

高校经典教材同步辅导丛书  
配套科学版·吴百诗主编

教你用更多的自信面对未来!

一书两用  
同步辅导+考研复习

# 大学物理

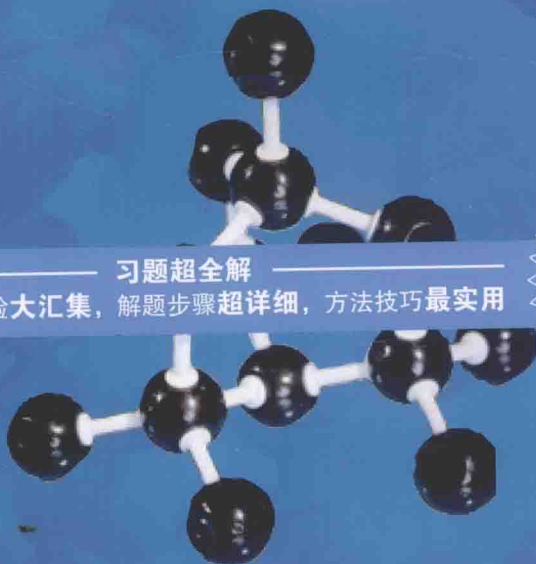
(新版·合订本)

## 同步辅导及习题全解

主 编 边文思

习题超全解  
名师一线经验大汇集, 解题步骤超详细, 方法技巧最实用

新版



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

高校经典教材同步辅导丛书

# 大学物理（新版·合订本）

## 同步辅导及习题全解

主 编 边文思



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

## 内 容 提 要

本书是与科学出版社出版的、吴百诗主编的《大学物理》(新版)配套的同步辅导及习题全解辅导书。

本书共有 19 章,分别介绍质点运动学、牛顿运动定律、功和能、冲量和动量、刚体运动学、刚体动力学、机械振动、静电场、恒定磁场、变化的磁场和变化的电场、热力学基础、气体动理论、机械波、波动光学基础、狭义相对论力学基础、量子物理基础、固体物理简介\*超导 激光。本书按教材内容安排全书结构,各章均包括学习要求、重要知识点归纳、重难点解析、解题规律及方法归纳、例题精讲、课后习题详解六部分内容。全书按教材内容,针对各章节习题给出详细解答,思路清晰,逻辑性强,循序渐进地帮助读者分析并解决问题,内容详尽,简明易懂。

本书可作为高等院校学生学习《大学物理》(新版)课程的辅导教材,也可作为考研人员复习备考的辅导教材,同时可供教师备课命题作为参考资料。

## 图书在版编目(CIP)数据

大学物理(新版·合订本)同步辅导及习题全解 /  
边文思主编. — 北京:中国水利水电出版社, 2015.7  
(高校经典教材同步辅导丛书)  
ISBN 978-7-5170-3368-4

I. ①大… II. ①边… III. ①物理学—高等学校—教  
学参考资料 IV. ①04

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第160473号

策划编辑:杨庆川 责任编辑:李 炎 加工编辑:张 蕾 封面设计:李 佳

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 书 名  | 高校经典教材同步辅导丛书                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 作 者  | 大学物理(新版·合订本)同步辅导及习题全解                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 出版发行 | 主 编 边文思<br>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:mchannel@263.net">mchannel@263.net</a> (万水)<br><a href="mailto:sales@waterpub.com.cn">sales@waterpub.com.cn</a><br>电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水) |
| 经 售  | 北京科水图书销售中心(零售)<br>电话: (010) 88383994、63202643、68545874<br>全国各地新华书店和相关出版物销售网点                                                                                                                                                                                                                              |
| 排 版  | 北京万水电子信息有限公司                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 印 刷  | 北京正合鼎业印刷技术有限公司                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 规 格  | 170mm×227mm 16开本 22.5印张 478千字                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 版 次  | 2015年7月第1版 2015年7月第1次印刷                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 印 数  | 0001—5000册                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 定 价  | 32.60元                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

# 前言

吴百诗主编的《大学物理》(新版)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与此教材配套的《大学物理同步辅导及习题全解》(新版·合订本)。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《大学物理》(新版)这门课程的特点,我们在内容上作了以下安排:

1. **学习要求。**简单扼要地说明本章的学习目标,明确学习任务。
2. **重要知识点归纳。**对每章知识点做了简练概括,梳理了各知识点之间的脉络联系,突出各章主要定理及重要公式,使读者在各章学习过程中目标明确,有的放矢。
3. **重难点解析。**每章前面均对本章的知识要点进行了整理。综合众多参考资料,归纳了本章几乎所有的考点,便于读者学习与复习。
4. **解题规律及方法归纳。**归纳本章涉及的重要解题规律及方法。以开拓广大同学的解题思路,使其能更好地掌握该课程的基本内容和解题方法。
5. **例题精讲。**该部分选取了一些有启发性或综合性较强的经典例题,对所给例题先进行分析,再给出详细解答,并在最后作出点评,意在抛砖引玉。
6. **课后习题详解。**教材中课后习题丰富、层次多样,许多基础性问题从多个角度帮助学生理解基本概念和基本理论,促其掌握基本解题方法。我们对教材的课后习题给了详细的解答。

