

·义务教育课程标准·



物理

定律公式与实验操作宝典

策划：刘邵来
主编：童建庭

高中版



YZLI0890141947

知识网络\基点导学
难点解析\重点突破
实战演练\链接高考



湖南少年儿童出版社

HUNAN JUVENILE & CHILDREN'S PUBLISHING HOUSE

· 义务教育课程标准 ·



物理

定律公式与实验操作宝典

高中版



策划：刘邵来
主 编：童建庭

分册主编：彭知文

编 委 会：喻尉庭 罗涛涛



YZLI0890141947



湖南少年儿童出版社

HUNAN JUVENILE & CHILDREN'S PUBLISHING HOUSE

图书在版编目(CIP)数据

物理定律公式与实验操作宝典：高中版 / 童建庭
主编. —长沙：湖南少年儿童出版社，2010.3
(掌中宝典工具书系列)
ISBN 978-7-5358-5034-8

I. ①物… II. ①童… III. ①物理—定律—高中—
教学参考资料 ②物理—公式—高中—教学参考资料
③物理实验—高中—教学参考资料 IV. ①
G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 035071 号

策划编辑：徐烈军
责任编辑：陈星星 刘慧姣
装帧设计：小荟工作室
质量总监：郑 瑾

出 版 人：胡 坚
出版发行：湖南少年儿童出版社
社 址：湖南省长沙市晚报大道 89 号 邮编：410016
电 话：0731-82196301（销售部） 82196313（总编室）
传 真：0731-82196301（销售部） 82196330（综合管理部）
经 销：湖南省新华书店
常年法律顾问：北京市长安律师事务所长沙分所 张晓军律师
印 制：长沙超峰印刷有限公司
开 本：700 mm×1000 mm 1/32
印 张：10
版 次：2011 年 8 月第 1 版
印 次：2011 年 8 月第 1 次印刷
定 价：15.80 元

版权所有 侵权必究

质量服务承诺：若发现缺页、错页、倒装等印装质量问题，可直接向本社
调换。

服务电话：0731-82196362

前言

亲爱的同学们,你是否曾经为铺天盖地的学习资料所困扰?你是否常在茫茫题海中迷失方向?你是否还在为自己的学习成绩上不去而苦恼?当你选择了本套丛书,你就会感到庆幸和惊喜。如果说众多的辅导书是星星的话,那它就是月亮!翻翻看吧,它会让你爱不释手。

为了帮助广大中学生更好地学习、掌握并灵活运用知识,提高学习成绩,我们特邀名校教学一线的特级教师和长期从事教学研究的资深专家,依据新“课程标准”和最新的“考试说明”,精心策划并编写了这套《掌中宝典》系列学考工具书。

我们始终遵循“精要、实用、准确、新颖”的原则倾力打造这套丛书。其中“精要”表现在系统归纳学科零散知识,由点及线,由线及面,化零为整;“实用”表现在突出学科知识的基础性、重点和难点,对接高考;“准确”表现在权威解





读新“课程标准”，兼顾各版本教材，范围恰当，难度适中；“新颖”表现在既有基本方法的总结，又有解题技巧的点拨。

本套丛书是一套便于同学们快捷地查对各知识要点和系统复习的经典手册，也是一套集理论知识和实际应用于一体的全能宝典，能使同学们在相关知识的学习中抓住关键，掌握要领，在提高学习效率与备考应试等方面带来很大的帮助。希望此套丛书能够成为同学们学习路途上的翅膀和航标，帮助同学们感受学习的乐趣，体会技巧的魅力，迈向成功的巅峰。

我们以高度的责任感来编写这套丛书，并为此进行了深入的探索和不懈的努力，但错漏之处在所难免，敬请广大读者理解、支持，并把你们的意见和建议告诉我们，以利我们对该书进行修订和完善。

编 者



目 录

第一章 运动的描述	1
第二章 匀变速直线运动	10
第三章 相互作用	27
第四章 牛顿运动定律	43
第五章 曲线运动	61
第六章 万有引力与航天	75
第七章 机械能及其守恒定律	83
第八章 静电场	109
第九章 恒定电流	129
第十章 磁场	150
第十一章 电磁感应	170





