



高等学校教材经典同步辅导丛书物理类

配高教社《普通物理学》(第六版 上、下册) 程守洙 江之永 主编

# Physics

# 普通物理学

上、下册合订本(第六版)

## 同步辅导及习题全解

华腾教育教学与研究中心

丛书主编 清华大学 李 丰

本书主编 清华大学 王 飞

- ◆ 紧扣教材
- ◆ 知识精讲
- ◆ 习题全解
- ◆ 应试必备
- ◆ 联系考研
- ◆ 网络增值

中国矿业大学出版社

高等学校教材经典

# 普通物理学

## 同步辅导及习题全解

华腾教育教学与研究中心

丛书主编 清华大学 李 丰

本书主编 清华大学 王 飞

中国矿业大学出版社

## 内 容 提 要

本书是高等教育出版社出版,程守洙、江之永主编,胡盘新、汤毓骏、钟季康修订的《普通物理学》(第六版)(上、下册)教材的配套辅导书。全书由考试要点、知识点归纳及课后习题全解等部分组成,旨在帮助读者掌握知识要点,学会分析问题和解决问题的方法技巧,并且提高学习能力及应试能力。

本书可供高等院校大学物理课程的同步辅导使用,也可作为研究生入学考试复习资料,同时可供本专业教师及相关工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

普通物理学同步辅导及习题全解/王飞主编. —徐州:  
中国矿业大学出版社, 2006. 8  
(高等学校教材经典同步辅导丛书)  
ISBN 978 - 7 - 81107 - 593 - 9

I. 普… II. 王… III. 普通物理学—高等学校—教  
学参考资料 IV. O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 086948 号

书 名 普通物理学同步辅导及习题全解  
主 编 王 飞  
责任编辑 罗 浩  
选题策划 孙怀东  
特约编辑 时虎平  
出版发行 中国矿业大学出版社  
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail [cumtpvip@cumtp.com](mailto:cumtpvip@cumtp.com)  
印 刷 北京市昌平百善印刷厂  
经 销 新华书店  
开 本 850×1168 1/32 本册印张 13.5 本册字数 458 千字  
印 次 2008 年 3 月第 1 版第 3 次印刷  
总 定 价 81.30 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

# 高等学校教材

## 经典同步辅导丛书编委会

主任：清华大学 王 飞  
副主任：清华大学 夏应龙  
清华大学 倪铭辰  
中国矿业大学 李瑞华

---

### 编 委 (按姓氏笔画排序):

于志慧	王丽娜	王 焯	韦爱荣
甘 露	师文玉	吕现杰	朱凤琴
刘胜志	刘淑红	孙怀东	严奇荣
杨 涛	李 丰	李凤军	李 冰
李 波	李南木	李炳颖	李 娜
李晓光	李晓炜	李雅平	李燕平
时虎平	何联毅	邹绍荣	宋 波
张旭东	张守臣	张鹏林	张 慧
陈晓东	范亮宇	孟庆芬	高 锐

普通物理学是高等院校各理工科专业的一门重要基础课。程守洙、江之永主编，胡盘新、汤毓骏、钟季康修订的《普通物理学》(第六版)(上、下册)以体系完整、结构严谨、层次清晰、深入浅出的特点，成为这门课程的经典教材，被全国许多院校采用。

为了帮助读者更好地学习这门课程，掌握更多的知识，我们根据多年的教学经验编写了这本《普通物理学同步辅导及习题全解》(第六版)。本书旨在使广大读者理解基本概念，掌握基本知识，学会基本的解题方法与解题技巧，进而提高应试能力。

本书作为一种辅助性的教材，具有较强的针对性、启发性、指导性和补充性。

考虑到本课程的特点，我们在内容上做了以下安排：

**1. 考试要点** 根据大学物理学教学的要求，总结各章的重点、难点及考点。

**2. 知识点归纳** 串讲概念，总结性质和定理，使知识全面系统，便于掌握。

**3. 课后习题全解** 本书给出了程守洙、江之永主编，胡盘新、汤毓骏、钟季康修订的《普通物理学》(第六版)(上、下册)各章习题的答案。我们不仅给出了详细的解题过程，而且对有难度或综合性较强的习题做了分析和小结，从而更好地帮助学生理解和掌握每一知识点。

本书在编写时参考了大量的优秀教材和权威考题。在

此,谨向有关作者及对本书的出版给予帮助和指导的所有老师、同仁表示衷心的感谢!

