目的设置旨在丰富学生的物理知识和扩充其知识面，并为其进一步的发展提供一个诱因.

课本习题解答以人教版的教材作为课程资源，会为学生的学习带来帮助.

本书的内容是编者多年物理教学经验，对新课程改革精神深入理解，对新的物理课程标准很好把握相结合的结晶.

相信本书会给你一个意外的惊喜！

限于作者水平，书中遗漏和不当之处，恳请同行和读者致函（Email：sdyccs@163.com）赐教，不胜感激！

编　者

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目录

第一章　运动的描述 …… (1)

1.1　质点　参考系和坐标系 …… (1)
1.2　时间和位移 …… (4)
1.3　运动快慢的描述——速度 …… (8)
1.4　实验:用打点计时器测速度 …… (11)
1.5　速度变化快慢的描述——加速度 …… (15)
本章小结 …… (19)
本章检测题 …… (21)

第二章　匀变速直线运动的研究 …… (23)

2.1　实验:探究小车速度随时间变化的规律 …… (23)
2.2　匀变速直线运动的速度与时间的关系 …… (28)
2.3　匀变速直线运动的位移与时间的关系 …… (33)
2.4　自由落体运动 …… (39)
2.5　伽利略对自由落体运动的研究 …… (44)
本章小结 …… (47)
本章检测题 …… (49)

第三章　相互作用 …… (51)

3.1　重力　基本相互作用 …… (51)
3.2　弹力 …… (56)
3.3　摩擦力 …… (60)
3.4　力的合成 …… (65)
3.5　力的分解 …… (71)
本章小结 …… (77)
本章检测题 …… (79)

第四章　牛顿运动定律 …… (82)

4.1　牛顿第一定律 …… (82)

4.2 实验 探究加速度与力、质量的关系 …… (87)
4.3 牛顿第二定律 …… (90)
4.4 力学单位制 …… (95)
4.5 牛顿第三定律 …… (99)
4.6 用牛顿定律解决问题(一) …… (104)
4.7 用牛顿定律解决问题(二) …… (111)
本章小结 …… (117)
本章检测题 …… (124)

参考答案与提示 …… (127)

课本习题答案 …… (139)



第一章　运动的描述

1.1　质点　参考系和坐标系



思想火花

不了解运动，就不了解自然.

——亚里士多德

物体的空间位置随时间的变化，是自然界中最简单、最基本的运动形态，人们称之为机械运动，它是自然界最为表象的特征. 要想了解自然界的规律必须由运动学入手，这就是我们为什么要首先学习运动学的原因.

探究目标

知识与技能

掌握描述物体运动的方法.

过程与方法

应用质点、参考系和坐标系的知识描述物体的运动，能进行合理地抽象.

情感、态度与价值观

体验物理学中建立理想化的“物理模型”的理性思维方式.

探究指导



知识要点呈现

1. 机械运动：物体的空间位置随时间的变化，称为机械运动.

2. 质点：在某些情况下，可以不考虑物体的大小和形状，突出“物体具有质量”这一要素，把它简化为一个有质量的点，称为质点.

3. 参考系：在描述一个物体的运动时，首先要选定某个其他物体做参考，观察物体相对于这个“其他物体”的位置是否随时间变化，以及怎样变化. 这种用来做参考的物体称为参考系.

4. 坐标系：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.

5. 运动和静止的相对性. 同一个物体是运动还是静止，取决于所选的参考系. 选择的参考系不同，同一个物体的运动状态可能不同.

重点难点把握

1. 机械运动

(1)运动是绝对的，静止是相对的.

(2)宏观、微观的物体都处在永恒的运动中.

2. 参考系

(1)描述同一运动时，若以不同的物体作为参考系，观察的结果可能不同. 如：坐在船上的人，若以船为参考系，他是静止的；若以河岸为参考系，他是随船一起运动的.

(2)参考系的选取可以是任意的，但在解决问题时，以方便问题的研究和运动的描述为原则. 研究在地面上物体的运动，一般选地面为参考系.

(3)参考系是人为假定静止的，不是真正的静止. 自然界不存在绝对静止的物体.

(4)参考系不能选研究对象本身. 因为它不是另一个物体，而是同一个物体. 若以研究对象为参考系，那么研究对象永远是静止的.

【例 1】　关于机械运动和参考系，下列说法错误的是　(　　)

A. 平常所说的运动和静止都是相对参考系而言的

B. 所谓参考系就是我们假设为静止的物体，以它为标准来研究其他物体的运动

C. 相对于不同的参考系来描述同一个物体的运动，其结果一定相同

D. 研究航行的轮船上的每个人的运动，取轮船为参考系最为适宜

思路与技巧　在描述一个物体的运动时，选来作为标准的另外的物体，叫做参考系. 选择不同的参考系来观察同一运动，观察的结果可能会不同. 研究航行的轮船上的每个人的运动，对于人的运动，轮船可以看作是静止的，是适宜作为参考系的.

解答　C

3. 质点

质点是一种科学的抽象，是在研究物体运动时，抓住主要因素，忽略次要因素，对实际物体的近似. 质点

是一个理想化模型.

质点是指有质量而不考虑其大小和形状的物体.当物体平动或物体的线度比其运动的距离小得多时,该物体可简化为质点.

一个物体是否可以视为质点,要具体情况具体分析.例如,在研究地球的公转时,由于地球的直径还不到太阳到地球距离的万分之一,由地球的大小而引起的地球上各部分的运动差异可以忽略不计,这时就可以将地球视为质点;但在研究由于地球自转引起的日升日落的问题时,地球就不能再被视为质点了.总之,一个物体是否可以视为质点不能以大小和形状作为判断依据,而是要依据所研究的问题的性质来确定.

【例 2】 在下列各种运动和物体中,可当作"质点"的有 ( )

A. 做花样溜冰的运动员

B. 远洋航行中的巨轮

C. 运动中的人造卫星

D. 转动着的砂轮

思路与技巧 如果物体的大小和形状在所研究的现象中所起的作用很小,能忽略不计,就可以把它看成质点.做花样溜冰的运动员有着不可忽略的旋转等动作,身体各部分的运动情况不全相同,不能当作质点.砂轮在转动过程中,它的形状和大小对运动起着主要作用,不能忽略,也不能当作质点.远洋航行中的巨轮、运动中的人造卫星的线度和有关的运动距离相比极小,都可以当作质点.

解答 B、C

4. 坐标系

它是研究物体运动的必不可少的数学工具.

能力培养与方法指导

【例 3】 每天的"日升日落"这句话是以_____为参考系;地球同步卫星总是静止在地球某处上空,这是以_____为参考系;若以月球作参考系,这个地球同步卫星是_____.

思路与技巧 本题是运动的相对性及参考系的选择对运动状态的影响实例.地球绕太阳公转,但我们却习惯于说太阳从东方升起,傍晚从西方落下,这是由于参考系的选取不同引起的.我们站在地球上观察太阳,是以自己所处的位置即地球为参考系的.地球同步卫星绕地球一周为 24 小时,与地球自转周期相同,所以与地球"同步",这是以地球为参考系的;若将参考系换作月球,则月球与地球同步卫星不同步,所以此时地球同步卫星是运动的.

解答 地球 地球 运动的

【例 4】 平直的公路上,甲、乙、丙三人骑自行车顺风行驶,但甲感觉顺风,乙感觉逆风,丙感到无风,由此可判断三人骑车速度最大的是_____.