第十二章	交变电流	190
第十三章	传感器	208
第十四章	热学	214
第十五章	机械振动	228
第十六章	机械波	239
第十七章	光学	250
第十八章	相对论简介	271
第十九章	动量	285
第二十章	原子核	302



第一章 运动的描述



知识网络

描述运动的物理量	基本概念		机械运动：运动相对于其他物体的位置改变
			参考系：描述物体运动时，先来做标准的另外的物体
			质点：用来代替物体的有质量的点
	时间与时刻	时间	在时间轴上对应于一段
		时刻	在时间轴上对应于一点
	位移与路程	位移	质点的位置变动
		路程	质点运动轨迹的长度
	速度	速度	物理意义：描述运动的快慢
			大小： $v = \frac{s}{t}$
			方向：与物体的运动方向相同
			单位：m/s
		平均速度	物理意义：表示物体运动的平均快慢程度
			公式 $\bar{v} = \frac{s}{t}$
		瞬时速度：运动物体某一时刻（或某一位置）时的速度	
	加速度	物理意义：表示速度变化快慢的物理量	
		大小： $a = \frac{v_t - v_0}{t}$	
		方向：与速度变化量的方向相同	
		单位： m/s^2	
	打点计时器		利用打点时间间隔恒为 0.02s 计时和测速等





基点导学

一、机械运动

一个物体相对于别的物体的位置发生改变的运动叫做机械运动，简称运动。机械运动是自然界最简单、最基本的运动形式。运动按轨迹可分为直线运动和曲线运动。

二、参考系

为研究物体运动而选取的假定不动的物体或者物体系。

1. 参考系的选取是任意的，描述地面上物体的运动一般选择地面作为参考系。

2. 运动和静止是相对的，同一物体选择不同的参考系，观察结果可能不同。

3. 比较两个物体的运动一般选择同一参考系。

三、质点

质点是用来代替物体的有质量而无大小、形状的几何点，是物体的抽象，是物体的理想化模型，当研究物体的大小和形状相对研究的距离可以忽略时，可把物体看做质点。

四、时刻与时间间隔

1. 时刻指的是某一瞬时，在时间轴上用一点来表示，对应的是位置、速度、动量、动能等状态量。

2. 时间间隔：指两时刻之间的一段间隔，在时间轴上用一段线段来表示，如“第3s内”“10min”等。对应位移、路程、冲量、功等过程量。

3. 要严格区分时刻和时间间隔，如“5s初”“5s末”“5s时”都是指时刻，“5s初”“4s末”指同一时刻。“5s内”“前5s内”“后5s内”“第5s”均指时间间隔，“5s内”“前5s内”“后5s内”时长均为5s，“第5s”时长1s。

4. 时间的国际主单位是秒(s)，还有其他常用单位时(h)、分(min)。实验室常用计时仪器有停表和打点计时器。

五、位置、位移和路程

1. 位置：质点在空间所处的确定的点，可用坐标来表示。



2. 位移

(1) 定义：从初位置指向末位置的有向线段。

(2) 意义：描述质点位置的改变。

(3) 是矢量，方向由初位置指向末位置，大小是从初位置到末位置的直线距离。

3. 路程：质点实际运动轨迹的长度，是标量。

只有在单方向的直线运动中，位移的大小才等于路程。

六、速度和速率

1. 平均速度

(1) 定义： $\bar{v} = \frac{s}{t}$ ，物体的位移与发生这段位移所用时间的比值。

(2) 是矢量，方向与位移的方向相同。

(3) 公式： $\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$ ，只对匀变速直线运动才适用。

(4) 与某一段时间（或某一段位移）相对应。

2. 瞬时速度（简称为速度）

(1) 对应于某一时刻（或某一位置）的速度。

(2) 当 $\Delta t \rightarrow 0$ 时，平均速度的极限值为瞬时速度。

(3) 意义：描述物体在某一时刻（或某一位置）的运动快慢。

(4) 瞬时速度的方向就是质点在那一时刻（或位置）的运动方向。

3. 瞬时速率（简称为速率）

(1) 瞬时速度的大小。

(2) 是标量。

4. 平均速率

(1) 质点在某段时间内通过的路程和所用时间的比值叫这段时间内的平均速率。

(2) 是标量。

(3) 只有在单方向的直线运动中，平均速度的大小才等于平均速率。

(4) 表示质点运动平均快慢程度的物理量。

七、加速度

1. 速度的变化： $\Delta v = v_t - v_0$ ，描述速度变化的大小和方向，是





矢量.