由于编者的水平有限,本书难免出现不妥之处,恳请广大读者批评指正。

## 联系我们

华腾教育网:

<http://www.huatengedu.com.cn>

电子邮件:

[huateng@huatengedu.com](mailto:huateng@huatengedu.com)

华腾教育教学与研究中心

<b>第一章 力和运动</b> .....	1
考试要点 .....	1
知识点归纳 .....	1
课后习题全解 .....	5
<b>第二章 运动的守恒量和守恒定律</b> .....	44
考试要点 .....	44
知识点归纳 .....	44
课后习题全解 .....	46
<b>第三章 刚体和流体的运动</b> .....	87
考试要点 .....	87
知识点归纳 .....	87
课后习题全解 .....	89
<b>第四章 相对论基础</b> .....	113
考试要点 .....	113
知识点归纳 .....	113
课后习题全解 .....	116
<b>第五章 气体动理论</b> .....	127
考试要点 .....	127
知识点归纳 .....	127
课后习题全解 .....	132

<b>第六章 热力学基础</b> .....	141
考试要点 .....	141
知识点归纳 .....	141
课后习题全解 .....	144
<b>第七章 静止电荷的电场</b> .....	163
考试要点 .....	163
知识点归纳 .....	163
课后习题全解 .....	167
<b>第八章 恒定电流的磁场</b> .....	214
考试要点 .....	214
知识点归纳 .....	214
课后习题全解 .....	218
<b>第九章 电磁感应 电磁场理论</b> .....	252
考试要点 .....	252
知识点归纳 .....	252
课后习题全解 .....	257
<b>第十章 机械振动和电磁振荡</b> .....	277
考试要点 .....	277
知识点归纳 .....	277
课后习题全解 .....	281
<b>第十一章 机械波和电磁波</b> .....	309
考试要点 .....	309
知识点归纳 .....	309
课后习题全解 .....	312
<b>第十二章 光 学</b> .....	341
考试要点 .....	341
知识点归纳 .....	341



课后习题全解 .....	344
<b>第十三章 早期量子论和量子力学基础 .....</b>	<b>380</b>
考试要点 .....	380
课后习题全解 .....	380
<b>第十四章 激光和固体的量子理论 .....</b>	<b>404</b>
考试要点 .....	404
知识点归纳 .....	404
课后习题全解 .....	405
<b>第十五章 原子核物理和粒子物理简介 .....</b>	<b>409</b>
考试要点 .....	409
课后习题全解 .....	409

# 第一章

---

# 力和运动

## III 考试要点

1. 质点、参考系、坐标系、空间、时间的概念.
2. 描述质点运动各物理量的表达式.
3. 圆周运动及一般曲线运动的描述.
4. 牛顿运动定律及应用.
5. 伽利略相对性原理的内容及惯性力、非惯性力的概念.

## III 知识点归纳

### 一、质点、参考系和坐标系

#### 1. 质点

只有质量而忽略其大小和形状的理想物体.

#### 2. 参考系

描述物体运动时用作参考的其它物体.

#### 3. 坐标系

为定量描述物体的位置而在参考系中建立固定的坐标系,最常用的坐标系是笛卡尔直角坐标系.

## 二、空间和时间

### 1. 空间

空间反映物质的广延性,与物体的体积、位置变化联系在一起.

### 2. 时间

时间反映物质事件的顺序性和持续性.

## 三、描述质点运动的物理量

### 1. 位矢

从原点指向质点所在位置的有向线段叫做质点的位置矢量,简称位矢,也叫径矢.

在直角坐标系中位矢  $r = xi + yj + zk$

### 2. 运动方程

质点的位置随时间变化的函数关系式  $r = r(t)$  称为质点的运动方程,也叫质点的运动函数.

在直角坐标系中  $r(t) = x(t)i + y(t)j + z(t)k$

其中  $x(t)$ 、 $y(t)$ 、 $z(t)$  表示质点在  $x$ 、 $y$ 、 $z$  轴方向的运动.

### 3. 位移

质点在一段时间内位置的改变叫做它在这一段时间内的位移.由质点的初始位置指向末位置的矢量来表示  $\Delta r = r(t + \Delta t) - r(t)$

在直角坐标系中表示为  $\Delta r = \Delta xi + \Delta yj + \Delta zk$

### 4. 路程

物体运动时沿轨迹实际通过的路径长度,用  $s$  表示,一般情况下,  $|\Delta r| \neq s$ .