思路与技巧 风是空气的定向流动形成的.甲、乙、丙三人骑自行车顺风行驶,说明三人行驶的方向和空气流动的方向相同.甲感到顺风,说明以甲为参考系,空气在向前流动,即空气流动的速度比甲的速度快;乙感觉逆风,说明以乙为参考系,空气在向后流动,即空气的流动速度比乙慢;丙感到无风,说明丙以自己为参考系,空气相对自己是静止的.即空气流动的速度和丙的速度相同.

解答 乙

评析 本题参与运动的物体有四个(甲、乙、丙三人和风),判断起来较为复杂.关键是风速是一定的,三个人感觉不同是因为他们都是以自己为参考系进行判断的.这充分说明了研究同一个物体的机械运动情况时,若以不同的物体为参考系,得到的结论往往不同.即"对机械运动的描述是相对的".

【例 5】 一跳伞运动员在下落过程中,看到身旁的直升飞机在向上运动,则直升飞机相对于地面的运动情况是 ( )

A. 一定上升 B. 一定下降

C. 一定静止 D. 无法判断

思路与技巧 跳伞运动员看到直升飞机在向上运动是以自身作参考系,由于运动员是相对地面向下运动,所以直升飞机无论上升或静止,运动员都会看到直升飞机离自己越来越远,即看到直升飞机在向上运动.若直升飞机相对地面向下运动,且下降速度比运动员下降速度慢,运动员也会看到直升飞机与他的距离在不断变大,即看到直升飞机在上升.由此可见,运动员无法根据自己所看到的现象来判断直升飞机相对地面的运动情况.

解答 D

【例 6】 在南北走向的平直公路上,有 a、b、c 三辆汽车.a 车上的人看到 b 车匀速向南运动,c 车上的人看到 a 车匀速向北运动,b 车上的人看到路旁的建筑物匀速向南运动,这三辆车相对地面可能静止的是 ( )

A. 只有 a 车 B. 只有 b 车

C. 只有 c 车 D. a 车和 c 车

思路与技巧 b 车上的人以 b 车为参考系看到路旁建筑物向南运动,而实际上建筑物相对地面是静止的,因此可判断 b 车是向北行驶的.而 a 车上的人以 a 车为参考系看到 b 车匀速向南运动,则可判断 a 车也向北行驶,并且 a 车比 b 车运动得快,可知 A、B、D 错.若 c 相对地面是静止的,与"c 车上的人看到 a 车是匀速向北运动"相符.故 C 正确.

解答 C

评析 有多个参考系时,可根据运动和静止的相对性进行思维迁移,逐个分析判断物体相对于各选定参考系的运动情况,从而得出正确答案.

需要全本请访问 www.ertongbook.com

探究体验

选取参考系的优点是什么？为何研究物体的运动时要建立参考系？

探究问题　当你在乘坐透明的观光电梯由低处向高处运动时，你观察旁边建筑物的窗子做何种形式的运动，这时你观察的参考系是什么？当你观察身边跟你一起乘坐电梯的朋友，他是运动的吗？这时，你观察的参考系又是什么？当你释放手中的小球，观察它的运动跟你在地面上释放时，观察到的小球运动有什么不同吗？

观察的结果　电梯外的窗子在由上向下运动，参考系是电梯；电梯内的人是静止的，参考系是电梯；在电梯中释放小球，观察到的运动与在地面上释放时的运动没有什么不同.

现象研究　观察到电梯外的窗子由上向下运动是以电梯为参考系；观察电梯内的人是静止的参考系还是电梯；在电梯中释放小球，观察到的运动与在地面上释放时的运动没有什么不同，这是因为都是以观察者自身为参考系的.

你还能改变一下参考系再去观察运动吗？

探究综合训练

练一练，你会了吗？

1. 下列物体运动中，可以看成质点的是（　　）
   A. 火车从北京开往上海的途中，计算火车与上海的距离时
   B. 航天飞机绕地球飞行，研究航天飞机相对于地球的飞行周期时
   C. 体操运动员在地面上翻滚前进时
   D. 比较两辆行驶中的车的快慢时
2. 某同学乘坐的小汽车在高速公路上行驶着，下列说法中不正确的是（　　）
   A. 以汽车为参考系，人是静止的，公路是运动的
   B. 以路面为参考系，人和车是运动的
   C. 以人为参考系，高速公路是运动的，小汽车也是运动的
   D. 以人为参考系，高速公路是运动的，小汽车是静止的
3. 下列关于参考系的描述中正确的是（　　）
   A. 参考系必须是固定不动的物体
   B. 参考系必须是直线运动的物体
   C. 参考系必须是相对地面静止的物体
   D. 参考系是为了研究物体的运动而假定静止的物体
4. 公路上向左匀速行驶的汽车如图 1.1-1 所示，经过一棵树附近时，恰有一颗果子从树上自由落下，图 1.1-2 中是其运动的轨迹. 则地面上的观察者看到果子的运动轨迹是_____；车中人以车为参考系看到的果子的运动轨迹是_____（不计阻力）.



图 1.1-1

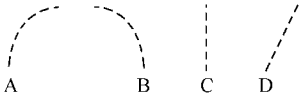


图 1.1-2

想一想，如何探究？

1. 下面关于质点的说法正确的是（　　）
   A. 研究和观察日食时可把太阳当作质点
   B. 研究地球的公转时可把地球看作质点
   C. 研究地球的自转时可把地球看作质点
   D. 原子核很小，可把原子核看作质点
2. 下列关于质点的概念的理解，正确的是（　　）
   A. 体积大、质量小的物体就是质点
   B. 对大质量、大体积的物体不可视为质点
   C. 汽车可以视为质点，火车不可视为质点
   D. 地球上任何物体在一定条件下都可以视为质点
3. 下列说法中正确的是（　　）
   A. 做平动的物体一定都可以视为质点
   B. 有转动的物体一定不可以视为质点
   C. 研究物体的转动时一定不可以将物体视为质点
   D. 不可以把地球视为质点
4. 研究下列问题时，可将火车视为质点的是（　　）
   A. 讨论火车从车站开出通过车站门口的时间
   B. 比较两列火车运动的快慢
   C. 计算火车从甲站开往乙站的时间
   D. 研究人在车厢里的位置
5. 下列有关参考系的说法中，正确的是（　　）
   A. 只有静止的物体才能被选作参考系
   B. 对物体运动的描述与参考系的选择无关
   C. 描述一个物体的运动一定要选定参考系
   D. 做曲线运动的物体，无论选谁为参考系，其运动轨迹都不可能是直线

6. 在有云的夜晚，抬头望月，觉得月亮在云中穿行，这时选取的参考系是 （ ）

A. 月亮　B. 云　C. 地面　D. 星

7. 敦煌曲子词中有这样的诗句："满眼风波多闪烁，看山恰似走来迎，仔细看山山不动，是船行."其中"看山恰似走来迎"和"是船行"所选的参考系分别是 （ ）

A. 船和山　B. 山和船

C. 地面和山　D. 河岸和流水

8. 甲、乙两辆汽车沿同一平直公路同向匀速行驶，且运动速度相等，乙车在后，甲车在前，以下关于乙车运动情况的说法中，正确的是 （ ）

A. 甲车为参考系时，乙车是静止的

B. 以路旁的树木为参考系时，乙车是运动的

C. 不论以什么物体为参考系，乙车总是运动的

D. 不论以什么物体为参考系，乙车总是向前运动的

9. 如图 1.1-3 所示，物体 A 沿以物体 B 所在位置为圆心做圆周运动，以下说明中正确的是 （ ）

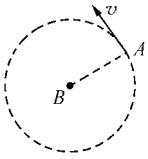


图 1.1-3

A. 以物体 B 为参考系时，物体 A 是运动的

B. 以物体 B 为参考系时，物体 A 是静止的

C. 以物体 A 为参考系时，物体 B 是运动的

D. 以物体 A 为参考系时，物体 B 是静止的

10. 在公路越野赛中，小明同学向老师汇报说：从学校门口出发以后，当王力同学跑到 100 m 标记时，高阳同学在他前面 40 m 处，而赵林同学落后高阳 60 m，李芹又落后赵林 20 m，假设他们在一条直线上，请你设计一个坐标系，分别标注此时这些运动员的位置.