2. 加速度

(1) 意义: 描述物体速度变化的快慢.

(2) 公式: $a = \frac{v_t - v_0}{t}$, 物体的速度变化与发生速度变化所用时间的

比值.

(3) 是矢量, 方向与速度的变化相同.

(4) 在直线运动中, 若 a 的方向与 v_0 的方向相同, 质点做加速运动; 若 a 的方向与 v_0 的方向相反, 质点做减速运动.

八、打点计时器

1. 分类

电磁打点计时器接上 6V 以下的交流电源, 当电源频率为 50Hz, 在线圈和永久磁铁的作用下使得振片带动振针每隔 0.02s 打一个点的计时仪器.

电火花计时器是由交变电源控制的脉冲电流经放电针、墨粉纸盘到纸盘轴, 产生火花放电, 在运动的纸带打出点迹的计时仪器.

2. 工作原理

两计时器的计时原理一样, 都是通过间隔同样时间打点的方式计时, 如果两者所接电源频率为 50Hz 时, 每隔 0.02s 打一次点, 所以可以通过记录点间隔数计时, 也可通过测量点间距的位移, 还可以根据运动规律求物体运动的速度、加速度等.



重点突破

1. 如何理解质点

质点具有质量, 同时占有位置, 能否把物体当质点看待, 并不是由物体的大小和形状决定, 而是由它的大小和形状在所研究的问题中是否是主要因素来决定的, 如果它起不了什么作用或者所起的作用微不足道, 可以忽略不计, 那么就可以用一个只有质量、而没有大小和形状的点(质点)来代替整个物体, 质点是实际物体在一定条件下经科学抽象的理想模型.



2. 速度、平均速度、瞬时速度有何异同

它们的相同之处，都是描述质点运动快慢和运动方向的物理量，都是矢量，单位都是 m/s 。

不同之处在于平均速度用来粗略的描述质点的运动情况，常把变速直线运动等效为匀速直线运动；而瞬时速度（简称速度）能精确描述质点的运动情况，反映质点在某时刻或某位置的运动快慢和方向。

3. 平均速率等于平均速度的大小吗

平均速度是指位移与时间的比值，即 $\bar{v} = \frac{s}{t}$ ，一般情况下，与 t 的选取有关，不同时间内的平均速度一般不同。而瞬时速度则是平均速度在 $\Delta t \rightarrow 0$ 时的极限值，即 $v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}$ 。平均速率是指路程与时间的比值，一般情况下，平均速率值与时间有关，不同时间内的平均速率一般不同。瞬时速率是平均速率在 $\Delta t \rightarrow 0$ 时的极限值。

平均速率一般不等于平均速度的大小，只有在单向直线运动中，二者才相等，但瞬时速率与瞬时速度的大小却相等。



难点解析

1. 怎样理解速度、速度的增量和加速度

速度是位移对时间的变化率，它是用来描述物体位置变化快慢和位置变化方向的物理量。

速度的增量是表示速度的变化大小和变化方向的物理量，它等于物体的末速度与初速度的矢量差，即 $\Delta v = v_t - v_0$ ，速度大的物体其速度增量不一定大。

加速度是速度对时间的变化率，它是描述速度变化快慢和速度变化方向的物理量，其大小决定于速度变化的大小和发生这一变化所用的时间，加速度大表示速度变化快，并不表示速度大或速度变化大，加速度的方向就是速度增量的方向，与速度的方向没有必然联系。

2. 加速度减小，速度就减小吗

在直线运动中，速度是否增大关键看加速度 a 的方向与初速度 v_0 的





物理定律公式与实验操作宝典

方向是否相同,若 a 的方向与 v_0 的方向相同,质点做加速运动,速度增大;若 a 的方向与 v_0 的方向相反,质点做减速运动,速度减小.

