

本书适用于本科·大专·专升本·自考复习

# 最新 大学物理复习指导 (上)

郑国和 主 编

清华大学物理系博士生导师  
中科院理论物理所客座研究员

龙桂鲁 主 审  
任永健 副主审



重点难点指导

解题方法点睛

专项技巧一览

精选例题详解



海洋出版社

新世纪高等学校教材配套辅导丛书

# 最新大学物理复习指导

## (上册)

(适用于本科、大专、专升本及自考复习)

郑国和 主 编

清华大学物理系博士生导师 龙桂鲁 主 审

中科院理论物理所客座研究员 任永健 副主审

海洋出版社

2000年·北京

新世纪高等学校教材配套辅导丛书

# 最新大学物理复习指导

## (下册)

(适用于本科、大专、专升本及自考复习)

郑国和 主 编

清华大学物理系博士生导师 龙桂鲁 主 审

中科院理论物理所客座研究员 任永健 副主审

海洋出版社

2000年·北京

## 图书在版编目(CIP)数据

最新大学物理复习指导/郑国和主编. - 北京:海洋出版社, 2000

ISBN 7-5027-5069-X

I. 最… II. 郑… III. 物理-研究生-入学考试-教学参考资料 IV. 04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 69813 号

**海洋出版社 出版发行**

(100081 北京市海淀区大慧寺路 8 号)

三河市欣欣印刷有限责任公司印刷, 新华书店经销

2000 年 9 月第 1 版 2000 年 9 月北京第 1 次印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 20

字数: 620 千字 印数: 0001~4000 册

全套(共 2 册)定价: 30.00 元

海洋版图书印、装错误可随时退换

# 前 言

在新世纪的曙光初现之际,为配合高等学校各科的教学与学生的复习、备考,我们清华大学、北京大学部分教学经验丰富的老师经过精心策划和编写,联合推出了这套《新世纪高等学校教材配套辅导丛书》。本书就是根据教育部颁发的高等学校物理教学大纲以及目前各高校中使用最为普遍的大学物理教材编写的《最新大学物理复习指导》,由清华大学物理系博士生导师 龙桂鲁教授主审,中国农业大学物理教研室 任永健教授副主审,郑国和主编。

大学物理作为理工科院校的一门必修课目和进行相关研究的一门基础课程,对学习者的要求较高。在学习中,学生不仅应详细了解该课程的知识结构、理解基本概念、定理和定律,还应熟练掌握解题技巧和思路,并能将所学知识运用到实际生活中去解决问题。因此,一本好的辅导用书对这门课程的所有学习者来说至关重要。本书的编写和出版,将满足广大物理学习者的需要,在学习、巩固所学物理知识和复习备考方面提供极大帮助。本书特点如下:

一、本书为理、工科院校大学本科、大专、专升本等各类在校大学生大学物理课程的辅导及复习用书,亦可作为职大、电大、夜大等成人高校中物理学习者参加**自学考试**的教材配套辅导用书。

二、本书分为力学、热学、电磁学、光学和量子力学基础五大部分。每一章都列出了教学大纲的**基本要求**,使读者一目了然,能对每一部分的要点进行系统掌握。

三、每章不仅涵括**基本内容、学习要点、解题方法、例题解析**,更为重要的是我们为读者指出了学习的**重点与难点**,对常考知识点进行了分析,能帮助学生举一反三地掌握这门课程。

四、本书精心选择例题,按类编排,并对各种**解题思路、方法和技巧**进行了详细的分析、总结和归纳,使读者能在学习过程中少走弯路。

五、作为此课程的**同步辅导**,本书为读者精选了大量有针对性的**自测练习题**。所有习题难度由低到高,解析由浅入深,注意照顾到不同水平层次的学生。

六、本书部分例题后创造性地安排了**思考与讨论**,作为对所学知识及解题技巧的巩固和提高。

本书编写阵容强大,编写组织工作深入仔细。在编著过程中,大学物理教师秦晓梅同志为本书作了认真细致的校对工作,特此致谢。

由于水平有限,且编写和出版时间仓促,所以尽管我们精益求精,书中难免仍存在不妥或需商榷之处,恳请读者指教并提出宝贵意见。

编 者

2000年8月

# 目 次

## 第一部分 力 学

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| <b>第一章 质点运动学</b> .....  | ( 3 ) |
| 基本要求 .....              | ( 3 ) |
| 学习指导 .....              | ( 3 ) |
| 解题指导 .....              | ( 9 ) |
| 同步自测试题 .....            | (19)  |
| <b>第二章 牛顿运动定律</b> ..... | (23)  |
| 基本要求 .....              | (23)  |
| 学习指导 .....              | (23)  |
| 解题指导 .....              | (27)  |
| 同步自测试题 .....            | (45)  |
| <b>第三章 功与能</b> .....    | (50)  |
| 基本要求 .....              | (50)  |
| 学习指导 .....              | (50)  |
| 解题指导 .....              | (54)  |
| 同步自测试题 .....            | (74)  |
| <b>第四章 动量</b> .....     | (78)  |
| 基本要求 .....              | (78)  |
| 学习指导 .....              | (78)  |
| 解题指导 .....              | (84)  |
| 同步自测试题 .....            | (101) |
| <b>第五章 刚体的转动</b> .....  | (106) |
| 基本要求 .....              | (106) |
| 学习指导 .....              | (106) |
| 解题指导 .....              | (114) |
| 同步自测试题 .....            | (134) |

