直通常春藤

AP & SAT II 满分指南

物理

PHYSICS

刘利◎编著



教育科学出版社
ESPH Educational Science Publishing House

最适合中国学生的AP课程教材

高中生开拓国际视野的随堂宝典

国内外物理课程的完美整合

中英双语，双栏对照

四精模式：精讲+精学+精练+精选

配有真题模拟和答案详解

中国教育学会“十二五”规划课题成果

需要全本请访问 www.ertongbook.com

直通常春藤

AP & SAT II 满分指南

物理

PHYSICS

刘利◎编著

教育科学出版社
·北京·

出 版 人　所广一
策划编辑　石雷先
责任编辑　石雷先
版式设计　徐丛巍　孙欢欢
责任校对　贾静芳
责任印制　叶小峰

图书在版编目(CIP)数据

直通常春藤. AP & SAT Ⅱ满分指南. 物理 / 刘利编著. —北京:教育科学出版社,2015.5
ISBN 978-7-5041-9429-9

Ⅰ.①直… Ⅱ.①刘… Ⅲ.①中学物理课-高中-教学参考资料 Ⅳ.①G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 098341 号

直通常春藤——AP & SAT Ⅱ 满分指南　物理
ZHITONG CHANGCHUNTENG——AP & SAT Ⅱ MANFENZHINAN WULI

出版发行　教育科学出版社
社　　址　北京·朝阳区安慧北里安园甲 9 号
邮　　编　100101
传　　真　010－64891796
市场部电话　010－64989009
编辑部电话　010－64981258
网　　址　http://www.esph.com.cn

经　　销　各地新华书店
制　　作　北京博祥图文设计中心
印　　刷　保定市中画美凯印刷有限公司
开　　本　210 毫米×297 毫米　16 开
印　　张　25.75
字　　数　780 千
版　　次　2015 年 5 月第 1 版
印　　次　2015 年 5 月第 1 次印刷
定　　价　59.00 元

如有印装质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

前　言

随着我国经济的高速发展和人民生活水平的不断提高，越来越多的家庭有能力也有意愿让自己的孩子接受国外的高等教育。就像日本和韩国在20世纪经济腾飞后出现的留学高峰一样，我国也出现了自改革开放以来的第二波留学浪潮。与以往不同的是，高中生出国读大学的人数正逐年增多。在这种大背景下，各重点高中纷纷引入国际课程，学生参与AP及SAT考试的人数逐年增多。

AP是Advanced Placement的缩写，中文译为美国大学先修课程，指由美国大学理事会(The College Board)提供的在高中授课的大学课程。美国高中AP课程有22个门类、37个学科，已在美国15000多所高中普遍开设。美国高中生可以选修这些课程，在完成课业后参加AP考试。AP考试的成绩采用5分制，一般3分或3分以上的成绩可以在大学换取学分，但某些名牌大学接受的标准在4分甚至5分。一般修一门大学的课程要花费数千美元，而参加AP考试只需要82美元，因此选修AP课程不仅可以展现学生的能力，还是一种比较经济的措施。目前，已有40多个国家和地区的近3600所大学承认AP学分为其入学参考标准和该项考试为考生增添的大学学分，其中包括哈佛、耶鲁、牛津、剑桥、帝国理工等世界名牌大学。AP考试每年5月举行，目前已经在包括中国在内的全球约80个国家和地区开设。根据美国大学升学顾问委员会在全美范围内所做的调查，美国大学已经普遍把学生在AP考试中的表现作为衡量其是否能够胜任大学学习的依据，因此AP考试成绩已经成为众多大学录取中最为重要的依据之一，也是发放奖学金的主要条件之一。

SATⅡ是学科测试，包括数学、物理、化学等学科，SATⅡ成绩大部分学校是不需提交的，除非学校有特殊规定需要提交。SATⅡ其实就是专业课考试，给大学呈现学生在专门领域的水平。需要此成绩的大学一般要求至少有2门专业课考试成绩，考生一般参加3门专业课考试。我国学生主要选择数学、物理和化学。因为生物难度较大，所以选择人数较少；由于语言障碍，选择文科的人也相对较少。SATⅡ的难度远远小于AP。

对于准备出国的学生来说，他们在实际的学习中非常缺乏同步配套学习用书。他们认为，国内的参考书路子不对，国外的参考书看不太懂。他们最需要的参考书有以下特征：中英双语，以中文为引导，讲解知识，有英文练习题，每道题均有详细解答。还有很多学生，虽然没有在出国班，但又有志于出国深造，抑或是想开拓视野，学习原汁原味的国外物理课程。基于此种情况，我们以中国教育学会"十二五"规划课题为依托，将国内高中物理教材和国际课程中采用的主流原版教材进行对比，参照有关AP物理1、AP物理2及SATⅡ考试发行量较大的三种原版辅导书(Barron、Princeton和Kaplan)，分析比较出了高中物理在知识覆盖面、能力要求与教学难度方面的异同，遴选并确定了课程内容及专业词汇，真正实现了国内外物理课程的深度整合和有效衔接。本书按照国内的课程体系对高中物理各部分知识分章节进行编排，全书共十八章。每一节分为四个部分：第一部分为"知识点精讲"，详细介绍本节知识内容；第二部分为"知识点精学"，有典型例题和针对练习；第三部分为"作业题精练"；第四部分为英文的"AP模拟题精选"。本书为主侧双栏排版，主栏为中文，侧栏为英文专业词汇和英文讲解，这是本书的创新和特色。本书能给学生提供系统的高中物理内容体系和扎实的

中英双语物理训练，也能够使学生学习到物理专业英语词汇及专业的英语表达方式。本书对国内内容体系没有的知识作了补充，比如力矩、流体力学和驻波等（书中已用☆标出）。本书一定会帮助学生快速提高 AP 物理 1、AP 物理 2 及 SAT Ⅱ 的成绩，也能让普通高中的学生拓展国际视野，为看懂英文的学科网站和听懂英文的欧美名校网络公开课做好铺垫。

刘　利

2015 年 3 月

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目　录

第一章　运动的描述　匀变速直线运动的研究 / 001

第一节　质点 参考系 坐标系 / 001
第二节　时间和位移 / 001
第三节　运动快慢的描述——速度 / 005
第四节　速度变化快慢的描述——加速度 / 010
第五节　匀变速直线运动的速度与时间的关系 / 014
第六节　匀变速直线运动的位移与时间的关系 / 018
习题课　匀变速直线运动规律的应用 / 024
第七节　自由落体运动与竖直上抛运动 / 027
章末小结 / 030