加速度减小,是指加速度的数值变小,只是速度的变化减慢.若 a 的方向与 v_0 的方向相同,速度仍然增大,故加速度减小,速度不一定减小,速度也可能增大.



实战演练

【例1】物体 M 从 A 运动到 B ,前半程平均速度为 v_1 ,后半程平均速度为 v_2 ,那么全程的平均速度是 ()

- A. $(v_1 + v_2) / 2$ B. $\sqrt{v_1 \cdot v_2}$ C. $\frac{v_1^2 + v_2^2}{v_1 + v_2}$ D. $\frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}$

【解析】本题考查平均速度的概念. 全程的平均速度 $\bar{v} = \frac{s}{t} =$

$$\frac{s}{\frac{s}{2v_1} + \frac{s}{2v_2}} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}, \text{ 故正确答案为 D.}$$

【例2】一物体做匀变速直线运动,某时刻速度大小为 4m/s ,经过 1s 后的速度的大小为 10m/s ,那么在这 1s 内,物体的加速度的大小可能为_____.

【解析】本题考查速度、加速度的矢量性. 经过 1s 后的速度的大小为 10m/s ,包括两种可能的情况:一是速度方向和初速度方向仍相同,二是速度方向和初速度方向已经相反. 取初速度方向为正方向,则 1s 后的速度为 $v_t = 10\text{m/s}$ 或 $v_t = -10\text{m/s}$.

$$\begin{aligned} \text{由加速度的定义可得 } a &= \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{10 - 4}{1} = 6 \text{ (m/s}^2\text{)} \text{ 或 } a = \frac{v_t - v_0}{t} \\ &= \frac{-10 - 4}{1} = -14 \text{ (m/s}^2\text{)}. \end{aligned}$$

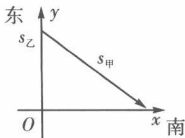
【答案】 6m/s^2 或 14m/s^2

点评: 对于一条直线上的矢量运算,要注意选取正方向,将矢量运算转化为代数运算.

【例3】甲向南走 100m 的同时,乙从同一地点出发向东也行走



100m, 若以乙为参考系, 求甲的位移大小和方向.



【解析】如图所示, 以乙的矢量末端为起点, 向甲的矢量末端作一条有向线段, 即为甲相对乙的位移, 由图可知, 甲相对乙的位移大小为 $100\sqrt{2}\text{m}$, 方向为南偏西 45° .

点评:通过该例可以看出, 要准确描述物体的运动, 就必须选择参考系, 参考系选择不同, 物体的运动情况就不同. 参考系的选取要以解题方便为原则. 在具体题目中, 要依据具体情况灵活选取. 下面再举一例.

【例 4】某人划船逆流而上, 当船经过一桥时, 船上一小木块掉在河水里, 但一直航行至上游某处时此人才发现, 便立即返航追赶, 当他返航经过 1h 追上小木块时, 发现小木块距离桥有 5400m 远, 若此人向上和向下航行时船在静水中前进速率相等. 试求河水的流速为多大?

【解析】选水为参考系, 小木块是静止的; 相对水, 船以恒定不变的速度运动, 到船“追上”小木块, 船往返运动的时间相等, 各为 1h; 小桥相对水向上游运动, 到船“追上”小木块, 小桥向上游运动了位移 5400m, 时间为 2h. 易得水的速度为 0.75m/s .

【例 5】关于位移和路程, 下列说法中正确的是 ()

- A. 物体沿直线向某一方向运动, 通过的路程就是位移
- B. 物体沿直线向某一方向运动, 通过的路程等于位移的大小
- C. 物体通过一段路程, 其位移可能为零
- D. 物体通过的路程可能不等, 但位移可能相同

【解析】位移是矢量, 路程是标量, 不能说这个标量就是这个矢量, 所以 A 错, B 正确. 路程是物体运动轨迹的实际长度, 而位移是从物体运动的起始位置指向终点位置的有向线段, 如果物体做的是单向直线运动, 路程就和位移的大小相等. 如果物体在两位置间沿不同的轨迹运动,