|                    |       |
|--------------------|-------|
| <b>第六章 机械振动</b>    | (139) |
| 基本要求               | (139) |
| 学习指导               | (139) |
| 解题指导               | (145) |
| 同步自测试题             | (167) |
| <b>第七章 机械波</b>     | (171) |
| 基本要求               | (171) |
| 学习指导               | (171) |
| 解题指导               | (181) |
| 同步自测试题             | (191) |
| <b>第八章 狭义相对论基础</b> | (196) |
| 基本要求               | (196) |
| 学习指导               | (196) |
| 解题指导               | (202) |
| 同步自测试题             | (222) |

## 第二部分 热 学

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| <b>第九章 气体分子运动论</b>              | (229) |
| 基本要求                            | (229) |
| 学习指导                            | (229) |
| 解题指导                            | (237) |
| 同步自测试题                          | (260) |
| <b>第十章 热力学基础</b>                | (263) |
| 基本要求                            | (263) |
| 学习指导                            | (263) |
| 解题指导                            | (269) |
| 同步自测试题                          | (292) |
| <b>附录 1 同步自测题答案及提示</b>          | (298) |
| <b>附录 2 计算中基本物理常数表</b>          | (308) |
| <b>附录 3 物理学计算中所有的国际 (SI) 单位</b> | (310) |



# 目 次

## 第三部分 电 磁 学

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| <b>第十一章 真空中的静电场</b> .....     | (317) |
| 基本要求 .....                    | (317) |
| 学习指导 .....                    | (317) |
| 解题指导 .....                    | (325) |
| 同步自测试题 .....                  | (355) |
| <b>第十二章 导体和电介质中的静电场</b> ..... | (361) |
| 基本要求 .....                    | (361) |
| 学习指导 .....                    | (361) |
| 解题指导 .....                    | (367) |
| 同步自测试题 .....                  | (390) |
| <b>第十三章 稳恒电流</b> .....        | (395) |
| 基本要求 .....                    | (395) |
| 学习指导 .....                    | (395) |
| 解题指导 .....                    | (399) |
| 同步自测试题 .....                  | (409) |
| <b>第十四章 稳恒磁场</b> .....        | (412) |
| 基本要求 .....                    | (412) |
| 学习指导 .....                    | (412) |
| 解题指导 .....                    | (419) |
| 同步自测试题 .....                  | (440) |
| <b>第十五章 磁介质</b> .....         | (445) |
| 基本要求 .....                    | (445) |
| 学习指导 .....                    | (445) |
| 解题指导 .....                    | (449) |
| 同步自测试题 .....                  | (456) |

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| <b>第十六章 电磁感应 电磁场与波</b> ..... | (459) |
| 基本要求 .....                   | (459) |
| 学习指导 .....                   | (459) |
| 解题指导 .....                   | (467) |
| 同步自测试题 .....                 | (498) |

## 第四部分 波动光学

|                        |       |
|------------------------|-------|
| <b>第十七章 光的干涉</b> ..... | (507) |
| 基本要求 .....             | (507) |
| 学习指导 .....             | (507) |
| 解题指导 .....             | (514) |
| 同步自测试题 .....           | (531) |
| <b>第十八章 光的衍射</b> ..... | (535) |
| 基本要求 .....             | (535) |
| 学习指导 .....             | (535) |
| 解题指导 .....             | (540) |
| 同步自测试题 .....           | (551) |
| <b>第十九章 光的偏振</b> ..... | (556) |
| 基本要求 .....             | (556) |
| 学习指导 .....             | (556) |
| 解题指导 .....             | (562) |
| 同步自测试题 .....           | (573) |

## 第五部分 量子物理

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| <b>第二十章 量子物理基础</b> .....         | (579) |
| 基本要求 .....                       | (579) |
| 学习指导 .....                       | (580) |
| 解题指导 .....                       | (590) |
| 同步自测试题 .....                     | (607) |
| <b>附录 1 同步自测题答案及提示</b> .....     | (610) |
| <b>附录 2 基础物理中常备数学公式速查表</b> ..... | (623) |