第二章　力与平衡 / 031

第一节　力　重力 / 031
第二节　弹力 / 034
第三节　摩擦力 / 038
第四节　力的合成 / 043
第五节　力的分解 / 046
习题课　正交分解法及其应用 / 049
章末小结 / 053

第三章　牛顿运动定律 / 054

第一节　牛顿第一定律 / 054
第二节　牛顿第二定律 / 057
习题课 1　应用牛顿第二定律解两类问题 / 061
习题课 2　牛顿第二定律的综合应用 / 064
习题课 3　超重与失重 / 067
第三节　力学单位制 / 069
第四节　牛顿第三定律 / 069
章末小结 / 071

第四章　曲线运动 / 072

第一节　曲线运动及运动的合成与分解 / 072
第二节　平抛运动 / 075
第三节　圆周运动 / 079
第四节　向心加速度 / 082
第五节　向心力 / 082
第六节　圆周运动的应用 / 086
第七节　力矩☆ / 090
章末小结 / 092

第五章　万有引力定律 / 093

第一节　行星的运动 / 093
第二节　万有引力定律 / 096
第三节　万有引力定律的应用——两类问题 / 099
第四节　人造卫星　宇宙速度 / 102
习题课　万有引力定律的应用 / 105
章末小结 / 108

第六章　功和能 / 109

第一节　功 / 109
第二节　功率 / 113
第三节　重力势能与弹性势能 / 116
第四节　动能　动能定理 / 120
习题课 1　动能定理的应用 / 123
第五节　机械能守恒定律 / 126
习题课 2　机械能守恒定律的应用 / 130
第六节　能量守恒　功能关系 / 133
章末小结 / 138

第七章　动量 / 139

第一节　动量　动量定理 / 139
第二节　动量守恒定律 / 144
习题课　动量守恒定律的应用 / 148
第三节　碰撞与反冲 / 151
章末小结 / 158

第八章　流体力学☆ / 159

第一节　流体静力学 / 159
第二节　流体动力学 / 161
章末小结 / 163

第九章　机械振动 / 164

第一节　简谐运动 / 164
第二节　单摆 / 168
第三节　简谐运动的图像和公式 / 171
第四节　阻尼振动　受迫振动 / 175
章末小结 / 177

第十章　机械波 / 178

第一节　波的形成和传播 / 178

第二节　波的图像 / 181
第三节　波长、频率和波速 / 186
第四节　波的衍射和干涉 / 189
第五节　多普勒效应、惠更斯原理 / 192
第六节　驻波* / 195
章末小结 / 197

第十一章　热学 / 198

第一节　分子动理论 / 198
第二节　气体 / 201
第三节　固体、液体和物态变化 / 204
第四节　热力学定律 / 207
章末小结 / 210

第十二章　电场 / 211

第一节　电荷及其守恒定律 / 211
第二节　库仑定律 / 214
第三节　电场 / 217
第四节　电势能和电势 / 222
第五节　电势差 / 227
第六节　电势差与电场强度的关系 / 230
第七节　电容器和电容 / 233
第八节　带电粒子在匀强电场中的运动 / 237
章末小结 / 240

第十三章　恒定电流 / 241

第一节　电源和电流 / 241
第二节　电动势 / 241
第三节　欧姆定律 / 244
第四节　串联电路和并联电路 / 247
习题课　电表的改装与伏安法测电阻 / 250
第五节　焦耳定律 / 254
第六节　电阻定律 / 254
第七节　闭合电路欧姆定律 / 258
章末小结 / 262

第十四章　磁场 / 263

第一节　磁现象和磁场 / 263
第二节　磁感应强度 / 263
第三节　几种常见的磁场 / 266
第四节　通电导线在磁场中受到的力 / 269
第五节　运动电荷在磁场中受到的力 / 274
第六节　洛伦兹力的应用 / 278
章末小结 / 284

第十五章　电磁感应 / 285

第一节　电磁感应现象的发现 / 285
第二节　电磁感应的产生条件 / 285
第三节　法拉第电磁感应定律 / 288
第四节　楞次定律 / 291
第五节　电磁感应现象的两类情况 / 295
第六节　互感和自感 / 299
第七节　涡流　电磁阻尼和电磁驱动 / 299
章末小结 / 303

第十六章　交变电流 / 304

第一节　交变电流 / 304
第二节　描述交变电流的物理量 / 307
第三节　电感和电容对交变电流的影响 / 309
第四节　变压器 / 311
第五节　电能的输送 / 311
章末小结 / 314

第十七章　光 / 315

第一节　光的反射和折射 / 315
第二节　全反射 / 318
第三节　光的干涉 / 320
第四节　光的衍射和光的偏振 / 323
第五节　光的颜色　色散 / 325
第六节　光电效应　光的波粒二象性 / 328
章末小结 / 331

第十八章　原子与原子核 / 332

第一节　电子的发现 / 332
第二节　原子的核式结构模型 / 332
第三节　氢原子光谱 / 335
第四节　玻尔的原子模型 / 335
第五节　原子核的组成 / 339
第六节　放射性元素的衰变 / 339
第七节　探测射线的方法 / 342
第八节　放射性的应用与防护 / 342
第九节　核力与结合能 / 342
第十节　核裂变与核聚变 / 344
章末小结 / 346

答案与解析 / 347

第一章　运动的描述 匀变速直线运动的研究

第一节　质点 参考系 坐标系
第二节　时间和位移

（建议课时：1课时）

这两节内容给出了在研究物体的运动规律时必要的几个概念。其中，质点与位移是这两节的重点与难点。但在AP真题中，对物体是否可被看作质点一般不作考查。对于矢量与标量的运算知识，我们将在第二章第四节“力的合成”中作详细说明。

一、知识点精讲

1. 机械运动[①]： 一个物体相对于另一个物体的位置[②]变化，叫作机械运动，简称运动。

(1)运动是绝对的[③]，静止[④]是相对的[⑤]。一切物体都在不停地运动。房子是静止的，是相对于地球而言的，但它也在随地球转动。

(2)要研究某一物体的运动情况，需要明确它的运动相对于谁。

2. 参考系[⑥]： 为了研究某一物体的运动而假定为不动的另一物体，叫作参考系，也叫参照物。

(1)参考系的选取是任意的。

(2)同一物体的运动相对于不同的参考系，结果可能不同。

(3)无特殊说明时，通常选取地面为参考系。

3. 坐标系[⑦]： 为了定量地描述物体的位置及位置变化而在参考系上建立适当的坐标系。

(1)一维[⑧]直线坐标系　　(2)二维[⑨]平面坐标系



4. 质点[⑩]： 忽略物体的大小和形状，把它简化为一个有质量的点。

(1)质点是一种理想化的模型，抓住了主要因素，忽略了次要因素。

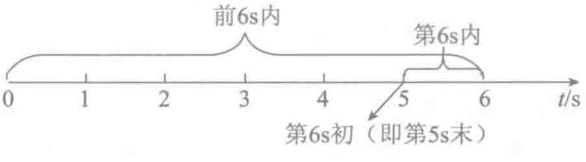
(2)物体可被看作质点的条件：物体的大小和形状在所研究的问题中可忽略。例如在研究一列火车从北京到上海时，其车长可忽略，可看作质点；但在研究火车出站时，由于车长不能忽略，所以不能被看作质点。