### 5. 速度

质点位矢对时间的一阶导数  $v = \frac{dr}{dt}$

在直角坐标系中表示为

$$v = v_x i + v_y j + v_z k = \frac{dx}{dt} i + \frac{dy}{dt} j + \frac{dz}{dt} k$$

速度的大小称为速率,速率是标量,并且

$$v = |v| = \left| \frac{dr}{dt} \right| = \frac{ds}{dt}$$

## 6. 加速度

质点运动速度对时间的一阶导数

$$\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt} = \frac{d^2\mathbf{r}}{dt^2}$$

在直角坐标系中表示为

$$\mathbf{a} = a_x\mathbf{i} + a_y\mathbf{j} + a_z\mathbf{k} = \frac{dv_x}{dt}\mathbf{i} + \frac{dv_y}{dt}\mathbf{j} + \frac{dv_z}{dt}\mathbf{k} = \frac{d^2x}{dt^2}\mathbf{i} + \frac{d^2y}{dt^2}\mathbf{j} + \frac{d^2z}{dt^2}\mathbf{k}$$

## 四、圆周运动和一般曲线运动

## 1. 切向加速度和法向加速度

自然坐标系: 一根坐标轴沿轨迹上任一点的切线方向, 用单位矢量  $\mathbf{e}_t$  表示, 另一坐标轴沿该点轨迹的法线并指向曲线凹侧, 相应单位矢量用  $\mathbf{e}_n$  表示.

## 2. 加速度在自然坐标系中的表示

$$\mathbf{a} = \frac{dv}{dt}\mathbf{e}_t + \frac{v^2}{R}\mathbf{e}_n$$

圆周运动的加速度可分解为相互正交的切向加速度  $\mathbf{a}_t$  和法向加速度  $\mathbf{a}_n$

$$\mathbf{a}_t = \frac{dv}{dt}\mathbf{e}_t, \quad \mathbf{a}_n = \frac{v^2}{R}\mathbf{e}_n$$

## 3. 圆周运动的角量描述

角位置  $\theta = \theta(t)$

角位移  $\Delta\theta = \theta(t + \Delta t) - \theta(t)$

角速度  $\omega = \frac{d\theta}{dt} = \frac{v}{R}$

角加速度  $\alpha = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}$

法向(向心)加速度  $a_n = \frac{v^2}{R} = R\omega^2$  (指向圆心)

切向加速度  $a_t = \frac{dv}{dt} = R\alpha$  (沿切线方向)

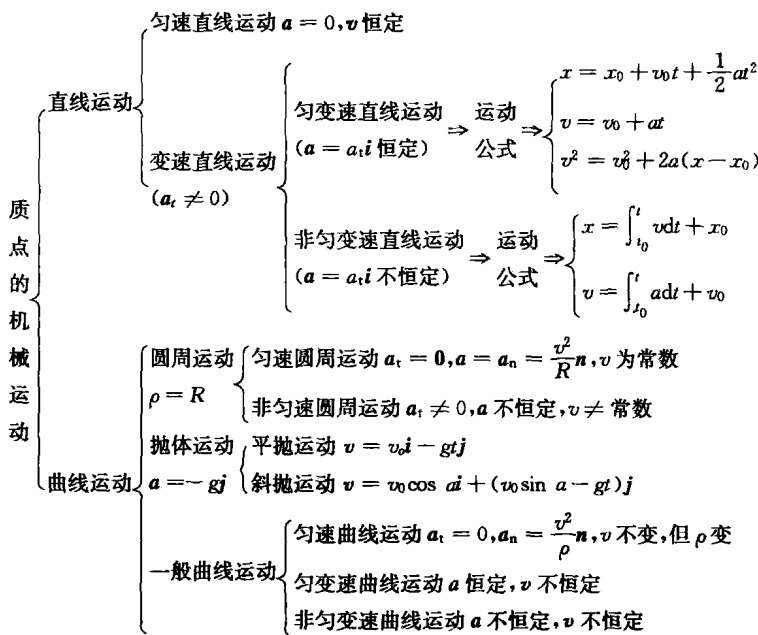
## 五、抛体运动的矢量描述

$$a_x = 0, \quad a_y = -g$$

$$v_x = v_0 \cos \theta, \quad v_y = v_0 \sin \theta - gt$$

$$x = v_0 \cos \theta \cdot t, \quad y = v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$$

## 六、几种运动速度与加速度的特点



## 七、相对运动 常见力和基本力

## 1. 相对运动

## 伽利略坐标变换

$$r = R + r'$$

## 速度变换与加速度变换

$$v_{PK} = v_{PK'} + v_{K'K}, \quad a_{PK} = a_{PK'} + a_{K'K}$$

## 2. 常见力

重力

弹力

$$F = -kx$$

摩擦力

$$F_s = \mu_s F_N, \quad F_k = \mu_k F_N$$

万有引力

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

## 3. 基本力

电磁力、强力、弱力。

## 八、牛顿运动定律

### 1. 第一定律

任何物体都保持静止或匀速直线运动状态,直到作用在物体上的力迫使它改变这种状态为止.

