



高等学校精品规划教材

# 大学物理习题选编

主编 陈晓

DAXUE WULI XITI XUANBIAN



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

高等学校精品规划教材

# 大学物理习题选编

◎ 主 编 陈 晓

◎ 副主编 邬良能 刘贵泉  
周 云 罗宏雷  
崔玉建



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

## 内 容 提 要

本书包含大学物理课程的全部主要内容,按常规的内容顺序编排,每章前加以简单的内容提要和解题参考。

习题内容由选择题、填空题和计算题3类常见题型组成,题中留出空白,适合直接作练习册使用。在每章末另外编排了综合练习,题目采用计算题形式,难度中等偏难,适宜作为提高练习题。

本书适合大学物理课程的低年级学生及物理爱好者使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

大学物理习题选编 / 陈晓主编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2010.1  
高等学校精品规划教材  
ISBN 978-7-5084-7213-3

I. ①大… II. ①陈… III. ①物理学—高等学校—习题 IV. ①04-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第023315号

|      |                                                                                                                                                                                                                    |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 书 名  | 高等学校精品规划教材<br><b>大学物理习题选编</b>                                                                                                                                                                                      |
| 作 者  | 主编 陈晓                                                                                                                                                                                                              |
| 出版发行 | 中国水利水电出版社<br>(北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038)<br>网址: <a href="http://www.waterpub.com.cn">www.waterpub.com.cn</a><br>E-mail: <a href="mailto:sales@waterpub.com.cn">sales@waterpub.com.cn</a><br>电话: (010) 68367658 (营销中心) |
| 经 售  | 北京科水图书销售中心(零售)<br>电话: (010) 88383994、63202643<br>全国各地新华书店和相关出版物销售网点                                                                                                                                                |
| 排 版  | 中国水利水电出版社微机排版中心                                                                                                                                                                                                    |
| 印 刷  | 北京市地矿印刷厂                                                                                                                                                                                                           |
| 规 格  | 184mm×260mm 16开本 5.75印张 136千字                                                                                                                                                                                      |
| 版 次  | 2010年1月第1版 2010年1月第1次印刷                                                                                                                                                                                            |
| 印 数  | 0001—4000册                                                                                                                                                                                                         |
| 定 价  | <b>10.00元</b>                                                                                                                                                                                                      |

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

# 前 言

大学物理是理工科大学生必修的基础理论课，其内容丰富，应用广泛。物理学的基本概念和规律是在处理具体问题的过程中被建立和掌握的，要理解和掌握其基本概念和众多定律的应用，培养分析问题和解决问题的能力，必须辅以适量的习题训练。

习题训练不是为了掌握所有题型的解法，培养分析和解决问题的能力才是关键。本书题量适中，适合作为课后作业使用，通过让学生解答典型的物理问题，加深对物理概念和规律的掌握。解题时须对所研究的物理问题建立起一个清晰的图像，从中找到适用的物理定律，并在此基础上建立起解题思路，解题中需注意数学方法的引入及合理运用。

本书按内容编排，共分五篇，其中第一篇第一章和第二章由陈晓编写；第一篇第三章和第四章由刘贵泉编写；第二篇由崔玉建编写；第三篇由罗宏雷改编；第四篇由周云编写；第五篇由邬良能编写。全书由陈晓负责定稿，邬良能协助校对并提出了许多很好的修改意见。

由于编者水平有限，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

编者

2010 年 1 月

# 目 录

## 前 言

## 第一篇 力 学

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 第一章 质点运动学 .....       | 1  |
| 第一节 本章内容提要 .....      | 1  |
| 第二节 本章解题参考 .....      | 2  |
| 第三节 质点运动学习题 1 .....   | 3  |
| 第四节 质点运动学习题 2 .....   | 5  |
| 第二章 牛顿运动定律 .....      | 7  |
| 第一节 本章内容提要 .....      | 7  |
| 第二节 本章解题参考 .....      | 8  |
| 第三节 牛顿运动定律习题 .....    | 9  |
| 第三章 动量与能量 .....       | 11 |
| 第一节 本章内容提要 .....      | 11 |
| 第二节 本章解题参考 .....      | 12 |
| 第三节 动量与能量习题 1 .....   | 13 |
| 第四节 动量与能量习题 2 .....   | 15 |
| 第四章 刚体的定轴转动 .....     | 17 |
| 第一节 本章内容提要 .....      | 17 |
| 第二节 本章解题参考 .....      | 18 |
| 第三节 刚体的定轴转动习题 1 ..... | 19 |
| 第四节 刚体的定轴转动习题 2 ..... | 21 |
| 第五章 力学综合习题 .....      | 23 |