(3)平动的物体可被看作质点，转动的物体不能被看作质点，但不是绝对的。例如在研究骑车从家到学校的快慢时，车轮可被看作质点，但研究车轮转动时，则不能。

5. 时间[⑪]与时刻[⑫]

(1)时刻：指某一瞬间。用 t 表示。

(2)时间：指两时刻之间的间隔，或称时间间隔。可用 $\Delta t = t_2 - t_1$ 表示，也可直接用 t 表示。



6. 路程[⑬]与位移[⑭]

(1)位置：质点在某一时刻所在的空间的一点，可由坐标确定。用 x 表示。

汉英对照·学习札记

专业词汇

①机械运动 mechanical motion [mi'kænikəl'məuʃən]
②位置 position
③绝对的 absolute ['æbsəlu:t]
④静止 rest
⑤相对的 relative['relətiv]
⑥参考系 reference frame ['referəns freim]
⑦坐标系 coordinate system [kəu'ɔ:dineit]
⑧一维 one-dimension [di'menʃən]
原点 origin['ɔrədʒin]
⑨二维 two-dimension
⑩质点 mass point
⑪时间 time elapsed / time interval
⑫时刻 moment
⑬路程 distance traveled
⑭位移 displacement [dis'pleismənt]

英文讲解

Coordinate System

Motion is a change of position, so in order to discuss motion, we must first discuss position. To discuss position, we must choose an origin and a reference direction.

Position

The position of an object in one-dimension is specified by stating two things: the distance from the origin and the direction from the origin to the object. Thus, an object with position −6 meters is 6 meters to the left of the origin. If it moves to a position of −3 meters, it is now 3 meters to the left of the origin.

汉英对照·学习札记

专业词汇

①路径 path [pæθ]
②初位置 initial position [i'niʃəl]
③末位置 final position
④大小 magnitude ['mægnitju:d]
⑤方向 direction
⑥矢量 vector quantity ['vektə 'kwɔntiti]
⑦标量 scalar quantity ['skeilə]

英文讲解

One-dimensional motion means that objects are only free to move back and forth along a single line. As a coordinate system for one-dimensional motion, choose this line to be an x-axis together with a specified origin and positive and negative directions. The location of the origin and which way is called positive or negative may be chosen according to convenience.

Distance

The distance tra-veled by an object that moves from one position to another is just the total length of travel during the trip. This total length of travel depends on the path taken as the object moves from its initial position x_i to its final position x_f.

Displacement

$\Delta x = x_f - x_i$, which is just the change in position of the object regardless of the path taken, is different from distance traveled.

The primary difference between the two is that the distance an object travels tells you nothing about the direction of travel, while displacement tells you precisely how far, and in what direction, from its initial position an object is located.

(2)路程:质点运动路径①的长度。

(3)位移:质点位置的改变,可用初位置②到末位置③的有向线段表示。写作 $\Delta x = x_2 - x_1$,也可直接写作 x。只有在单向直线运动中,位移大小等于路程,其他情况位移大小都小于路程。绕操场跑一圈,路程不为零,但位移为零。

①大小④:从初位置到末位置有向线段的长度。

②方向⑤:从初位置指向末位置。

③物理意义:是描述位置变化的大小和方向的物理量。

7. 矢量⑥与标量⑦

(1)矢量:既有大小又有方向的物理量。如位移、速度、力等。

(2)标量:只有大小没有方向的物理量。如路程、时间、质量、温度、电阻、能量等。

二、知识点精学

1. 参考系

例 1 甲、乙两辆汽车均以相同的速度行驶,下列有关参考系的说法错误的是(　　)

A. 如果两辆汽车均向东行驶,若以甲车为参考系,乙车是静止的

B. 如果观察的结果是两辆车均静止,参考系可以是第三辆车

C. 如果以在甲车中走动的人为参考系,乙车仍是静止的

D. 如果甲车突然刹车停下,乙车仍向东行驶,以乙车为参考系,甲车往西行驶

解析:如果第三辆车的速度和甲、乙均相同,则B选项正确,如果以在甲车中走动的人为参考系,则甲车是运动的,乙车也是运动的,所以C选项说法有误。

答案:C

练 1 第一次世界大战时,一位法国飞行员在 2 000 m 高空飞行时,发现座舱边有一个与他几乎相对静止的小"昆虫",他顺手抓过来一看,原来是一颗子弹,发生这个故事是因为(　　)

A. 子弹静止在空中

B. 子弹飞行得很慢

C. 飞机飞行得很快

D. 子弹与飞机同方向飞行,且飞行的速度很接近

2. 质点

例 2 在以下的哪些情况中可将所研究的物体看成质点(　　)

A. 研究某学生骑车由学校回家的速度

B. 对这位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:质点是指有质量而不考虑大小和形状的物体。它是我们为了研究问题方便而引入的一种理想化模型,A、C情景中物体的大小和形状能忽略,因而可看成质点;B、D情景中所研究的问题都涉及物体的不同部分,此时的物体就不能再看成质点,否则问题将无法研究。

答案:AC

练 2 下列情况中的运动物体,不能被看成质点的是(　　)

A. 研究绕地球飞行的航天飞机的轨道

B. 研究飞行中直升机上的螺旋桨的转动情况

C. 计算从北京开往上海的一列火车的运行时间

D. 计算在传送带上输送的工件数量

3. 时间与时刻

例 3 关于时间和时刻,下列说法中正确的是(　　)

A. 第 4 s 末就是第 5 s 初,指的是时刻

B. 物体在 5 s 时指的是物体在 5 s 初时,指的是时刻

C. 物体在 5 s 内指的是物体在 4 s 末到 5 s 初这 1 s 的时间

D. 物体在第 5 s 内指的是物体在 4 s 末到 5 s 末这 1 s 的时间

解析：时刻对应于一个瞬间，时间对应于一个过程，通常说在5 s时，指的是在第5 s末，所以B错。在5 s内指前5 s内，也就是从计时开始到第5 s末，C错。

答案：AD

练 3 下列说法中指时间间隔的是(　　)