读一读，你有何收获

运动学是理论力学的一个分支学科，它是运用几何学的方法来研究物体的运动，通常不考虑力和质量等因素的影响. 至于物体的运动和力的关系，则是动力学的研究课题.

用几何方法描述物体的运动必须确定一个参考系. 因此，单纯从运动学的观点看，对任何运动的描述都是相对的. 这里，运动的相对性是指经典力学范畴内的，即在不同的参考系中时间和空间的量度相同，和参考系的运动无关. 不过当物体的速度接近光速时，时间和空间的量度就同参考系有关了. 这里的"运动"指机械运动，即物体位置的改变；所谓"从几何的角度"是指不涉及物体本身的物理性质（如质量等）和加在物体上的力.

运动学主要研究点和刚体的运动规律. 点是指没有大小和质量、在空间占据一定位置的几何点. 刚体是没有质量、不变形、但有一定形状、占据空间一定位置的形体. 运动学包括点的运动学和刚体运动学两部分. 掌握了这两类运动，才可能进一步研究变形体（弹性体、流体等）的运动.

在变形体研究中，需把物体中微团的刚性位移和应变分开. 点的运动学研究点的运动方程、轨迹、位移、速度、加速度等运动特征，这些都随所选的参考系不同而异；而刚体运动学还要研究刚体本身的转动过程、角速度、角加速度等更复杂些的运动特征. 刚体运动按运动的特性又可分为：平动、定轴转动、平面运动、定点转动和一般运动.

运动学为动力学、机械原理（机械学）提供理论基础，也包含有自然科学和工程技术很多学科所必需的基本知识.

1.2 时间和位移

思想火花

你不可能两次踏进同一条河流.

——赫拉克里特

探究目标

知识与技能

了解时刻、时间间隔、路程、位移等概念的含义和区别.

过程与方法

利用对比的方法进行探究和学习.

情感、态度与价值观

建立正确的时空观.

探究指导

物理宫殿

知识要点呈现

1. 时刻和时间间隔

(1)时刻指某一瞬时,是时间轴上的一点.

(2)时间:两个不同时刻的时间间隔,在时间轴上是一段线段.

2. 路程和位移

(1)路程:物体运动的轨迹的长度,是标量.

(2)位移:是初位置指向末位置的有向线段,是矢量.位移是矢量,矢量的运算法则不同于标量运算法则.

3. 矢量与标量

物理量可分为矢量和标量——矢量有大小、有方向,如位移;标量有大小没有方向,如温度、质量.平行四边形法则是矢量合成的普遍规律(注意有大小和方向的物理量不一定是矢量,例如电流有大小、有方向,但电流是标量).

重点难点把握

1. 匀速运动也是一种"理想化模型",它应当是"任何相等时间内的位移都相等"的运动.

2. 位移-时间图象的认识

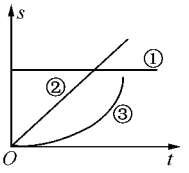


图 1.2-1

用图象和公式两种数学工具描述位移和时间之间的关系时,静止的位移图象是一条平行于时间轴的直线,如图 1.2-1 中①所示;匀速运动的位移图象是直线,其斜率是一定值且如图 1.2-1 中②所示;变速运动的位移图象不是直线,如图 1.2-1 中③所示.

【例 1】 如图 1.2-2 所示位移图象,分别表示三个物体同时、同地、同向出发沿同一直线做直线运动的规律.试分析三个物体的运动情况.

(1)从 $0\sim t_0$ 时刻三个物体发生的位移是否相同?经过的路程是否相同?

(2)在 t_1 时刻三个物体谁离出发点最远?

思路与技巧　图 1.2-2 中三条线,有直有曲,但要清楚,图线并非物体运动的轨迹.由题可知三物体均做直线运动,区别在于:①做的是匀速直线运动;②、③做的是变速直线运动.

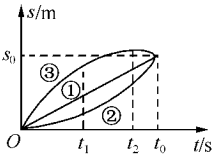


图 1.2-2

解答　(1)$0\sim t_0$ 内三个物体发生的位移均为 s_0,相同;①、②经过的路程也相同,③的路程最大,因为①、②一直沿同方向运动,而③则在 t_2 时刻位移已大于 s_0,之后又调头回来到 s_0 处.

(2)由图象可知,t_1 时刻三个物体发生的位移各不相同,易知 $s_3>s_1>s_2$,即③离出发点最远,且 t_0 之前一直是③在最前,②在最后,t_0 时刻三物体再次到达同一位置,即相遇.

能力培养与方法指导

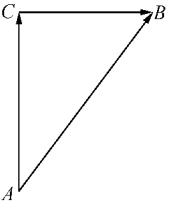


图 1.2-3

【例 2】 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.用有向线段表示他第一次、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?

思路与技巧　根据位移的定义,可作出位移图示,如图 1.2-3 所示,第一次位移为 AC,第二次位移为 CB,两次行走的合位移为 AB.第一次位移大小为 40 m,第二次位移大小为 30 m,两次行走的合位移大小为 50 m.

解答　40 m,30 m,50 m.

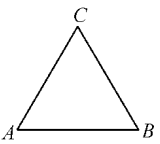


图 1.2-4

【例 3】 A、B、C 三地彼此间的距离均为 a,如图 1.2-4 所示.物体以每秒走完距离 a m 的速度从 A 点出发,沿着折线经 B、C 点又回到 A 点.试分析说明从运动开始经 1 s、2 s、3 s,物体的位移大小和路程各是多少.

思路与技巧　路程是物体运动轨迹的长度,确定物体运动的路程必须明确物体运动的轨迹;位移是初位置指向末位置的有向线段,初位置相同,末位置相同,则位移相同.确定物体运动的位移,必须明确物体运动的初位置、末位置;物体运动的初位置、末位置确定,则位移确定.

解答　经 1 s 物体从 A 点运动到 B 点,位移大小为 a m,路程为 a m;经 2 s 物体从 A 点经 B 点运动到 C 点,位移为 AC,位移大小为 a m,路程为 $2a$ m;经 3 s 物体又回到 A 点,位移大小为 0,路程为 $3a$ m.

【例 4】 如图 1.2-5 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,运动圆周到达 B 点,求质点的位移和路程.