## 第二篇 电 磁 学

|                   |    |
|-------------------|----|
| 第一章 静电场 .....     | 25 |
| 第一节 本章内容提要 .....  | 25 |
| 第二节 本章解题参考 .....  | 26 |
| 第三节 静电场习题 1 ..... | 27 |
| 第四节 静电场习题 2 ..... | 29 |

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| 第五节 静电场习题 3 .....        | 31        |
| <b>第二章 稳恒磁场 .....</b>    | <b>33</b> |
| 第一节 本章内容提要 .....         | 33        |
| 第二节 本章解题参考 .....         | 34        |
| 第三节 稳恒磁场习题 1 .....       | 35        |
| 第四节 稳恒磁场习题 2 .....       | 37        |
| <b>第三章 电磁感应 .....</b>    | <b>39</b> |
| 第一节 本章内容提要 .....         | 39        |
| 第二节 本章解题参考 .....         | 40        |
| 第三节 电磁感应习题 .....         | 41        |
| <b>第四章 电磁学综合习题 .....</b> | <b>43</b> |

## 第三篇 波 动 光 学

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| <b>第一章 振动与波动 .....</b>      | <b>45</b> |
| 第一节 本章内容提要 .....            | 45        |
| 第二节 本章解题参考 .....            | 46        |
| 第三节 振动习题 .....              | 47        |
| 第四节 波动习题 1 .....            | 49        |
| 第五节 波动习题 2 .....            | 51        |
| <b>第二章 光的干涉、衍射与偏振 .....</b> | <b>53</b> |
| 第一节 本章内容提要 .....            | 53        |
| 第二节 本章解题参考 .....            | 54        |
| 第三节 光的干涉习题 .....            | 55        |
| 第四节 光的衍射习题 .....            | 57        |
| 第五节 光的偏振习题 .....            | 59        |
| 第六节 波动光学综合习题 .....          | 61        |

## 第四篇 热 学

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| <b>第一章 气体动理论 .....</b> | <b>63</b> |
| 第一节 本章内容提要 .....       | 63        |
| 第二节 本章解题参考 .....       | 64        |
| 第三节 气体动理论习题 .....      | 65        |
| <b>第二章 热力学 .....</b>   | <b>67</b> |
| 第一节 本章内容提要 .....       | 67        |
| 第二节 本章解题参考 .....       | 68        |

第三节 热力学基础习题 ..... 69

第三章 热学综合习题 ..... 71

第五篇 近代物理

第一章 狭义相对论 ..... 73

    第一节 本章内容提要 ..... 73

    第二节 本章解题参考 ..... 74

    第三节 狭义相对论习题 1 ..... 75

    第四节 狭义相对论习题 2 ..... 77

第二章 量子物理基础 ..... 79

    第一节 本章内容提要 ..... 79

    第二节 本章解题参考 ..... 80

    第三节 量子物理基础习题 ..... 81

参考文献 ..... 83



# 第一篇 力学

## 第一章 质点运动学

### 第一节 本章内容提要

位矢

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

位移

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

一般情况下

$$|\Delta\vec{r}| \neq \Delta r$$

速度

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} + \frac{dz}{dt}\vec{k} = \dot{x}\vec{i} + \dot{y}\vec{j} + \dot{z}\vec{k}$$

加速度

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2} = \frac{d^2x}{dt^2}\vec{i} + \frac{d^2y}{dt^2}\vec{j} + \frac{d^2z}{dt^2}\vec{k} = \ddot{x}\vec{i} + \ddot{y}\vec{j} + \ddot{z}\vec{k}$$

圆周运动:

$$\text{角速度 } \omega = \frac{d\theta}{dt} = \dot{\theta}$$

$$\text{角加速度 } \alpha = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2} = \ddot{\theta} \quad (\text{或用 } \beta \text{ 表示角加速度})$$

$$\text{线加速度 } \vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_t$$

$$\text{法向加速度 } a_n = \frac{v^2}{R} = R\omega^2 \quad \text{指向圆心}$$

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

$$\text{线速率 } v = R\omega$$

$$\text{弧长 } s = R\theta$$

伽利略速度变换  $\vec{v} = \vec{v}' + \vec{u}$  (或者  $\vec{v}_{AB} = \vec{v}_{AC} + \vec{v}_{CB}$  参考矢量运算法则)



## 第二节 本章解题参考

大学物理是对中学物理的加深和拓展。本章对质点运动的描述相对于中学所学内容更强调其瞬时性、相对性和矢量性，特别是处理问题时微积分的引入，使问题的讨论在空间和时间上更具普遍性。