A. 天津开往德州的625次列车于13时35分从天津出发

B. 某人用15 s跑完100 m

C. 中央电视台新闻联播节目每天19时开始

D. 某场足球赛在开赛80分钟时，甲队才攻入一球

4. 路程与位移

例 4 某人站在楼房顶层从O点竖直向上抛出一个小球，上升的最大高度为20 m，然后落回到抛出点O下方25 m的B点，则小球在这一运动过程中通过的路程和位移分别为(规定竖直向上为正方向)(　　)

A. 25 m、25 m　　B. 65 m、25 m　　C. 25 m、−25 m　　D. 65 m、−25 m

解析：注意位移有方向，其正、负号的意义是：正号时位移方向与规定的正方向相同，负号时位移方向与规定的正方向相反。分清整体的运动过程，明确初末位置，找到代表位移的有向线段，箭头向下，则位移为负，线段长度为25m。通过的路径的全长即路程为65m。

答案：D

练 4a 关于质点的位移和路程，下列说法中正确的是(　　)

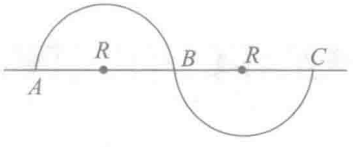
A. 沿直线运动的物体，位移和路程是相等的

B. 质点沿不同的路径由A到B，其路程可能不同而位移是相同的

C. 质点通过一段路程，其位移可能是零

D. 质点运动的位移大小可能大于路程

练 4b 如图所示，一质点沿两个半径为R的圆弧从A运动到C，则它的位移和路程分别是(　　)



A. $4R$，由A指向C；$2R$

B. $4R$，由A指向C；$2\pi R$

C. $4\pi R$，由A指向C；$4R$

D. $4\pi R$，由A指向C；$2\pi R$，由A指向C

5. 矢量与标量

例 5 关于矢量和标量，下列说法中正确的是(　　)

A. 矢量是既有大小又有方向的物理量

B. 标量是既有大小又有方向的物理量

C. 位移−10 m比5 m小

D. −10 ℃比5 ℃的温度低

解析：矢量的正负号表示的是方向，所以在比较大小时，位移−10 m比5 m大，负号代表其方向与规定的正方向相反。标量的正负号有其他的含义，如−10 ℃比5 ℃的温度低，−10 m比5 m的高度低。

答案：AD

练 5 下列物理量中，属于矢量的是(　　)

A. 质量　　B. 时间　　C. 路程　　D. 位移

三、作业题精练

1. 在研究下述运动时，能把物体看作质点的是(　　)

A. 研究跳水运动员在空中的跳水动作时

B. 研究飞往火星的宇宙飞船最佳运行轨道时

C. 一枚硬币用力上抛并猜测它落地时正面是朝上还是朝下时

D. 研究汽车在上坡时有无翻倒的危险时

2. 高速铁路的快速发展正改变着我们的生活，高速列车使我们的出行更加舒适、便捷，下列情况中，可将列车视为质点的是(　　)

A. 测量列车的长度

汉英对照·学习札记

The change in position is calculated by subtracting the initial position from the final position. In the subtraction, the + and − direction signs are treated as algebra signs. An object that moves from −6 meters to −3 meters has a change of position of +3 meters.

What is the displacement of an athlete who has run a lap on a 400-meter track? The answer, of course, is zero; after running a lap, the athlete is back where he or she started. The distance traveled by the athlete, and not the displacement, is 400 meters.

Time

How much time t has elapsed since some initial time? The initial time is often referred to as "the start of observations" and even more often assigned the value 0. We will refer to the amount of time t that has elapsed since time zero as the stopwatch reading. A time interval Δt (to be read "delta t") can then be referred to as the difference between two stopwatch readings.

To specify the position of an object on a line, one has to define a reference position (the start line) and a forward direction. Having defined a forward direction, the backward direction is understood to be the opposite direction. It is conventional to use the symbol x to represent the position of a particle. The values that x can have, have units of length. The SI unit of length is the meter. (SI stands for "System International", the international system of units.)

汉英对照·学习札记

The symbol for the meter is m. The physical quantity x can be positive or negative where it is understood that a particle which is said to be minus five meters forward of the start line (more concisely stated as $x = -5$ m) is actually five meters behind the start line.

B. 计算列车在两城市间运行的快慢
C. 分析列车形状对所受阻力的影响
D. 研究列车车轮的转动
3. "抬头望明月，月在云中行"，这时选取的参考系是(　　)
A. 月亮　　B. 云　　C. 地面　　D. 观察者
4. 关于时刻和时间间隔，下列说法中正确的是(　　)
A. 新年钟声在元旦零时敲响，这个"零时"指的是时刻
B. 现在是北京时间晚上七点，这个"七点"指的是时间间隔
C. 某同学放学后在校门口等了一刻钟，公交车才来，这个"一刻钟"指的是时刻
D. 杨利伟乘坐的"神舟"五号宇宙飞船绕地球飞行了 21 时 18 分后胜利返回地面，这里的"21 时 18 分"指的是时刻
5. 两辆汽车在平直的公路上匀速并排行驶，甲车内一个人看见窗外树木向东移动，乙车内一个人发现甲车没有动，以大地为参考系，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、乙两车以相同的速度同时向西运动
6. 一个质点做半径为 R 的圆周运动，在它运动一周的过程中，位移最大值和路程最大值分别为(　　)
A. $0, 2R$　　B. $2R, 2R$　　C. $2\pi R, 2\pi R$　　D. $2R, 2\pi R$
7. 一只篮球从 2 m 高处落下，被地面弹回，在距地面 1 m 高处被接住. 则这只篮球通过的路程和位移的大小分别是(　　)
A. 3 m，3 m　　B. 1 m，1 m　　C. 3 m，1 m　　D. 1 m，3 m
8. 下列物理量中是矢量的是(　　)
A. 电流　　B. 位移　　C. 质量　　D. 温度

四、AP 模拟题精选

译文：
1. 田径运动员绕 400 m 跑道跑 2 圈，总位移是多少？

1. An athlete runs two laps of a 400 m track. What is the athlete's total displacement? (　　).
(A) −800 m　　(B) −400 m　　(C) 0 m
(D) 400 m　　(E) 800 m