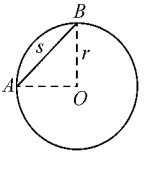


图 1.2-5

思路与技巧　本题主要考查的是对在曲线运动中的位移和路程这两个概念的理解,抓住概念的实质是解题的关键.质点的位移是由 A 点指向 B 点的有向线段,位移大小为 AB 线段的长度,由图中几何关系可知 $s=\sqrt{r^2+r^2}=\sqrt{20^2+20^2}$

$=28.3$（cm），位移方向由 A 点指向 B 点．质点的路程为质点绕圆周的轨迹长度，即

$$l=\frac{3}{4}\times 2\pi r=0.75\times 2\times 3.14\times 20=94.2\text{（cm）}.$$

解答 $s=\sqrt{r^2+r^2}=\sqrt{20^2+20^2}=28.3$（cm）；

$l=\frac{3}{4}\times 2\pi r=0.75\times 2\times 3.14\times 20=94.2$（cm）

探究体验

从时间与位移的函数图象你能得出什么结论？

探究问题　你的朋友要乘火车从青岛去北京，但他不知道乘车的里程，请你从交通地图中为他测出从青岛到北京的火车里程．你能做吗？如何去做？你测出来的是路程还是位移？如果他是乘飞机，你还能帮他测出大约的飞机里程吗？

探究过程　从交通地图中知道铁路线是曲线．可以用一条细线将铁路线的样子模拟出来．然后把它拉直，用刻度尺测出细线的长度．再根据交通地图中的比例尺算出从青岛到北京的铁路里程．飞机的航线可以认为是直线，只要用刻度尺测出青岛和北京间的直线长度，就能根据交通地图中的比例尺算出从青岛到北京的航程．

探究体验　测铁路里程就是寻找物体运动的路程；测飞机航程就是寻找物体运动位移的大小．

探究综合训练

练一练，你会了吗？

1. 如图 1.2-6 所示，在时间轴上表示出下面的时间或时刻．

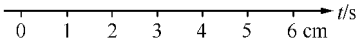


图 1.2-6

（1）第 4 s 内．（2）第 5 s 末．（3）前 3 s 内．（4）第 6 s 初．

2. 在表示时间的数轴上，时刻用_____表示，时间用_____表示，平常所说的“作息时间表”是_____（填“时间表”或“时刻表”）．

3. 如图 1.2-7 所示，某物体沿两个半径为 R 的圆弧由 A 经 B 运动到 C．下列结论正确的是（　　）

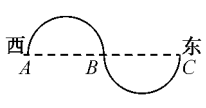


图 1.2-7

A. 物体的位移等于 $4R$，方向向东

B. 物体的位移等于 $2\pi R$

C. 物体的路程等于 $4R$，方向向东

D. 物体的路程等于 $2\pi R$

4. 下列关于轨迹的说法，正确的是（　　）

A. 信号弹在夜空划出的痕迹就是信号弹运动的轨迹

B. 画出信号弹的 s-t 图线，此图线就是信号弹的运动轨迹

C. 运动物体的 s-t 图线是曲线，则运动物体的轨迹也是曲线

D. 匀速直线运动的位移-时间图象就是运动物体的轨迹

5. 下列关于位移和路程的说法正确的是（　　）

A. 位移和路程总是大小相等，但位移是矢量，路程是标量

B. 位移是描述直线运动的，路程是描述曲线运动的

C. 位移只取决于初末位置，而路程还与实际运动的路线有关

D. 物体的路程总大于或等于位移的大小

6. 小华以一定速度去同学家送一本书，停留一会儿后，又以相同速率沿原路返回家中，则图 1.2-8 中可以表示他的运动情况的图线是（　　）

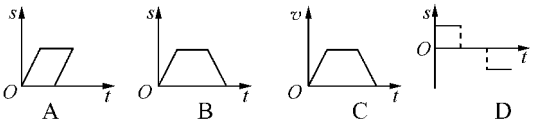


图 1.2-8

7. 图 1.2-9 是 A、B 两物体的 s-t 图象，A、B 两物体均做_____运动，A、B 在 A 出发后_____s 距坐标原点_____m 处相遇．在 5 s 末 A、B 的位置分别离坐标原点_____m 和_____m．5 s 内 A、B 的位移分别为_____m 和_____m．

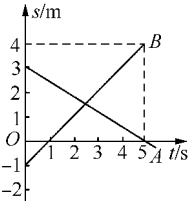


图 1.2-9

想一想，如何探究？

1. 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，也就是位移的大小

C. 质点做直线运动时，路程等于位移的大小

D. 位移的大小一定不会比路程大

2. 皮球从 3 m 高处落下，被地板弹回，在距地面 1 m 高处被接住，则皮球通过的路程和位移的大小分别是_____和_____．

3. 一质点从 xOy 平面上的原点出发，沿 x 轴的正方向运动 6 m，接着沿 y 轴正方向运动了 10 m 后，又沿 y 轴负方向运动 2 m，它在此过程中运动的路程为____ m，它的位移为_____ m，方向_____.

4. 质点从坐标原点 O 沿 y 轴方向运动到 $y=4$ 后，又沿 x 轴负方向运动到坐标为 $(-3,4)$ 的 B 点，则质点从 O 运动到 B 通过的路程是_____ m，位移大小是_____ m.

5. 我国运动员王军霞在 1996 年第 26 届奥运会上创造了女子 5000 m 的奥运会纪录：14 min 59.88 s. 这个数据是时刻还是时间间隔？

6. 火车站服务处都有《旅客列车时刻表》出售，它为什么不叫《时间表》？

7. 出租汽车司机是按位移收费还是按路程收费？

8. 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 1.2-10 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？

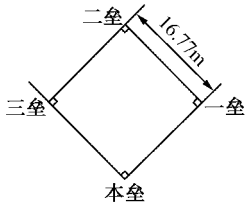


图 1.2-10

9. 如图 1.2-11 所示，甲中，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 1.2-11 乙所示. 若测得 $OA=OC=7$ cm，$AB=3$ cm，则自 0 时刻开始：

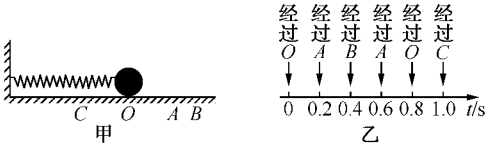


图 1.2-11

(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 内小球发生的位移大小是_____，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_____.



读一读，你有何收获

时间的单位

时间的单位是秒，秒的符号是 s. 常用的单位还有时(h)、分(min)、毫秒(ms)等. 它们之间的换算关系是：

1 时＝3600 秒(1 h＝3600 s)

1 分＝60 秒(1 min＝60 s)

1 毫秒＝0.001 秒(1 ms＝0.001 s)

1 秒大约有多长呢？在正常情况下，人体的脉搏每分钟约跳动 70 次. 那么，1 秒比脉搏每跳动一次的时间稍长一些.

测量时间的工具

在古代，人们用沙钟、铜壶滴漏、日晷等器具来计时. 16 世纪后，欧洲出现了有重锤的摆钟，近代机械式钟表就是在它的基础上发展起来的. 现代利用石英晶体制成了稳定、轻巧、方便的电子钟表，它们一天的偏差不超过 0.5 s. 目前最准确的计时装置是天文台使用的原子钟，30 万年的偏差只有 1 s.

用钟表测时间

测量时间的基本仪器是钟表. 在物理实验中常用停钟、停表来计时. 停表与普通表的不同之处在于，普通表的时针、分针和秒针是在不停地走动，而停表的指针是可走可停的. 停表不使用时指针应停在零位；使用时先按一下表上端的柄头，表的指针开始走动；计时结束时再按一下柄头，指针就停止走动，指针指示的读数就是测定的时间(准确到 0.1 s)，再按一下柄头，指针又回到零位. 除了指针式的停表外，还有一种数字式电子停表，它可以直接显示读数(准确到 0.01 s).

1.3 运动快慢的描述——速度

思想火花

理论的前提愈简单，给人的印象就愈深刻；牵涉的事物愈多，所能应用的范围就愈广.