对于本章习题的解答应注意对基本概念和数学方法的掌握。

矢量的引入使得对物理量的表述更科学和简洁。注意位矢、位移、速度和加速度定义式的矢量性，清楚圆周运动角位移、角速度和角加速度方向的规定。

微积分的应用是难点，应掌握运用微积分解题。这种题型分为两大类：一类是从运动方程出发，通过微分求出质点在任意时刻的位矢、速度或加速度；另一类是已知加速度或速度与时间的关系及初始条件，通过积分求出任意时刻质点的速度、位矢或相互间的关系，注意式子变换过程中合理的运用已知公式进行变量的转换，掌握先分离变量后积分的数学方法。

### 第三节 质点运动学习题1

#### 一、选择题

1. 分别以  $\vec{r}$ 、 $s$ 、 $\vec{v}$  和  $\vec{a}$  表示质点运动的位矢、路程、速度和加速度，下列表述中正确的是 ( )。

A.  $|\Delta\vec{r}| = \Delta r$

B.  $\left| \frac{d\vec{r}}{dt} \right| = \frac{ds}{dt} = v$

C.  $a = \frac{dv}{dt}$

D.  $\frac{dr}{dt} = v$

2. 一质点沿  $Y$  轴运动，其运动学方程为  $y = 4t^2 - t^3$ ， $t = 0$  时质点位于坐标原点，当质点返回原点时，其速度和加速度分别为 ( )。

A.  $16\text{m/s}$ ,  $16\text{m/s}^2$

B.  $-16\text{m/s}$ ,  $16\text{m/s}^2$

C.  $-16\text{m/s}$ ,  $-16\text{m/s}^2$

D.  $16\text{m/s}$ ,  $-16\text{m/s}^2$

3. 质点在平面内运动，位矢为  $\vec{r}(t)$ ，若保持  $\frac{dr}{dt} = 0$ ，则质点的运动是 ( )。

A. 匀速直线运动

B. 变速直线运动

C. 圆周运动

D. 匀速曲线运动

#### 二、填空题

4. 一质点沿直线运动，其运动学方程为  $x = 6t - t^2$ ，则  $t$  由  $0 \sim 4\text{s}$  的时间间隔内，质点的位移大小为\_\_\_\_\_，在  $t$  由  $0 \sim 4\text{s}$  的时间间隔内质点走过的路程为\_\_\_\_\_。

5. 质点的运动方程为  $\vec{r} = (t - \frac{1}{2}t^2)\vec{i} + (1 + 2t + \frac{1}{3}t^3)\vec{j}$ ，当  $t = 2\text{s}$  时，其加速度  $\vec{a} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

6. 质点以加速度  $a = kv^2t$  作直线运动，其中  $k$  为常数，设初速度为  $v_0$ ，则质点速度  $v$  与时间  $t$  的函数关系是\_\_\_\_\_。

7. 灯距地面高度为  $h_1$ ，一个人身高为  $h_2$ ，在灯下以匀速率  $v$  沿水平直线行走，如图 1-1 所示。他的头顶在地上的影子  $M$  沿地面移动的速度为  $v_M = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

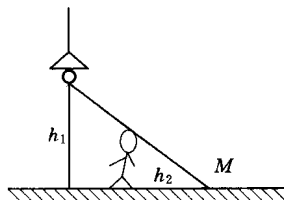


图 1-1

#### 三、计算题

8. 一质点按  $x = 5\cos 6\pi t$ ,  $y = 8\sin 6\pi t$  规律运动。求：

(1) 该质点的轨迹方程。

(2) 第  $5\text{s}$  末的速度和加速度。



9. 某质点的初位矢  $\vec{r} = 2\vec{i}$ ，初速度  $\vec{v} = 2\vec{j}$ ，加速度  $\vec{a} = 4\vec{i} + 2\vec{j}$ ，求：

- (1) 该质点的速度。
- (2) 该质点的运动方程。

10. 一质点沿  $x$  轴运动，其加速度  $a$  与位置坐标  $x$  的关系为  $a = 2 + 6x^2$ ，如果质点在原点处的速度为 0，求其在任意位置处的速度。



## 第四节 质点运动学习题2

### 一、选择题

1. 以下4种运动形式中,  $\vec{a}$  保持不变的运动是 ( )。

- A. 圆锥摆运动
- B. 匀速率圆周运动
- C. 行星的椭圆轨道运动
- D. 抛体运动

2. 下列说法正确的是 ( )。

- A. 质点做圆周运动时的加速度指向圆心
- B. 匀速圆周运动的加速度为恒量
- C. 只有法向加速度的运动一定是圆周运动
- D. 只有切向加速度的运动一定是直线运动