2. 以下哪种说法与位移有关？
Ⅰ. 走蜿蜒的乡间小路，小镇离这有 5 英里的车程。
Ⅱ. 小镇海拔 940 m。
Ⅲ. 小镇在北边，直线距离 10 英里。

2. Which of the following statements contains a reference to displacement? (　　).
Ⅰ. "The town is a five mile drive along the winding country road."
Ⅱ. "The town sits at an altitude of 940 m."
Ⅲ. "The town is ten miles north, as the crow flies."
(A) Ⅰ only　　(B) Ⅲ only　　(C) Ⅰ and Ⅲ only
(D) Ⅱ and Ⅲ only　　(E) Ⅰ, Ⅱ, and Ⅲ

3. 以下哪个物理量是矢量？

3. Which is a vector quantity? (　　).
(A) distance　　(B) position　　(C) time
(D) displacement　　(E) distance traveled

4. 你开车离开停车位并沿主路向东行驶了 4.83 千米到达小卖部。买完东西后，你开车向西沿主路回家到达你的停车位。(a) 你的路程为多少？(b) 你的位移是多少？

4. In your car, you leave your parking spot and drive 4.83 km east on Main Street to go to the grocery store. After shopping, you go back home by traveling west on Main Street and find your parking spot is still available. (a) What distance do you travel during this trip? (b) What is your displacement?

本请访问 www.ertongbook.com

第三节　运动快慢的描述——速度　（建议课时：1课时）

本节内容为速度这一重要概念的详细解释，与初中学到的知识有不同之处，不光关注运动的快慢，还要考虑运动的方向。平均速度为本节的重、难点。此外，本节补充了平均速率这一国际课程要求的概念。

一、知识点精讲

1. 速度[①]： 位移与发生这段位移所用时间的比值。

(1)大小(定义式)：$v=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{x_2-x_1}{t_2-t_1}$，也可简写为 $v=\frac{x}{t}$。

(2)方向：即物体运动的方向。速度是矢量，负号代表其方向与规定的正方向相反。

(3)单位[②]：m/s[③]或 ms^{-1}，1m/s=3.6km/h。

(4)物理意义：描述物体运动快慢与方向的物理量。

2. 平均速度[④]： 用 $\overline{v}$[⑤]表示。

(1)大小：$\overline{v}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$，也可简写为 $\overline{v}=\frac{x}{t}$。绕操场跑一圈，位移为零，平均速度为零。

(2)方向：与位移 x 的方向相同。平均速度是矢量。

(3)物理意义：粗略描述物体运动快慢和方向的物理量

(4)注意：平均速度与所选定的时间(或位移)有关，在变速直线运动中，不同的时间(位移)对应的平均速度可能不同。

3. 瞬时速度[⑥]： 运动物体在某时刻(或位置)的速度，称为瞬时速度，简称为速度。

(1)大小：$\Delta t(\Delta t\to 0)$时间内的平均速度，即这一瞬间的速度。

(2)方向：此时刻运动的方向，若轨迹为曲线，则是该点切线方向。瞬时速度是矢量。

(3)物理意义：精确描述物体运动快慢和方向的物理量.

(4)注意：瞬时速度与选取的时刻(或位置)有关，所以求瞬时速度必须指明哪一时刻(或位置)的速度。

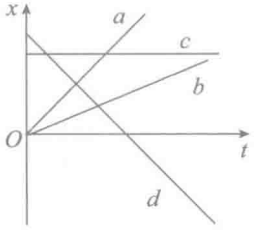
4. 瞬时速率[⑦]： 即瞬时速度的大小，简称为速率。瞬时速率是标量。

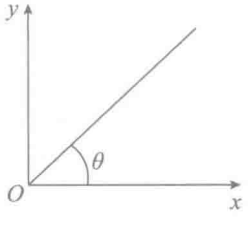
5. 平均速率[⑧]： 物体通过的路程与所用时间的比值。平均速率是标量。平均速率不是平均速度的大小。

6. 匀速直线运动： 瞬时速度保持不变的运动。速度大小不变，方向也不变。

7. $x-t$ 图像[⑨]与 $v-t$ 图像[⑩]

(1)位移时间图像($x-t$ 图像)

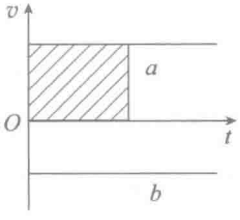




$x-t$ 图线的斜率[⑪](斜率 k：即在图中 $k=\tan\theta=\frac{y}{x}$，图线倾斜程度越大，斜率越大)代表速度，所以 a、b、d 物体都在做匀速直线运动，c 物体处于静止。a 比 b 速度大，d 物体在向负方向做匀速直线运动。

(2)速度时间图像($v-t$ 图像)

物体 a 和 b 都在做匀速直线运动，a 的速度大于 b，阴影部分的面积[⑫]代表物体 a 的位移，此面积处于横轴[⑬]上方，代表位移方向为正。b 物体与坐标轴围成的面积在横轴下方，代表位移的方向为负。



汉英对照·学习札记

专业词汇

①速度 velocity [vəˈlɔsiti]
②国际单位 the SI unit
③米每秒 meters per second
④平均速度 average velocity
⑤the bar over the v means average
⑥瞬时速度 instantaneous velocity [ˈinstənˈteinjəs]
⑦瞬时速率 instantaneous speed
⑧平均速率 average speed
⑨位移时间图像 position vs. time graph
⑩速度时间图像 velocity vs. time graph
⑪斜率 slope [sləup]
For any position vs. time graph, the velocity at time t is equal to the slope of the line at t.
⑫面积 area
The displacement in a given time interval is equal to the area under the graph during that same time interval.
⑬x 轴 x-axis [ˈæksis]

英文讲解

SI unit
The SI unit of length is the meter. (SI stands for "System International," the international system of units.) The symbol for the meter is "m".

Average speed
An important part of describing motion is to specify how rapidly an object moves. One way to do this is to quote an average speed,

$$\text{average speed}=\frac{\text{distance}}{\text{elapsed time}}$$

Thus, average speed is the distance traveled divided by the amount of time it took to travel that distance.

Average velocity
Another, sometimes more appropriate, way to describe the rate of motion is to quote an average velocity, $v_{av}=\frac{\text{displacement}}{\text{elapsed time}}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{x_f-x_i}{\Delta t}$

Thus, average velocity is the displacement divided by the amount of time it took to undergo that displacement.