它们的位移相同，路程可能不同。如果物体从某位置开始运动，经一段时间后回到起始位置，位移为零，但路程不为零，所以 C、D 正确。

【例 6】关于速度和加速度的关系，下列说法中正确的是 ()

- A. 速度变化越大，加速度就越大
- B. 速度变化越快，加速度越大
- C. 加速度大小不变，速度方向也保持不变
- D. 加速度大小不断变小，速度大小也不断变小

【解析】根据 $a = \frac{\Delta v}{t}$ 可知， Δv 越大，加速度不一定越大，速度变化越

快，则表示 $\frac{\Delta v}{t}$ 越大，故加速度也越大，B 正确。加速度和速度方向没有直接联系，加速度大小不变，速度方向可能不变，也可能改变。加速度大小不断变小，速度能不断增大。故此题应选 B。

【例 7】天文观测表明，几乎所有远处的恒星（或星系）都在以各自的速度远离我们而运动，离我们越远的星体，背离我们运动的速度（称为退行速度）越大；也就是说，宇宙在膨胀，不同星体的退行速度 v 和它们离我们的距离 r 成正比，即 $v = Hr$ ，式中 H 为一恒量，称为哈勃常数，已由天文观测测定。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，大爆炸后各星体即以各自不同的速度向外匀速运动，并设想我们就位于其中心。由上述理论和天文观测结果，可估算宇宙年龄 T ，其计算式为 $T = \underline{\hspace{2cm}}$ 。根据近期观测，哈勃常数 $H = 3 \times 10^{-2} \text{ m/s} \cdot \text{光年}$ ，由此估算宇宙的年龄约为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 年。

【解析】本题涉及关于宇宙形成的大爆炸理论，是天体物理学研究的前沿内容，背景材料非常新颖，题中还给出了不少信息。题目描述的现象是：所有星体都在离我们而去，而且越远的速度越大。提供的一种理论是：宇宙是一个大火球爆炸形成的，爆炸后产生的星体向各个方向匀速运动。如何用该理论解释呈现的现象？可以想一想：各星体原来同在一处，现在为什么有的星体远，有的星体近？显然是由于速度大的走得远，速度小的走得近。所以距离远是由于速度大， $v = Hr$ 只是表示 v 与 r 的数量关系，并非表示速度大是由于距离远。

对任一星体，设速度为 v ，现在距我们为 r ，则该星体运动 r 这一过程的时间 T 即为所要求的宇宙年龄， $T=r/v$ 。

将题给条件 $v=Hr$ 代入上式得宇宙年龄： $T=1/H$ 。

将哈勃常数 $H=3\times 10^{-2}\text{ m/s}\cdot\text{光年}$ 代入上式，得 $T=10^{10}$ 年。

点评：有不少考生遇到这类完全陌生的、很前沿的试题，对自己缺乏信心，认为这样的问题自己从来没见过，老师也从来没有讲过，不可能做出来，因而采取放弃的态度。其实只要静下心来，进入题目的情景中去，所用的物理知识却是非常简单的。这类题搞清其中的因果关系是解题的关键。





第二章 匀变速直线运动



知识网络

匀 速 直 线 运 动	特征: $a=0$, $v=\text{恒量}$			
	规 律		公式: $s=vt$	
		图象: $s-t$ 图象是一条倾斜的直线		
匀 变 速 直 线 运 动	特征: $a=\text{恒量}$, a 与 v_0 共线			
	规 律	公 式	$v_t=v_0+at$	
			$s=v_0t+\frac{1}{2}at^2$	
			$v_t^2-v_0^2=2as$	
		图象: $v-t$ 图象是一条倾斜的直线		
	特 例	自 由 落 体 运 动	特征: $v_0=0$, $a=g$	
			规 律	$v_t=gt$
				$h=\frac{1}{2}gt^2$
		竖 直 上 抛 运 动	特征: $v_0\neq 0$, $a=-g$	
			规 律	$v_t=v_0-gt$
$h=v_0t-\frac{1}{2}gt^2$				



基点导学

一、匀速直线运动

1. 物体在一条直线上运动, 如果在任意相等的时间内通过的位移相等, 这种运动叫匀速直线运动.

2. 特点