### 2. 第二定律

物体受到外力作用时,它获得的加速度大小与外力的大小成正比,与物体的质量成反比.加速度的方向与外力方向相同.

$$F = ma$$

牛顿第二定律的微分形式

$$F = \frac{dp}{dt}, \quad p = mv, \quad Fdt = dp$$

### 3. 第三定律

两物体间的作用力与反作用力,在同一直线上,大小相等方向相反.

作用力和反作用力同时出现,同时消失,性质相同,分别作用在两个物体上.

## 九、伽利略相对性原理 非惯性系 惯性力

### 1. 伽利略相对性原理

在一个惯性系的内部所作的任何力学实验都不能确定这一惯性系本身是静止的状态还是在作匀速直线运动.

### 2. 经典力学的时空观

$$a = a', \quad F = ma, \quad F' = ma'$$

### 3. 非惯性系

对地面参考系作加速运动的物体.

### 4. 惯性力

$$F_{\text{惯}} = -ma$$

## 课后习题全解

1-1 质点按一定规律沿  $Ox$  轴作直线运动,在不同时刻的位置如下表所示:

$t/s$	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
$x/m$	3.00	3.14	3.29	3.42	3.57

- (1) 画出位置对时间的曲线;  
 (2) 求质点在 1 s 末到 3 s 末这段时间内的平均速度;  
 (3) 求质点在  $t=0$  时的位置.

**解** (1)  $x-t$  曲线如图 1-1. 由此图可以判断, 质点作匀速直线运动.

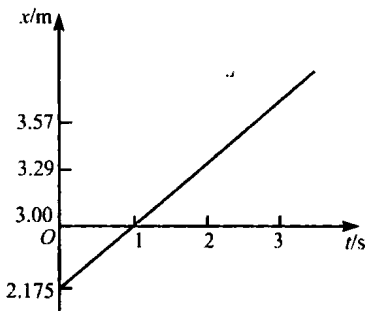


图 1-1

(2) 由平均速度定义, 得

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{3.57 - 3.00}{3 - 1} \text{ m/s} = 0.285 \text{ m/s}$$

(3) 由图 1-1 可见,  $t=0$  时  $x_0 = 2.71 \text{ m}$

或由匀速直线运动规律  $x = x_0 + \bar{v}t$

得  $x_0 = x - \bar{v}t = 3.00 \text{ m} - 0.285 \times 1 \text{ m} = 2.71 \text{ m}$

**1-2** 一质点沿  $Ox$  轴运动, 坐标与时间的变化关系为  $x = 4t - 2t^3$ , 式中  $x$ 、 $t$  分别以 m、s 为单位, 试计算

- (1) 在最初 2 s 内的平均速度, 2 s 末的瞬时速度;  
 (2) 1 s 末到 3 s 末的位移、平均速度;  
 (3) 1 s 末到 3 s 末的平均加速度; 此平均加速度是否可用  $\bar{a} = \frac{a_1 + a_3}{2}$  计算?  
 (4) 3 s 末的瞬时加速度.

**解** (1) 由运动方程, 结合坐标与时间的变化关系, 可得速度

$$v = \frac{dx}{dt} = 4 - 6t^2$$

加速度  $a = \frac{dv}{dt} = -12t$

平均速度  $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

最初 2 s 内的平均速度为

$$\bar{v} = \frac{x_2 - x_0}{\Delta t} = \frac{8 - 16 - 0}{2} \text{ m/s} = -4 \text{ m/s}$$