3. 一质点的运动方程是  $\vec{r} = R\cos \omega t \vec{i} + R\sin \omega t \vec{j}$ ,  $R$ 、 $\omega$  为正常数。从  $t = \pi/\omega$  至  $t = 2\pi/\omega$  时间内:

(1) 该质点的位移是 ( )。

- (A)  $-2R\vec{i}$
- (B)  $2R\vec{i}$
- (C)  $-2\vec{j}$
- (D) 0

(2) 该质点经过的路程是 ( )。

- (A)  $2R$
- (B)  $\pi R$
- (C) 0
- (D)  $\pi R\omega$

### 二、填空题

4. 质点在半径为 16m 的圆周上运动, 切向加速度  $a_t = 4\text{m/s}^2$ , 若静止开始计时, 当  $t =$  \_\_\_\_\_ 时, 其加速度的方向与速度的夹角为  $45^\circ$ ; 此时质点在圆周上经过的路程  $s =$  \_\_\_\_\_。

5. 质点沿半径为  $R$  的圆周运动, 运动学方程为  $\theta = 3 + 2t^2$ , 则  $t$  时刻质点的法向加速度大小为  $a_n =$  \_\_\_\_\_; 角加速度  $\beta =$  \_\_\_\_\_。

6. 某抛体运动, 如忽略空气阻力, 其轨迹最高点的曲率半径恰为 9.8m, 已知物体是以  $60^\circ$  仰角抛出的, 则其抛射时初速度的大小为 \_\_\_\_\_。

7. 距河岸 (看成直线) 500m 处有一艘静止的船, 船上的探照灯以转速为  $n = 1\text{r/min}$  转动。当光束与岸边成  $60^\circ$  角时, 光束沿岸边移动的速度  $v =$  \_\_\_\_\_。

### 三、计算题

8. 一质点作圆周运动, 设半径为  $R$ , 运动方程为  $s = v_0 t - \frac{1}{2}bt^2$ , 其中  $s$  为弧长,  $v_0$  为初速,  $b$  为常数。求:

(1) 任一时刻  $t$  质点的法向、切向和总加速度。

(2) 当  $t$  为何值时, 质点的总加速度在数值上等于  $b$ , 这时质点已沿圆周运行了多少圈?



9. 一飞轮以速率  $n = 1500\text{r/min}$  的转速转动，受到制动后均匀地减速，经  $t = 50\text{s}$  后静止。试求：

- (1) 角加速度  $\beta$ 。
- (2) 制动后  $t = 25\text{s}$  时飞轮的角速度，以及从制动开始到停转，飞轮的转数  $N$ 。
- (3) 设飞轮半径  $R = 1\text{m}$ ，则  $t = 25\text{s}$  时飞轮边缘一点的速度和加速度为多少？

10. 有一宽为  $l$  的大江，江水由北向南流，设江中心流速为  $u_0$ ，靠两岸的流速为 0，江中任一点的流速与江中心流速之差与江中心至该点距离的平方成正比。今有相对于水的速度为  $v_0$  的汽船由西岸出发，向东偏北  $45^\circ$  方向航行，试求其航线的轨迹方程以及到达东岸的地点。

## 第二章 牛 顿 运 动 定 律

### 第一节 本 章 内 容 提 要

牛顿运动定律:

第一定律 惯性和力的概念,  $\vec{v} = \text{常矢量}$

第二定律  $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$   $\vec{p} = m\vec{v}$

$m$  为常量时  $\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$

第三定律  $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$

常见力:

重力  $P = mg$

弹簧力  $F = -kx$

摩擦力  $f = \mu N$  滑动摩擦

$f \leq \mu_s N$  静摩擦

惯性力: 为使用牛顿定律而在非惯性系中引入的假想力, 由参照系的加速运动引起。

平动加速参照系  $\vec{F}_i = -m \vec{a}_0$

转动参照系  $\vec{F}_i = m\omega^2 \vec{r}$



## 第二节 本章解题参考

牛顿运动定律是个整体，只在惯性系中适用。牛顿第二定律给出物体受合力产生加速度的瞬时关系。

正确分析质点的受力情况是运用牛顿运动定律解题的关键。一般的步骤是：先采用隔离体法对质点进行受力分析，注意不要少计或重复计算受力；然后根据受力分析建立合适坐标系，一般坐标轴沿着受力方向或运动方向；最后是列方程或方程组求解讨论，具体求解过程中一般不写矢量式，而写出坐标轴方向的分量式进行运算。