# 第一部分      力              学

力学是研究物体运动规律及其应用的科学,也是物理学中最基本的一部分。在这里,主要阐述的是经典力学和狭义相对论力学基础(经典力学又称牛顿力学,适用于宏观低速运动的物体,研究高速宏观运动规律要考虑相对论效应,微观高速运动的物体则需用相对论力学和量子力学来描述)。前者的内容主要包括质点运动学和动力学、刚体转动运动学和动力学,以及机械振动与波;后者的内容主要讲述狭义相对论基本原理,以及狭义相对论的运动学和动力学基础。



# 第一章 质点运动学

## 基本要求

- 一、理解质点概念及其理想模型的意义,并理解参照系和惯性系的概念。
- 二、理解描述质点运动及运动变化的基本物理量——位矢、位移、速度和加速度的定义及其性质。明确这些基本物理量的矢量性、相对性和瞬时性。
- 三、明确运动方程的物理意义及其作用。会用运动方程确定质点的位置、位移、速度和加速度;反过来,能根据速度(或加速度)和初始条件来决定运动方程。
- 四、掌握位移—时间、速度—时间图线上点、线、斜率和面积所表示的物理意义。
- 五、理解牛顿力学的相对性原理,能分析简单的质点相对运动问题。

## 学习指导

### 重点与难点

#### 【重点】

1. 描述质点运动及运动变化的 4 个基本物理量的概念。
2. 描述质点运动及运动变化的基本规律。

#### 【难点】

1. 速度、加速度的矢量性和相对性的应用。

2. 由速度(或加速度)和初始条件求解运动方程。

## 基 本 内 容

### 一、参照系、质点

#### 1. 参照系

精要说明:

(1) 机械运动是相对运动,只是相对于参照系才有意义。

(2) 参照系可任意选择,但需要使用方便。

(3) 除熟练运用直角坐标系作为参照系外,对其他坐标系(自然坐标、极坐标等)也要有一定了解。

#### 2. 质点

精要说明:

(1) 质点是一种理想力学模型,同后面的刚体、理想气体等理想模型一样,具有科学方法论的重大意义。

(2) 质点是在一定条件下,忽略次要矛盾、突出主要矛盾而采取的一种抽象方法,目的是为了把复杂的、具体的对象用简单的模型代替,以便简化条件、突出主要因素找出其中的规律。

(3) 质点并不一定是很小的点,物体的大小并不能决定其是否为质点,而是视物体的形状大小在所研究的问题中是否起主要作用。如研究天体运动公转规律时可将地球视作质点,但在研究物体的转动时,再小的物体也不能视作质点。

### 二、描述质点运动的基本物理量

#### 1. 位矢

精要说明:

(1) 它是一个矢量,在直角坐标系中可表示为

$$\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}$$

(2) 如图 1-1 所示,它具有相对性:

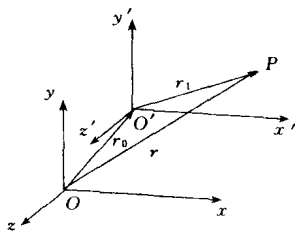


图 1-1

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}_1 + \mathbf{r}_0$$

(3) 它具有瞬时性, 即质点在不同时刻相对于某一参照系的位矢一般不一样。位矢  $\mathbf{r}$  随时间  $t$  的变化关系式  $\mathbf{r}(t)$  称为运动方程。在直角坐标系中可表示为

$$\mathbf{r}(t) = x(t)\mathbf{i} + y(t)\mathbf{j} + z(t)\mathbf{k}$$

(4) 若已知运动方程, 就知道了质点的运动规律。运动学中的一类问题即是已知运动方程, 可知位矢、速度、加速度和两时刻间的位移; 二类问题即已知速度(或加速度)和初始条件, 可求得运动方程。这两类问题也是运动学的主要任务。

## 2. 位移

精要说明:

(1) 它是描述质点位矢变化的物理量, 方向由初始位置指向末位置, 即  $\Delta\mathbf{r} = \mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1$ , 大小为  $|\Delta\mathbf{r}|$ 。

(2) 它与位矢一样, 具有矢量性和相对性。由于它是变化量, 所以没有瞬时性。在直角坐标系可表示为

$$\begin{aligned}\Delta\mathbf{r} &= \Delta x\mathbf{i} + \Delta y\mathbf{j} + \Delta z\mathbf{k} \\ &= (x_2 - x_1)\mathbf{i} + (y_2 - y_1)\mathbf{j} + (z_2 - z_1)\mathbf{k}\end{aligned}$$

(3) 要区分它与路程的不同。路程是指一段时间质点所经历的路径的长度, 为标量, 常用  $\Delta s$  表示。

## 3. 速度

精要说明:

(1) 质点位置变化快慢的粗略描述用平均速度  $\bar{\mathbf{v}}$ , 质点在某一时刻的运动快慢和方向的精确描述用瞬时速度(简称速度)。前者的表达式为  $\bar{\mathbf{v}} = \frac{\Delta\mathbf{r}}{\Delta t}$ , 而后的表达式为  $\mathbf{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\mathbf{r}}{\Delta t}$ 。显然是两个不同的概念, 但是它们有联系, 即瞬时速度(速度)为平均速度的极限。

(2) 平均速度和瞬时速度皆为矢量。但后者还具有瞬时性和相对性, 它由位矢的瞬时性和相对性可得出。

(3) 平均速度与平均速率是两个不同的概念, 不能将平均速率看作平均速度的大小, 因为前者的定义式为  $\bar{\mathbf{v}} = \frac{\Delta\mathbf{r}}{\Delta t}$ , 而后的定义式为  $\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ , 这里

$|\Delta \mathbf{r}|$  不一定等于  $\Delta S$  的值。

(4) 速度和速率是两个不同的概念。前者是矢量、后者是标量。速度的大小等于速率, 速率定义式不能写为  $v = \frac{dr}{dt}$ 。

(5) 速度在直角坐标系中的表达式为

$$\begin{aligned}\mathbf{v} &= \frac{d\mathbf{r}}{dt} = \frac{dx}{dt}\mathbf{i} + \frac{dy}{dt}\mathbf{j} + \frac{dz}{dt}\mathbf{k} \\ &= v_x\mathbf{i} + v_y\mathbf{j} + v_z\mathbf{k}\end{aligned}$$

#### 4. 加速度

精要说明:

(1) 质点在某段时间内速度变化快慢的粗略描述用平均加速度, 某时刻质点运动速度变化快慢的精确描述用瞬时加速度(简称加速度)。前者的表达式为  $\bar{\mathbf{a}} = \frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t}$ , 后者的表达式为  $\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt} = \frac{d^2\mathbf{r}}{dt^2}$ 。显然这是两个不同的概念, 但是它们有联系, 即后者为前者极限。

(2) 平均加速度和瞬时加速度皆为矢量。但后者还具有瞬时性和相对性, 它的瞬时性和相对性由速度的瞬时性和相对性决定。

(3) 加速度在直角坐标系中的表达式为

$$\begin{aligned}\mathbf{a} &= \frac{dv_x}{dt}\mathbf{i} + \frac{dv_y}{dt}\mathbf{j} + \frac{dv_z}{dt}\mathbf{k} \\ &= \frac{d^2x}{dt^2}\mathbf{i} + \frac{d^2y}{dt^2}\mathbf{j} + \frac{d^2z}{dt^2}\mathbf{k}\end{aligned}$$

它在自然坐标系中的表达式为

$$\mathbf{a} = \mathbf{a}_n + \mathbf{a}_t = a_n\mathbf{n} + a_t\mathbf{t}$$

式中,  $a_n = \frac{v^2}{\rho}$  ( $\rho$  为运动曲线的曲率半径), 为法向加速度大小;  $a_t = \frac{dv}{dt}$ , 为切向加速度大小;  $a_t$  的正负可分别表示质点的加速、减速运动。

(4) 加速度与速度没有直接的因果关系, 不能说加速度大, 速度也大, 同样也不能说速度大, 加速度也大。加速度只与速度的变化率有直接因果关系, 即  $\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt}$ 。



### 三、几种常见的变速运动

#### 1. 直线匀变速运动

精要说明:

(1) 它为一维运动, 变化规律为

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (\text{运动方程})$$

$$v = v_0 + a t$$

$$v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0) \quad (\text{速度公式})$$

(2) 它是匀加速度运动还是匀减速度运动, 是由  $v$  与  $a$  的正负符号相同还是相反来确定, 不能仅由  $a$  的正负符号来决定。

(3) 当  $x_0 = 0, a = g$  时, 质点作自由落体运动; 当  $a = -g$  时, 质点作竖直上抛运动。

#### 2. 平面匀变速曲线运动

精要说明:

(1) 平面匀变速曲线运动为二维运动, 运动方程为

$$\mathbf{r} = x(t) \mathbf{i} + y(t) \mathbf{j}$$

(2) 质点作平抛运动时, 运动方程为

$$\begin{cases} x = v_0 t \\ y = \frac{1}{2} g t^2 \end{cases}$$

(3) 质点作斜上抛运动时, 运动方程为

$$\begin{cases} x = v_0 \cos \theta t \\ y = v_0 \sin \theta t - \frac{1}{2} g t^2 \end{cases}$$

#### 3. 圆周运动

精要说明:

(1) 质点作匀速圆周运动时, 其在直角坐标系中的运动方程为

$$\begin{cases} x = R \cos \omega t \\ y = R \sin \omega t \end{cases}$$

式中,  $R$  为圆周半径;  $\omega$  为质点逆时转动的角速度。 $R, \omega$  皆为常数。