总之，处理图像问题，一般要注意以下几个关键问题：即“轴、点、线、面、斜、截”的含义。

轴：弄清直角坐标系中，横轴、纵轴代表的含义，即图像是描述哪两个物理量间的关系，是位移—时间关系，还是速度—时间关系。

点：弄清图像上任一点的物理意义，实质是两个轴所代表的物理量的瞬时对应关系，如代表 t 时刻的位移，或 t 时刻对应的速度等。

线：图像上的一段直线或曲线一般对应一段物理过程，给出了纵轴代表的物理量随横轴代表的物理量的变化过程。

面：图像和坐标轴所夹的“面积”往往代表另一个物理量的变化规律，看两轴代表的物理量的“积”有无实际的物理意义，可以从物理公式分析，也可从单位的角度分析，如 $v-t$ 图像“面积”代表对应的位移。

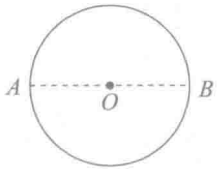
斜：即斜率，也往往代表另一个物理量的规律，看两轴所代表物理量的变化之比的含义。同样可以从物理公式或单位的角度分析，如 $x-t$ 图像中，某点切线[①]斜率代表速度等。

截：即纵轴截距，一般代表物理过程的初状态情况，即时间为零时的位移或速度的值。

二、知识点精学

1. 平均速度与瞬时速度

例 1 如图所示，一个人沿着一个圆形轨道运动，由 A 点开始运动，经过半个圆周到达 B 点。下列说法正确的是(　　)



A. 人从 A 到 B 的平均速度方向由 A 指向 B

B. 人从 A 到 B 的平均速度方向沿 B 点的切线方向

C. 人在 B 点瞬时速度方向由 A 指向 B

D. 人在 B 点瞬时速度方向沿 B 点的切线方向

解析：平均速度的大小为位移大小除以时间，其方向与位移方向相同。而瞬时速度的方向是该点的切线方向。

答案：AD

练 1a 有关瞬时速度、平均速度、平均速率，以下说法正确的是(　　)

A. 瞬时速度是指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

练 1b 短跑运动员在 100 m 竞赛中，测得 7 s 末的速度是 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(　　)

A. 9 m/s　　B. 9.6 m/s　　C. 10 m/s　　D. 10.2 m/s

2. 平均速度的计算

例 2 一质点做变速直线运动，若前 $\frac{t}{3}$ 内的平均速度为 6 m/s，后 $\frac{2t}{3}$ 时间的平均速度为 9 m/s，则这段时间 t 内的平均速度为_____ m/s. 若质点前一半位移的平均速度为3 m/s，后一半位移的平均速度为 6 m/s，则这段位移的平均速度为_____ m/s。

解析：在变速直线运动中，求某段位移或某段时间内的平均速度，必须用这段位移和所用时间之比求解。(1)总位移 $x=x_1+x_2=6\times\frac{t}{3}+9\times\frac{2t}{3}=8t$，∴ 平均速度 $\overline{v}=\frac{x}{t}=\frac{8t}{t}=8$ m/s；

(2)总时间 $t=t_1+t_2=\frac{\frac{x}{2}}{3}+\frac{\frac{x}{2}}{6}=\frac{x}{4}$，∴ 平均速度 $\overline{v}=\frac{x}{t_1+t_2}=\frac{x}{\frac{x}{4}}=4$ m/s。

答案：8 m/s；4 m/s

专业词汇

①切线 tangent line ['tændʒənt]

英文讲解

The difference between average speed and average velocity is that average speed relates to the distance traveled while average velocity relates to the displacement. Therefore, average speed tells you about the average rate of motion over the entire path taken and contains no directional information. Average velocity, on the other hand, only relates to the rate at which an object goes from x_i to x_f, regardless of the path taken, and thereby specifies direction.

In everyday conversation, we usually say speed when we talk about how fast something is moving. However, in physics, it is often important to determine the direction of this motion, so you'll find velocity come up in physics problems far more frequently than speed.

Instantaneous velocity:

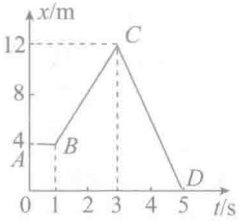
Often, we require the velocity that an object has at a specific instant in time; this velocity is called the instantaneous velocity. Instantaneous velocity is the limit of the average velocity as the time interval (and thus also the change in position) approaches zero. $v=\lim\limits_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta x}{\Delta t}$.

练 2 某运动物体做单向直线运动，第 1 秒内平均速度是 3 m/s，第 2、第 3 秒内的平均速度是 6 m/s，第 4 秒内的平均速度是 5 m/s，则全部时间内的平均速度是(　　)

A. 3 m/s　　B. 5 m/s　　C. 6 m/s　　D. 0

3. 图像

例 3 如图所示是一辆汽车做直线运动的 $x-t$ 图像，对相应的线段所表示的运动，下列说法正确的是(　　)



A. AB 段表示静止

B. BC 段发生的位移大于 CD 段发生的位移

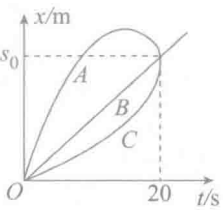
C. CD 段运动方向和 BC 段运动方向相反

D. CD 段运动速度大小大于 BC 段运动速度大小

解析：分析图线可知：AB 段表示汽车静止；BC 段表示汽车向正方向做匀速直线运动，发生的位移为 8 m，$v_{BC}=\frac{\Delta x_1}{\Delta t_1}=\frac{12-4}{3-1}$ m/s=4 m/s；CD 段表示汽车反方向做匀速直线运动，发生的位移为 −12 m，$v_{CD}=\frac{\Delta x_2}{\Delta t_2}=\frac{0-12}{5-3}$ m/s=−6 m/s，负号表示运动方向与正方向相反。

答案：ACD

练 3a 若有 A、B、C 三辆汽车同时同地出发沿笔直公路行驶，它们运动的情况在 $x-t$ 图像中如图所示，则在 20 s 内，它们的平均速度关系为(　　)



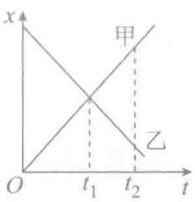
A. $v_A=v_B=v_C$

B. $v_A>v_B=v_C$

C. $v_A>v_C>v_B$

D. $v_A=v_B<v_C$

练 3b 如图所示为甲、乙两物体的位移—时间图像，则(　　)