——爱因斯坦

探究目标

知识与技能

1. 理解速度的概念. 知道速度是表示运动快慢的物理量，知道它的定义、公式、符号和单位，知道它是矢量.

2. 理解平均速度，知道瞬时速度的概念.

3. 知道速度和速率以及它们的区别.

过程与方法

1. 比值定义法是物理学中经常采用的方法，在学习过程中掌握用数学工具描述物理量之间的关系的方法.

2. 培养迁移类推能力，抽象思维能力.

情感、态度与价值观

由简单的问题逐步把思维迁移到复杂问题，培养认识事物的规律，由简单到复杂.

探究指导

物理宫殿

知识要点呈现

1. 速度是表示运动的快慢的物理量，它等于位移 s 跟发生这段位移所用时间 t 的比值. 用 $v=s/t$ 表示. 由速度的定义式中可看出，v 的单位由位移和时间共同决定，国际单位制中是米每秒，符号为 m/s 或 $\mathrm{m\cdot s^{-1}}$，常用单位还有 km/h、cm/s 等，而且速度是既具有大小，又具有方向的物理量，即矢量.

2. 瞬时速度是表示物体在某一时刻或通过某一位置时的快慢程度的物理量（用“极限”思想讲解瞬时速度，把时间取得越短，设想的匀速运动就越接近实际的变速运动的瞬时速度. 当时间取得足够小时，设想的匀速运动的平均速度就等于经过某时刻的瞬时速度了）.

重点难点把握

1. 计算平均速度时必须指明是哪段时间（或位移）的平均速度

质点做变速直线运动时没有恒定的速度，所以要引入新的物理量来描述它的运动快慢和方向，一种粗略描述的方法是采用平均速度. 它的定义是：在变速直线的运动中，物体的位移跟所用时间的比值叫做这段时间内的平均速度. 从定义可知，平均速度强调的是那段时间内且与之对应的那段位移上的平均速度. 因为质点做变速运动的规律是任意的，在不同的时间内，质点可能静止，可能运动，可能做匀速运动，也可能做变速运动. 因此，在研究平均速度时，特别要注意某段位移和与之对应的那段时间的比值，表明质点在这段时间内（或这段位移上）的平均速度. 平均速度求出后，质点的运动等效于以该平均速度做匀速直线运动.

【例 1】 一个质点做直线运动，前半程和后半程分别以 6 m/s 和 4 m/s 的速度运动，则全程中平均速度为（　　）

A. 5 m/s　　B. 4.8 m/s

C. 10 m/s　　D. 无法确定

思路与技巧　求平均速度的要点是依据定义式 $v=\frac{s}{t}$，由题意确定位移 s 和时间 t，$\bar{v}=\frac{2s}{t_1+t_2}=\frac{2s}{\frac{s}{v_1}+\frac{s}{v_2}}=\frac{2v_1v_2}{v_1+v_2}$，代入数值得 $\bar{v}=4.8$ m/s.

解答　B

2. 速度与速率的区别和联系

速度是一个反映物体运动快慢和方向的物理量，是一个矢量，它有平均速度和瞬时速度之分. 平均速度是质点通过的位移和通过这段位移所用时间的比值. 瞬时速度是指质点在某一时刻（或某一位置）的速度.

速率是描述质点运动快慢的物理量，它是标量. 平均速率是质点通过的路程和通过该段路程所用时间的比值，由于质点在运动时，一般情况下通过的路程要大于位移的大小，所以平均速率一般也要大于平均速度的大小，只有质点做单方向直线运动时，它的路程才等于位移大小，此时质点的平均速率才等于平均速度的大小. 瞬时速率就是指运动质点在某时刻（或某位置）的速率，就是这个质点在该时刻（或该位置）速度的大小，简称为速率.

3. 速度、平均速度、瞬时速度的相同和区别

速度是描述质点运动快慢和运动方向的物理量，也可以表述为速度是描述质点位置改变快慢和位置改变方向的物理量. 当质点做匀速直线运动时，因为在任何相同的时间内通过的位移都相同，所以任取一段位移 s 与和这段位移对应的时间 t 的比值 v 是一恒量. 这个恒量的大小反映了质点运动的快慢，它的方向就是质点的运动方向. 在变速直线运动中，为了粗略地描述

需要全本请访问 www.ertongbook.com

质点运动的快慢和方向，常把变速直线运动等效为匀速直线运动，即用某一同样时间通过同样位移的匀速直线运动替代了真实的变速直线运动，这个位移 s 与时间 t 的比值就是平均速度. 应该注意，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.

为了精确描述做变速直线运动质点运动的快慢程度和运动方向，可以把一段变速运动分割成足够多的小段，使质点在每小段的运动变成匀速直线运动，那么这一小段匀速直线运动的速度就可以看成该段内某点在对应时刻的速度，它反映了质点在该时刻或该位置的运动快慢和运动方向，这个速度叫做瞬时速度，有时简称为速度. 对变速运动来说各点的瞬时速度是要变化的.

综上所述，三个概念都是描述质点运动快慢和运动方向的物理量，它们都是矢量，单位都是 m/s. 这是它们的相同之处. 它们的不同之处在于，平均速度是粗略描述质点的运动情况，而瞬时速度是精确描述质点的运动情况. 在匀速直线运动中，平均速度就等于瞬时速度.

能力培养与方法指导

【例 2】 有关瞬时速度、平均速度、平均速率，以下说法正确的是 （　　）

A. 瞬时速度是物体在某一位置或某一时刻的速度

B. 平均速度是物体在一段时间内的位移与所用时间的比值

C. 做变速运动的物体，平均速率就是平均速度的大小

D. 物体做变速运动时，平均速度是指物体通过的路程与所用时间的比值

思路与技巧　瞬时速度与某一位置或某一时刻相对应，平均速度与一段时间或一段位移相对应，平均速率对应于一段时间或一段路程.

解答　A、B

【例 3】 一个做直线运动的物体，某时刻速度是 10 m/s，那么这个物体 （　　）

A. 在这一时刻之前 0.1 s 内的位移一定是 1 m

B. 从这一时刻起 1 s 内的位移一定是 10 m

C. 从这一时刻起 10 s 内的位移可能是 50 m

D. 如果从这一时刻起开始做匀速运动，那么它继续通过 1000 m 路程所需的时间一定是 100 s

思路与技巧　某时刻速度是 10 m/s 指的是该时刻的瞬时速度，不能说明物体在此时刻前后的运动情况，以后做匀速直线运动、匀变速直线运动、或非匀变速直线运动均有可能，所以选项 A、B 均错. 如果从某时刻（速度为 10 m/s）起质点做变速直线运动，从这一时刻起以后的 10 s 内的位移就可能是 50m，所以选项 C 是正确的. 如果从这一时刻起物体做匀速直线运动，那么经过 1000 m 路程所需要的时间 $t=s/v=1000/10$ s $=100$ s.

解答　C、D



平均速度越大的物体与瞬时速度越大的物体谁运动得更快？

探究问题

1. 甲和乙两位女同学比赛 50 米短跑，甲跑得快，跑完 50 米到达终点时，乙才跑了 40 米. 甲说我们再跑一次，这次你落后了 10 米，下次我从起跑线后退 10 米，我们还按这次的速度跑，你和我就可以同时到达终点了. 乙同意后两人又跑了一次，结果还是甲先到达终点. 这是为什么？

2. 乘坐汽艇先在平静的水库里往返行驶一次，之后又在流动的河水里往返行驶一次，两次行驶汽艇相对于水的速度相同，驶过的距离也相等. 有人说："在河里顺水行驶和逆水行驶所用时间虽不同，但是一慢一快相互抵消，就等于在水库中往返相同距离所用的时间."