### 第三节 牛顿运动定律习题

#### 一、选择题

1. 如图 1-2 所示, 质点从竖直放置的圆周顶端  $A$  处分别沿不同长度的弦  $AB$  和  $AC$  ( $AC < AB$ ) 由静止下滑, 不计摩擦阻力。质点下滑到底部需要的时间分别为  $t_B$  和  $t_C$ , 则( )。

A.  $t_B = t_C$

B.  $t_B > t_C$

C.  $t_B < t_C$

D. 条件不足, 无法判定

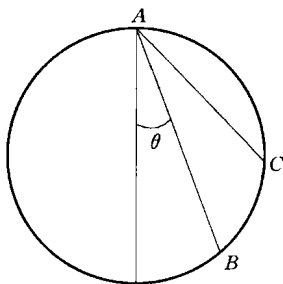


图 1-2

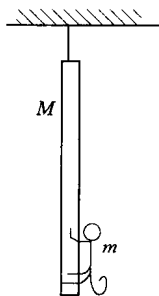


图 1-3

2. 如图 1-3 所示, 一只质量为  $m$  的猴, 原来抓住一根用绳吊在天花板上的质量为  $M$  的直杆, 悬线突然断开, 小猴则沿杆子竖直向上爬以保持它离地面的高度不变, 此时直杆下落的加速度为( )。

A.  $\frac{m}{M}g$

B.  $\frac{M-m}{M}g$

C.  $\frac{M+m}{M}g$

D.  $\frac{M+m}{M-m}g$

#### 二、填空题

3. 如果一个箱子与货车底板之间的静摩擦系数为  $\mu$ , 当这货车爬一与水平方向成  $\theta$  角的平缓山坡时, 要使箱子不在底板上滑动, 车的最大加速度  $a_{\max} =$ \_\_\_\_\_。

4. 一个质量为  $m$  的质点, 沿  $x$  轴作直线运动, 受到的作用力为  $\vec{F} = F_0 \cos \omega t \vec{i}$ ,  $t=0$  时刻, 质点的位置坐标为  $x_0$ , 初速度  $\vec{v}_0 = 0$ 。则质点的位置坐标和时间的关系式是  $x =$ \_\_\_\_\_。

5. 如图 1-4 所示, 在粗糙的水平桌面上放着质量为  $M$  的物体  $A$ ,  $A$  上放有一表面粗糙的小物体  $B$ , 质量为  $m$ 。试分别画出: 当用水平恒力  $\vec{F}$  推  $A$  使它作加速运动时,  $A$  和  $B$  的受力图\_\_\_\_\_。

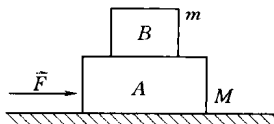


图 1-4

6. 一冰块由静止开始沿与水平方向成  $30^\circ$  倾角的光滑斜屋顶下滑 10m 后到达屋缘, 若屋缘高出地面 10m, 则冰块从脱离屋缘到落地过程中越过的水平距离为\_\_\_\_\_。

#### 三、计算题

7. 如图 1-5 所示, 一人在平地上拉一个质量为  $M$  的木箱匀速前进, 木箱与地面间的摩

擦系数  $\mu = 0.58$ 。设此人前进时，肩上绳的支撑点距地面高度为  $h = 1.5\text{m}$ ，不计箱高，问绳长  $l$  为多长时最省力？

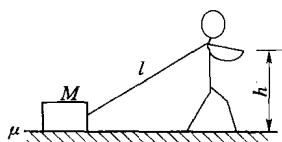


图 1-5

8. 质量为  $m$  的小球，在水中受的浮力为常力  $F$ ，当它从静止开始沉降时，受到水的黏滞阻力大小为  $f = kv$  ( $k$  为常数)。证明：小球在水中竖直沉降的速度  $v$  与时间  $t$  的关系为  $v = \frac{mg - F}{k}(1 - e^{-kt/m})$ ，式中  $t$  为从沉降开始计算的时间。

9. 如图 1-6 所示，质量分别为  $m_1$  和  $m_2$  的两只球用弹簧连在一起，且以长为  $L_1$  的线拴在轴  $O$  上， $m_1$  与  $m_2$  均以角速度  $\omega$  绕轴在光滑水平面上作匀速圆周运动，当两球之间的距离为  $L_2$  时，将线烧断。试求线被烧断的瞬间两球的加速度  $a_1$  和  $a_2$ 。（弹簧和线的质量忽略不计）

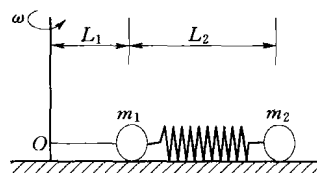


图 1-6