A. 甲、乙两物体都做变速运动

B. 若甲、乙两物体在同一直线上运动，则一定会相遇

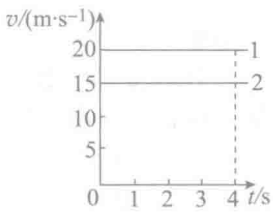
C. t_1 时刻甲、乙相遇

D. t_2 时刻甲、乙相遇

例 4 如图所示是两质点运动的 $v-t$ 图像，求：

(1)质点 1 和 2 的速度分别是多少？

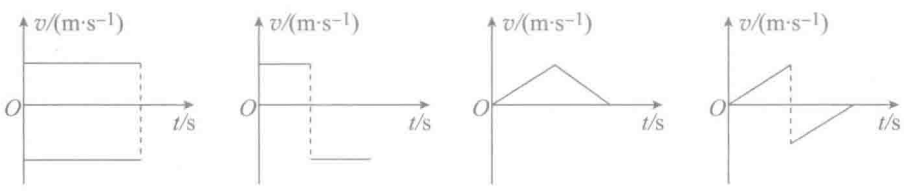
(2)4 s 内质点 1 和 2 的位移分别是多少？



解析：由图可知，质点 1 和 2 做匀速直线运动，质点 1 的速度大小 $v_1=20$ m/s，质点 2 的速度大小 $v_2=15$ m/s，运动方向相同。质点 1 在 4 s 内的位移 $s_1=v_1t=20\times4=80$ m，质点 2 在 4 s 内的位移 $s_2=v_2t=15\times4=60$ m。

答案：(1)20 m/s　15 m/s　(2)80 m　60 m

练 4 一同学从家中出发，沿平直街道以一定速率走到邮局，发信之后沿原路以相同的速率返回家中，设出发时方向为正。则图中能描述他的运动情况的是(　　)



汉英对照 · 学习札记

Instantaneous speed

The magnitude of the instantaneous velocity of an object (how fast it is going) is its instantaneous speed.

In general, average and instantaneous velocities will have very different values. However, the case of constant velocity motion is special in that the average velocity over any time interval equals the instantaneous velocity at any time. Because of this, the definition of average velocity also serves as an equation that describes constant velocity motion. For this special case, the equation is often written as $\Delta x=v\Delta t$, where v no longer needs to be called v_{av}.

How fast and which way the particle is going—the velocity of the object. Because we are considering an object that is moving only along a line, the "which way" part is either forward or backward. Since there are only two choices, we can use an algebraic sign ("+" or "−") to characterize the direction of the velocity. By convention, a positive value of velocity is used for an object that is moving forward, and a negative value is used for an object that is moving backward. Velocity has both magnitude and direction. The magnitude of a physical quantity that has direction is how big that quantity is, regardless of its direction. So the magnitude of the velocity of an object is how fast that object is going, regardless of which way it is going. Consider an object that has a velocity of 5 m/s. The magnitude of the velocity of that object is 5 m/s. Now consider an object that has a velocity of −5 m/s. (It is going backward at 5 m/s.)

汉英对照·学习札记

The magnitude of its velocity is also 5 m/s. Another name for the magnitude of the velocity is the speed. In both of the cases just considered, the speed of the object is 5 m/s despite the fact that in one case the velocity was −5 m/s. To understand the "how fast" part, just imagine that the object whose motion is under study has a built-in speedometer. The magnitude of the velocity, a. k. a. the speed of the object, is simply the speedometer reading.

三、作业题精练

1. 下列给出的速度中哪些是指瞬时速度？(　　)

A. 子弹从枪口射出的速度是 700 m/s

B. 火车从北京到天津的速度是 120 km/h

C. 汽车在启动后 5 s 末的速度是 72 km/h

D. 百米运动员以 10 m/s 的速度通过终点

2. 火车在 A、B 两个城市间的平均速度是 72 km/h，从 A 到 B 用了 2 小时，由此可以确定下列说法正确的是(　　)

A. 火车在行驶过程中每时刻的速度都是 72 km/h

B. 火车经过某一位置的速度是 72 km/h

C. A、B 两城市相距 144 km

D. 火车在头一小时内行驶的距离一定是 72 km

3. 在 2008 年北京奥运会中，牙买加选手博尔特是公认的世界飞人，在男子 100 m 决赛和男子 200 m 决赛中分别以 9.69 s 和 19.30 s 的成绩打破两项世界纪录，获得两枚金牌。关于他在这两次决赛中的运动情况，下列说法正确的是(　　)

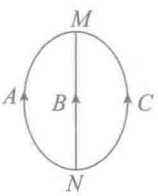
A. 200 m 决赛中的位移是 100 m 决赛的两倍

B. 200 m 决赛中的平均速度约为 10.36 m/s

C. 100 m 决赛中的平均速度约为 10.32 m/s

D. 100 m 决赛中的最大速度约为 20.64 m/s

4. 三个质点 A、B、C 同时从 N 点出发，同时到达 M 点，三质点的运动轨迹如图所示，下列说法正确的是(　　)



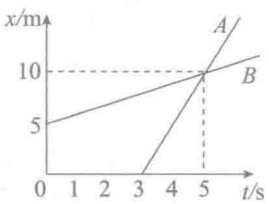
A. 三个质点从 N 到 M 的平均速度相同

B. B 质点从 N 到 M 的平均速度方向与任意时刻瞬时速度方向相同

C. 到达 M 点的瞬间速率一定是 A 的大

D. 三个质点从 N 到 M 的平均速率相同

5. 物体 A、B 的 $x-t$ 图像如图所示，由图可知(　　)



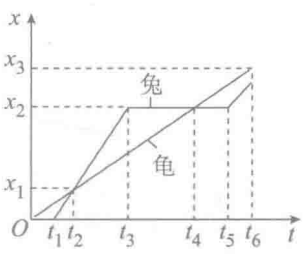
A. 从第 3 s 起，两物体运动方向相同，且 $v_A > v_B$

B. 两物体由同一位置开始运动，但物体 A 比 B 迟 3 s 才开始运动

C. 在 5 s 内物体的位移相同，5 s 末 A、B 相遇

D. 5 s 内 A、B 的平均速度相等

6. 小李讲了一个龟兔赛跑的故事，按照小李讲的故事情节，兔子和乌龟的位移图像如图所示，请你依照图像中的坐标，并结合物理学的术语来讲述这个故事。在讲故事之前，先回答下列问题。



(1)故事中的兔子和乌龟是否在同一地点同时出发？

(2)乌龟做的是什么运动？

(3)兔子和乌龟在比赛途中相遇过几次？

(4)哪一个先到达终点？

7. 一辆汽车以 20 m/s 的速度沿平直的公路从甲地开往乙地，又以 30 m/s 的速度从乙地开往丙地。已知甲、乙两地间的距离与乙、丙两地间的距离相等，求该汽车在从甲地开往丙地的过程中平均速度的大小。

有一位同学是这样解的：$v=\dfrac{20+30}{2}$ m/s = 25 m/s，请问上述解法正确吗？为什么？应该如何解？

四、AP 模拟题精选

Questions 1 and 2 refer to a car that travels from point A to point B in four hours, and then from point B back to point A in six hours. The road between point A and point B is perfectly straight, and the distance between the two points is 240 km.