事实上这两种情况所用时间却不相同. 你知道为什么会不一样？哪种情况下所用的时间少些？

探究方法　发散思维与创造活动关系至为密切，可以说创造思维的中心是发散思维. 发散思维通常又可以分为三种：逆向思维、多向思维和求异思维.

什么是逆向思维呢？

英国哲学家卡尔·波普儿最先提出逆向思维的概念. 他认为人们的思维活动就其途径和程序来看，可分为两种：一种是按事物的发展程序，从事物产生的原因和条件开始，逐步导出结果，可称之为正向思维；反之，若从已经知道的结果或结论来分析产生这一结果的原因和条件，就叫做逆向思维.

逆向思维是创造思维的一个重要方法，它在培养创造性人才方面有重要作用. 例如，开普勒在 1609 年到 1619 年之间先后发表了关于行星运动的三条定律. 开普勒三条定律只说明了行星如何在运动. 后来牛顿依据逆向思维，找到了产生行星运动的原因，并在 1687 年发表了著名的万有引力定律.

探究综合训练

练一练，你会了吗？

1. 试判断下面的几个速度哪个是平均速度？（　　）哪个是瞬时速度？（　　）
   A. 子弹出枪口的速度是 600 m/s
   B. 汽车从甲站行驶到乙站速度是 40 km/h
   C. 汽车通过某一站牌时的速度是 72 km/h
   D. 小球第 4 s 末的速度是 3 m/s
2. 在匀速直线运动中，位移和时间的比值是一个_____，这个比值越大，表示运动_____，比值越小，表示运动_____，我们把这个比值叫做匀速直线运动的_____.
3. 某物体做匀速直线运动，通过 s 的位移，速度为 v，当通过 $3s$ 的位移时，速度为_____，所用时间为_____.
4. 短跑运动员在 100 m 竞赛中，测得 7 s 末速度是 9 m/s，10 s 末到达终点时的速度是 10.2 m/s，则运动员在全程内的平均速度是_____.
5. 做变速直线运动的物体，在前一半时间内平均速度为4 m/s，后一半时间内的平均速度是8 m/s，则全程的平均速度是_____.
6. 喷气式飞机在半小时里飞行 400 km，炮弹在 3 s 钟里飞行 3000 m，哪个物体运动得快？

想一想，如何探究？

1. 下列说法正确的是（　　）
   A. 变速直线运动的速度是变化的
   B. 平均速度即为速度的平均值
   C. 瞬时速度是物体在某一时刻或在某一位置时的速度
   D. 瞬时速度可看作时间趋于无穷小时的平均速度
2. 关于匀速直线运动，下列说法中正确的是（　　）
   A. 瞬时速度不变的运动，一定是匀速直线运动
   B. 速率不变的运动，一定是匀速直线运动
   C. 相同时间内平均速度相同的运动，一定是匀速直线运动
   D. 瞬时速度的方向始终不变的运动，一定是匀速直线运动
3. 子弹以 900 m/s 的速度从枪筒射出，汽车在北京长安街上行驶，时快时慢，20 min 行驶了 18 km，汽车行驶的速度是 54 km/h，则（　　）
   A. 900 m/s 是平均速度
   B. 900 m/s 是瞬时速度
   C. 54 km/h 是平均速度
   D. 54 km/h 是瞬时速度
4. 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（　　）
   A. 12.5 m/s　　B. 12 m/s
   C. 12.75 m/s　　D. 11.75 m/s
5. 质点做单方向的匀变速直线运动时，下列论述中正确的是（　　）
   A. 相等的时间内位移相等
   B. 相等的时间内位移的变化相等
   C. 相等的时间内速度的变化相等
   D. 瞬时速度的大小改变，但方向不变
6. 如图 1.3-1 所示的速度-时间图象中，表示质点做匀变速直线运动的是（　　）

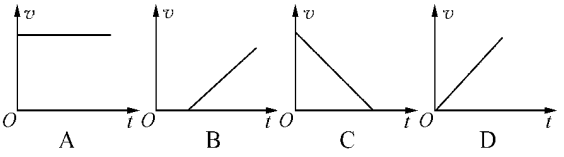


图 1.3-1

7. 一学生在百米赛跑中，测得他在 50 m 处的瞬时速度为 6 m/s，16 s 末到达终点的瞬时速度为7.5 m/s，则它在全程内的平均速度是（　　）
   A. 6 m/s　　B. 6.25 m/s
   C. 6.75 m/s　　D. 7.0 m/s
8. 一辆汽车在一条直线上行驶，第 1 s 内通过5 m，第 2 s内通过 20 m，第 3 s 内通过 20 m，第4 s内通过 5 m. 则此汽车在最初 2 s 内的平均速度是_____ m/s，中间 2 s 内的平均速度是_____ m/s，全部时间内的平均速度是_____ m/s.
9. 匀速直线运动的 s-t 图象中的_____可表示质点运动的快慢._____越大，质点运动的速度也越大.
10. 如图 1.3-2a 中的图象 A 表示质点做_____运动，图象 B 表示质点做_____，图象 C 表示质点_____；在图 b 中的图象 A 表示质点做_____，

图象 B 表示质点做_____，图象 C 表示质点做_____.

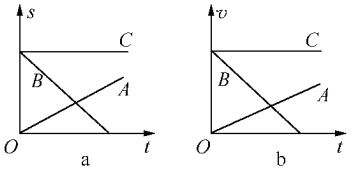


图 1.3-2

11. 某运动员在百米跑道上以 8 m/s 的速度跑了 80 m，然后又以2 m/s的速度走了 20 m，这个运动员通过这段路程的平均速度是多少？

12. 图 1.3-3 是甲、乙两物体的位移和速度图象. 试根据图象说明从 $A\rightarrow B\rightarrow C\rightarrow D$ 的各段时间内，甲物体在 5 s 内的位移是多少？你能求出乙物体在 5 s 内的位移吗？

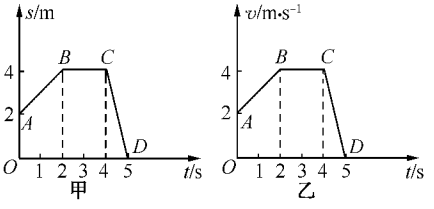


图 1.3-3



运动学的发展历史

运动学在发展的初期，从属于动力学，随着动力学而发展. 古代，人们通过对地面物体和天体运动的观察，逐渐形成了物体在空间中位置的变化和时间的概念. 中国战国时期在《墨经》中已有关于运动和时间先后的描述. 亚里士多德在《物理学》中讨论了落体运动和圆周运动，已有了速度的概念.

伽利略发现了等加速直线运动中，距离与时间二次方成正比的规律，建立了加速度的概念. 在对弹射体运动的研究中，他得出抛物线轨迹，并建立了运动（或速度）合成的平行四边形法则，伽利略为点的运动学奠定了基础. 在此基础上，惠更斯在对摆的运动和牛顿在对天体运动的研究中，各自独立地提出了离心力的概念，从而发现了向心加速度与速度的二次方成正比、同半径成反比的规律.

18 世纪后期，由于天文学、造船业和机械业的发展和需要，欧拉用几何方法系统地研究了刚体的定轴转动和刚体的定点运动问题，提出了后人用他的姓氏命名的欧拉角的概念，建立了欧拉运动学方程和刚体有限转动位移定理，并由此得到刚体瞬时转动轴和瞬时角速度矢量的概念，深刻地揭示了这种复杂运动形式的基本运动特征. 所以欧拉可称为刚体运动学的奠基人.