2 s 末的瞬时速度为

$$v = 4 - 6t^2 = 4 \text{ m/s} - 6 \times 2^2 \text{ m/s} = -20 \text{ m/s}$$

其中，“-”号表示质点向  $x$  轴负方向运动。

\* (2) 分别将  $t=1 \text{ s}$ ,  $t=3 \text{ s}$  代入运动方程, 可得 1 s 末到 3 s 末位移

$$\Delta x = x_3 - x_1 = -42 \text{ m} - 2 \text{ m} = -44 \text{ m}$$

平均速度

$$\bar{v} = \frac{x_3 - x_1}{\Delta t} = \frac{-44}{2} \text{ m/s} = -22 \text{ m/s}$$

(3) 由平均速度定义, 得平均加速度为

$$\bar{a} = \frac{v_3 - v_1}{\Delta t} = \frac{-50 - (-2)}{2} \text{ m/s}^2 = -24 \text{ m/s}^2$$

注意: 平均加速度不能用  $\bar{a} = \frac{a_1 + a_3}{2}$  计算。

(4) 3 s 末的瞬时加速度为

$$a = -12t = -12 \times 3 \text{ m/s}^2 = -36 \text{ m/s}^2$$

1-3 一辆汽车沿着笔直的公路行驶, 速度和时间的关系如图 1-2 中折线 OABCDEF 所示。

(1) 试说明图中 OA, AB, BC, CD, DE, EF 等线段各表示什么运动?

(2) 根据图中的曲线与数据, 求汽车在整个行驶过程中所走过的路程、位移和平均速度。

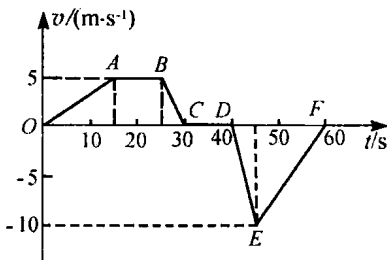


图 1-2

【分析】 本题考查对  $v-t$  图象的理解, 应熟练掌握。

【解】 (1) 将  $v-t$  图分为 OA, AB, BC, CD, DE, EF 六个过程. 则各过程对应的加速度分别为各段曲线的斜率. 由图 1-2 知



OA	$v > 0$	$a_{OA} = \text{常数} > 0$	匀加速直线运动
AB	$v > 0$	$a_{AB} = 0$	匀速直线运动
BC	$v > 0$	$a_{BC} = \text{常数} < 0$	匀减速直线运动
CD	$v = 0$	$a_{CD} = 0$	静止
DE	$v < 0$	$a_{DE} = \text{常数} < 0$	反方向匀加速直线运动
EF	$v < 0$	$a_{EF} = \text{常数} > 0$	反方向匀减速直线运动

(2) 汽车在整个行驶过程中,

$$\begin{aligned}
 \text{路程为} \quad s &= |S_{OABC}| + |S_{DEF}| \\
 &= \frac{1}{2} \times (30+10) \times 5 \text{ m} + \frac{1}{2} \times (20 \times 10) \text{ m} \\
 &= 100 \text{ m} + 100 \text{ m} = 200 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\text{位移为} \quad \Delta x = S_{OABC} - S_{DEF} = 0$$

$$\text{平均速度为} \quad \bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 0$$

1-4 在图 1-3 中, 直线 1 与圆弧 2 分别表示两质点 A、B 从同一地点出发, 沿同一方向作直线运动的  $v-t$  图. 已知 B 的初速度  $v_0 = b \text{ m/s}$ , 它的速率由  $v_0$  变为 0 所花的时间为  $t_1 = 2b \text{ s}$ .

- (1) 试求 B 在任意时刻  $t$  的加速度;
- (2) 设在 B 停止时, A 恰好追上 B, 求 A 的加速度;
- (3) 在什么时候, A、B 的速度相同?

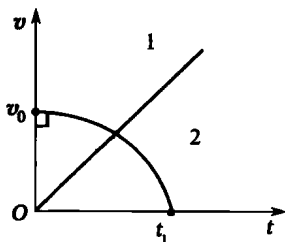


图 1-3

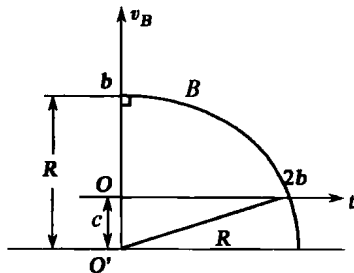


图 1-4

【分析】 考查对运动学基本物理量及公式的理解。

● (1) B 的  $v_B-t$  图为一圆弧, 其圆心在  $O'$  处, 圆的方程为

$$(v_B + c)^2 + t^2 = R^2 \quad \textcircled{1}$$

由图 1-4 可知