1. What is the car's average velocity? (　　).

(A)0 km/h　　(B)48 km/h　　(C)50 km/h

(D)60 km/h　　(E)100 km/h

2. What is the car's average speed? (　　).

(A)0 km/h　　(B)48 km/h　　(C)50 km/h

(D)60 km/h　　(E)100 km/h

3. A woman runs 40 m to the north in 6.0 s, and then 30 m to the east in 4.0 s. What is the magnitude of her average velocity? (　　).

(A)5.0 m/s　　(B)6.0 m/s　　(C)6.7 m/s

(D)7.0 m/s　　(E)7.5 m/s

4. In a coordinate system in which east is the positive direction and west is the negative direction, you take a total time of 105 seconds to walk 20 m west, then 10 m east, followed by 15 m west. With what average speed have you walked? (　　).

(A)0.24 m/s　　(B)0.43 m/s　　(C) −0.24 m/s

(D)−0.43 m/s　　(E)0 m/s

汉英对照·学习札记

译文：

对于第 1 题和第 2 题：一辆车用了 4 个小时从 A 点移动到 B 点，然后又用了 6 个小时从 B 点回到了 A 点。A 与 B 之间的道路笔直且间距为 240 km。

1. 这辆车的平均速度是多少？

2. 这辆车的平均速率是多少？

3. 一个人在 6 s 内向北跑了 40 m，然后用时 4 s 向东跑了 30 m，则她平均速度的大小是多少？

4. 在坐标系中，以东为正方向，西为负方向，你向西走 20 m，然后向东走 10 m，再向西走 15 m，共用时 105 s。那么，你走路的平均速率是多少？

汉英对照·学习札记

第四节 速度变化快慢的描述——加速度 （建议课时：1～2课时）

本节引入了一个全新的、描述速度变化快慢的物理量：加速度。此概念是整章最核心的内容，也是物理学最重要的物理量之一。AP课程对本节内容的要求与国内课程相同，要对加速度有非常全面和深刻的理解。

专业词汇

①加速度 acceleration [æk'selə'reiʃən]

②速度的变化量 change in velocity

③速度的变化率 the rate of change of the velocity

④米每二次方秒 meter per second squared

⑤负 minus ['mainəs]

⑥匀变速直线运动 one-dimensional motion with uniform acceleration

⑦$a-t$ 图 acceleration vs. time graph

The change in velocity in a given time interval is equal to the area under the graph during that same time interval.

英文讲解

Acceleration

Speed and velocity only deal with movement at a constant rate. When we speed up, slow down, or change direction, we want to know our acceleration. Acceleration is a vector quantity that measures the rate of change of the velocity vector with time: $a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{v_f-v_i}{t_f-t_i}$.

Instantaneous acceleration is the limit of the average acceleration as the time interval (and thus also the change in velocity) approaches zero. Acceleration can be positive or negative, depending on the direction of the change in velocity. The acceleration can be zero while the velocity is not zero. The acceleration can be large at a time when the velocity is zero.

一、知识点精讲

1. 加速度①

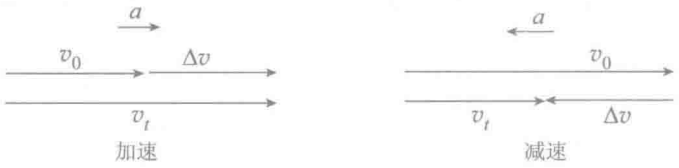
(1)定义：速度的变化量②与发生这一变化所用时间的比值。

(2)定义式：$a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{v_t-v_0}{t}$（也叫速度的变化率③，即速度变化的快慢。$a$ 越大，速度变化得越快；a 越小，速度变化得越慢）。

(3)单位：m/s^2 或 $m\cdot s^{-2}$，读作米每二次方秒④。

(4)方向：与 Δv 的方向相同，如图所示。加速度是矢量。

若规定初速度的方向为正，则左图中的加速度为正，右图中的加速度为负⑤。



(5)物理意义：描述速度变化快慢的物理量。

2. 加速度方向与运动的关系

(1)a 与 v 同向时，物体做加速运动；反之亦然。

(2)a 与 v 反向时，物体做减速运动；反之亦然。

(3)$a=0$ 时，$\Delta v=0$，v 不变，物体做匀速直线运动。

3. 匀变速直线运动⑥

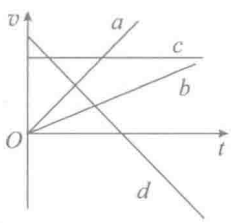
(1)定义：任意相等时间内，速度改变均相等的直线运动叫匀变速直线运动。也可说成是速度均匀改变的直线运动，或加速度恒定的直线运动是匀变速直线运动

(2)分类

匀加速直线运动：a 与 v 同向且 a 恒定（不为零）。

匀减速直线运动：a 与 v 反向且 a 恒定（不为零）。

(3)在 $v-t$ 图中的表示：



加速度在 $v-t$ 图中应为图线的斜率（斜率 $k=\frac{\Delta v}{\Delta t}=a$）。

① 平行于横轴的直线：c 图线。其斜率为零，加速度为零，代表物体在向正方向做匀速直线运动。

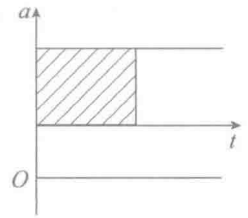
② 倾斜的直线：a、b、d 图线。其斜率均没有改变，即加速度恒定，说明其所代表的物体都在做匀变速直线运动。

③ 倾斜方向：（第一象限）斜向右上：a、b 图线。斜率为正，即加速度为正，说明其所代表的物体在向正方向做匀加速直线运动。

（第一象限）斜向右下：d 图线。斜率为负，即加速度为负，说明其所代表的物体在向正方向做匀减速直线运动。

④ 倾斜程度：倾斜程度越大，斜率越大，则加速度越大。所以 a 的加速度大于 b，即 a 速度增加得比 b 快。

(4)在 $a-t$ 图⑦中的表示：



①平行于横轴的直线代表物体做匀变速直线运动。

②与横纵坐标轴围成的面积代表速度的变化量。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com