此后，拉格朗日和哈密尔顿分别引入了广义坐标、广义速度和广义动量，为在多维位形空间和相空间中用几何方法描述多自由度质点系统的运动开辟了新的途径，促进了分析动力学的发展.

19 世纪末以来，为了适应不同生产需要、完成不同动作的各种机器相继出现并广泛使用，于是，机构学应运而生. 机构学的任务是分析机构的运动规律，根据需要实现的运动设计新的机构和进行机构的综合. 现代仪器和自动化技术的发展又促进机构学的进一步发展，提出了各种平面和空间机构运动分析和综合的问题，作为机构学的理论基础，运动学已逐渐脱离动力学而成为经典力学中一个独立的分支.

1.4　实验：用打点计时器测速度

思想火花

科学上，获知新的事实固然重要，但更重要的是找出探索这些事实的新想法.

——布拉格



知识与技能

1. 掌握使用打点计时器在纸带上记录时间和位移的方法.

2. 能够测定平均速度的大小.

3. 用实验数据画出 v-t 图象.

过程与方法

1. 操作打点计时器并打出符合运动情况、点迹清晰的纸带.

2. 用描点法画 v-t 图象.

情感、态度与价值观

1. 培养对物理这门实验学科的兴趣.

2. 培养并提高实验素质.

3. 形成尊重原始测量数据的习惯.

探究指导

物理宫殿

知识要点呈现

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. 使用的是 4～6 V 低压交流电. 特点是当电源频率是 50 Hz 时,每隔 0.02 s 打一个点.

2. 用打点计时器求两点之间的平均速度:$v=\frac{\Delta x}{\Delta t}$,并当 Δt 取尽量小时,用两点(比如 D 点、F 点)间的平均速度来表示中间某点(比如 E 点)的瞬时速度.

3. 用速度-时间图象(即 v-t 图象)来描述速度与时间的关系. 如图 1.4-1,从图中可以读出当 1 s、2 s、3 s、4 s、5 s、6 s 时,物体运动的速度分别为 2 m/s、3 m/s、4 m/s、6 m/s、8 m/s、9 m/s、10 m/s,由曲线的变化规律可以看出物体运动的速度越来越大,表示物体运动越来越快.

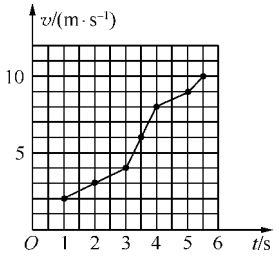


图 1.4-1

4. 图 1.4-2 所示为打点计时器构造图,各主要部件的名称分别为:①接线柱;②线圈;③振片;④永久性磁铁;⑤振针;⑥限位孔;⑦复写纸;⑧定位轴;⑨纸带.

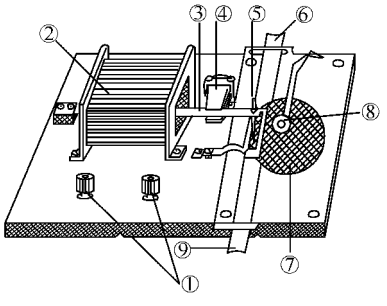


图 1.4-2

重点难点把握

1. 打点计时器的工作电压.

(1)电磁打点计时器使用的是交流电源,工作电压为 4～6 V.

(2)电火花计时器使用的是交流电源,工作电压为 220 V.

2. 打点计时器相邻两计时点的间隔时间为 0.02 s.

3. 根据计数点间的间距计算平均速度.

4. 根据打点的纸带判断纸带的运动性质.

等间距——匀速直线运动;不等间距——变速直线运动.

5. 挑选理想的纸带,标出计数点.

(1)舍掉开头比较密集的点,在后边的地方找一个点作为起始点.

(2)每 5 个计时点取一个计数点. 在使用打点计时器打出的纸带进行数据处理时,有时由于所打的点间隔距离太小,不易于测量位移,一般要用计数点来进行测量. 如图 1.4-3 中的 0,1,2,3,4,5,6,7 就是计数点.

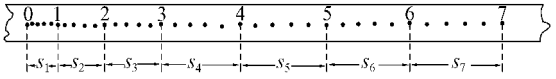


图 1.4-3

【例 1】 运动物体拉动打点计时器的纸带,纸带上就打下了一列小点,这些小点相应地表示出了 (　　)

A. 物体运动的时间

B. 物体在不同时刻的速度

C. 物体在不同时刻的位置

D. 物体在不同时间内的位移

思路与技巧　打点计时器是一种计时仪器,在实验中所起的作用就是通过在纸带上打点记录下物体在不同时刻的位置,从而通过测量两点间的距离得到物体做直线运动在不同时间内的位移,同时通过两个不同位置间的点迹间隔数目和每两个相邻点迹间隔对应的时间为 0.02 s 可以得到物体在这两点间运动的时间.

解答　A、C、D

【例 2】 在用打点计时器测速度的实验中,某同学要测一小车的速度,他在实验中操作的先后顺序是_____(将下述步骤的代号填在横线上).

A. 把穿过打点计时器的纸带固定在小车后面.

B. 把打点计时器固定在木板的没有滑轮的一端,并连好电路.

C. 换上新的纸带,再重做两次.

D. 把长木板平放在实验桌上,并使滑轮伸出桌面.

E. 使小车停在靠近打点计时器处,接通电源,放开小车,让小车运动.

F. 把一条细绳拴在小车上,细绳跨过定滑轮,下边

吊着合适的钩码.

G. 断开电源,取出纸带.

思路与技巧　正确的实验步骤是:把长木板平放在实验桌上,并使滑轮伸出桌面;把打点计时器固定在木板没有滑轮的一端,并连好电路;把一条细绳拴在小车上,细绳跨过定滑轮,另一端吊合适钩码;把穿过打点计时器的纸带固定在小车后面,使小车停在靠近打点计时器处;先接通电源,再放开小车,让小车运动;打完一条纸带;断开电源,取下纸带;换上新纸带,再重做两次.

解答　DBFAEGC

能力培养与方法指导

【例 3】　电磁打点计时器的电源应是_____电源,通常的工作电压为_____V. 实验室使用我国民用电时,每隔_____s 打一次点,如果每打 5 个取一个计数点,即相邻两个计数点间的时间间隔为_____s.

思路与技巧　电磁打点计时器是利用交流电在线圈中产生不断变化的磁场,并磁化振片使之在永磁铁的作用下,产生了与交流电方向变化步调相同的振动,即振片的振动频率和交流电频率相同. 所以电磁打点计时器必须使用交流电电源,通常的工作电压是 4～6 V. 我国的民用电源的频率为 50 Hz,所以电磁打点计时器每打两个点的时间间隔为$\frac{1}{50}$ s,即 0.02 s. 为了便于测量和计算方便通常选每 5 个时间间隔为一个计时单元,并标记对应点迹为计数点,这样每两个计数点之间对应的时间间隔为 0.1 s.

解答　交流　4～6　0.02　0.1

【例 4】　在研究匀变速直线运动的实验中,如图 1.4-4 所示为一条记录小车运动情况的纸带,图中 A、B、C、D、E 为相邻的计数点,相邻计数点间的时间间隔 $t=0.1$ s.

(1)根据_____计算各点瞬时速度,则 $v_A=$_____m/s,$v_B=$_____m/s,$v_C=$_____m/s,$v_D=$_____m/s,$v_E=$_____m/s.

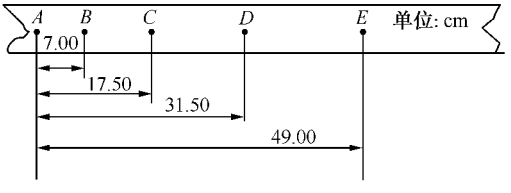


图 1.4-4

(2)在如图 1.4-5 所示坐标中作出小车的 v-t 图线,将图线延长与纵轴相交,交点的速度是_____,此速度的物理意义是_____.

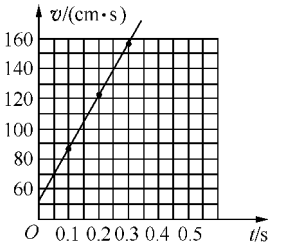


图 1.4-5

思路与技巧　在打点计时器的使用中,用两点间的平均速度来表示中间某点的瞬时速度. 因此,第 n 点的瞬时速度:$v_n=\frac{s_n+s_{n+1}}{2T}=\frac{d_{n+1}-d_{n-1}}{2T}$

$$v_B=\frac{AC}{2T}=\frac{17.50\times10^{-2}}{2\times0.1}=0.88(\text{m/s})$$

$$v_C=\frac{AD-AB}{2T}=\frac{(31.50-7.00)\times10^{-2}}{2\times0.1}=1.23(\text{m/s})$$

$$v_D=\frac{AE-AC}{2T}=\frac{(49.00-17.50)\times10^{-2}}{2\times0.1}=1.58(\text{m/s})$$

将计算获得的各点的速度描在 v-t 坐标系中,用平滑的线连接各点,得到 v-t 图线是一条直线. 将图线延长,可知,与纵轴的交点对应的是计时起点的瞬时速度,也就是 A 点的速度.

解答　(1)$v_n=\frac{s_n+s_{n+1}}{2T}=\frac{d_{n+1}-d_{n-1}}{2T}$　0.52　0.88　1.23　1.58　1.92

(2)0.52 m/s　开始计时小车的速度,即 v_A



在这个实验中引起误差的原因是什么?

探究问题　在使用打点计时器测速度的过程中,你通过观察、分析,认为哪些因素会引起测量误差?

探究过程　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,可以通过电源的频率和点迹的间隔数来确定物体运动的时间. 实验中要求使用的交流电的频率为 50 Hz,电磁打点计时器每打两个点的时间间隔为$\frac{1}{50}$ s,即 0.02 s. 如果使用的交流电的频率不是标准的 50 Hz,那么在纸带上打出的两点之间的时间也就不再是 0.02 s,所以电源频率的变化会是引起时间测量上的误差.

另外,根据打点计时器在纸带上打下点迹来确定物体的位置,通过点迹间的距离来确定物体运动的位移. 如果纸带上的点迹不清晰,不够小,在测量距离时就会引起误差,所以点迹的清晰程度也是造成误差的原因.

延伸观察　如果打出来的不是点迹而是一段一段的小线段，你分析过原因吗？

原因是打点计时器的振针压得有点紧了，打点计时器打完一个点后不能自由弹起，就会出现这样的情况．你可以将打点计时器的固定振片的螺丝放一点，看点迹情况会不会得到改善．

探究体验　细心的观察是我们学习物理必需的素质，每一个小小的因素都会影响到测量的准确性和结论的正确性．

探究综合训练

练一练，你会了吗？

1. 根据打电磁打点计时器的工作原理可知，影响其打点周期的主要原因是（　　）
   A. 振片的长度　　B. 振针的长度
   C. 电源的频率　　D. 电源的电压

2. 图 1.4-6 中是利用电磁打点计时器打出的纸带，某同学标出了计数点 0，1，2，3，4，并测得 2 和 3 之间的距离是 $s_{23}=6.28$ cm，3 和 4 之间的距离是 $s_{34}=8.02$ cm，每两个计数点间有 4 个点没有标出，则测得的这 3 个计数点（2，3，4 点）的平均速度是_____．

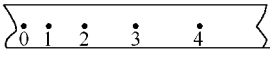
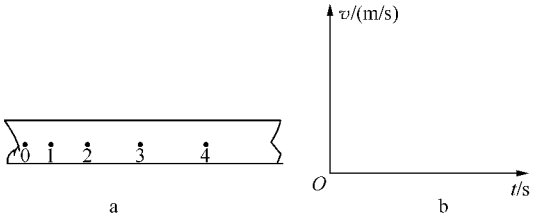


图 1.4-6

3. 图 1.4-7a 中是某次实验中得到的一条纸带，相邻计数点间都有四个点未画出．各标号点到 0 的距离依次是 4.0 cm，10.0 cm，18.0 cm，28.0 cm，则小车的速度越来越_____（填“大”或“小”），根据是_____．小车在各点的瞬时速度依次是 $v_1=$_____ m/s，$v_2=$_____ m/s，$v_3=$_____ m/s，根据各瞬时速度值在图 1.4-7b 中的坐标中作出 v-t 图象．



a　　b

图 1.4-7

想一想，如何探究？

1. 电磁打点计时器使用的电源是（　　）
   A. 4～6 V 的交流电源
   B. 4～6 V 的直流电源
   C. 220 V 的交流电源
   D. 高压直流电源

2. 用打点计时器研究纸带的运动规律时，在拉动纸带和合上电源开关两个操作中，应当先进行的操作是（　　）
   A. 先拉动纸带
   B. 先合上开关
   C. 拉动纸带和合上开关同时进行
   D. 先进行哪个操作都可以

3. 在用电磁打点计时器做测定变速直线运动的平均速度实验时，除了打点计时器、纸带、导线、铅笔，还需要的器材是：_____．

4. 图 1.4-8 为某次实验打出的纸带，电源的频率为 50 Hz，由图可知，A、B 两点对应的时间间隔为_____ s，纸带运动在 $A\rightarrow B$ 的路程上的平均速度为_____ m/s．

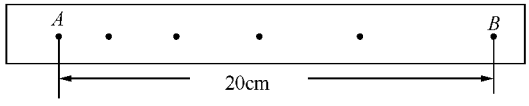


图 1.4-8

5. 根据打点计时器打出的纸带，可以从纸带上直接得到的物理量是（　　）
   A. 位移　　B. 速度
   C. 加速度　　D. 平均速度

读一读，你有何收获

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 为一常数，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，认为宇宙是从一个爆炸的大火球开始形成的．假设大爆炸后各星体即以不同的速度向外匀速直线运动，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，这一结果与上述观察一致．

由上述结论和天文学观测结果可估算宇宙的年龄 t，在这里我们可以将星球的退行运动看成是匀速直线运动．我们设 r 是星球退行的距离，v 是星球退行的速度，t 就是宇宙的年龄．那么，由 $v=Hr$ 可知 $v=Hvt$，消去 v，就得到 t 的计算式就是 $t=1/H$．根据近期观测，哈勃常数 $H=3\times10^{-2}$ m/(s·光年)，其中光年是光在一年中行进的距离，1 光年 $=3.0\times10^8\times(365\times24\times3600)=9.46\times10^{15}$ (m)，由此估算宇宙的年龄约为 $t=\dfrac{9.46\times10^{15}}{3\times10^{-2}}=3.15\times10^{17}$ (秒) $=1\times10^{10}$ (年)，即大约为 10 亿年．

需要全本请访问 www.ertongbook.com