由于时间较仓促,编者水平有限,难免书中有疏漏之处,敬请各位同行和读者给予批评、指正。

编者  
2015年07月

## 前言

|                         |    |
|-------------------------|----|
| <b>第一章 质点运动学</b> .....  | 1  |
| 学习要求 .....              | 1  |
| 重要知识点归纳 .....           | 1  |
| 重难点解析 .....             | 2  |
| 解题规律及方法归纳 .....         | 3  |
| 例题精讲 .....              | 4  |
| 课后习题详解 .....            | 6  |
| <b>第二章 牛顿运动定律</b> ..... | 17 |
| 学习要求 .....              | 17 |
| 重要知识点归纳 .....           | 17 |
| 重难点解析 .....             | 18 |
| 解题规律及方法归纳 .....         | 19 |
| 例题精讲 .....              | 20 |
| 课后习题详解 .....            | 25 |
| <b>第三章 功和能</b> .....    | 35 |
| 学习要求 .....              | 35 |
| 重要知识点归纳 .....           | 35 |
| 重难点解析 .....             | 36 |
| 解题规律及方法归纳 .....         | 37 |
| 例题精讲 .....              | 38 |
| 课后习题详解 .....            | 40 |

|                  |    |
|------------------|----|
| <b>第四章 冲量和动量</b> | 49 |
| 学习要求             | 49 |
| 重要知识点归纳          | 49 |
| 重难点解析            | 50 |
| 解题规律及方法归纳        | 51 |
| 例题精讲             | 51 |
| 课后习题详解           | 54 |
| <b>第五章 刚体运动学</b> | 64 |
| 学习要求             | 64 |
| 重要知识点归纳          | 64 |
| 重难点解析            | 65 |
| 解题规律及方法归纳        | 66 |
| 例题精讲             | 66 |
| 课后习题详解           | 67 |
| <b>第六章 刚体动力学</b> | 71 |
| 学习要求             | 71 |
| 重要知识点归纳          | 71 |
| 重难点解析            | 72 |
| 解题规律及方法归纳        | 73 |
| 例题精讲             | 74 |
| 课后习题详解           | 78 |

|                 |     |
|-----------------|-----|
| <b>第七章 机械振动</b> | 86  |
| 学习要求            | 86  |
| 重要知识点归纳         | 86  |
| 重难点解析           | 88  |
| 解题规律及方法归纳       | 93  |
| 例题精讲            | 93  |
| 课后习题详解          | 96  |
| <b>第八章 静电场</b>  | 111 |
| 学习要求            | 111 |
| 重要知识点归纳         | 111 |
| 重难点解析           | 113 |
| 解题规律及方法归纳       | 114 |
| 例题精讲            | 115 |
| 课后习题详解          | 120 |
| <b>第九章 恒定磁场</b> | 147 |
| 学习要求            | 147 |
| 重要知识点归纳         | 147 |
| 重难点解析           | 149 |
| 解题规律及方法归纳       | 150 |
| 例题精讲            | 151 |
| 课后习题详解          | 154 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| <b>第十章 变化的磁场和变化的电场</b> | 174 |
| 学习要求                   | 174 |
| 重要知识点归纳                | 174 |
| 重难点解析                  | 177 |
| 例题精讲                   | 179 |
| 解题规律及方法归纳              | 179 |
| 课后习题详解                 | 183 |
| <b>第十一章 热力学基础</b>      | 196 |
| 学习要求                   | 196 |
| 重要知识点归纳                | 196 |
| 重难点解析                  | 198 |
| 解题规律及方法归纳              | 200 |
| 例题精讲                   | 201 |
| 课后习题详解                 | 205 |
| <b>第十二章 气体动理论</b>      | 222 |
| 学习要求                   | 222 |
| 重要知识点归纳                | 222 |
| 重难点解析                  | 224 |
| 解题规律及方法归纳              | 225 |
| 例题精讲                   | 226 |
| 课后习题详解                 | 228 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| <b>第十三章 机械波</b> .....       | 237 |
| 学习要求 .....                  | 237 |
| 重要知识点归纳 .....               | 237 |
| 重难点解析 .....                 | 239 |
| 解题规律及方法归纳 .....             | 241 |
| 例题精讲 .....                  | 242 |
| 课后习题详解 .....                | 245 |
| <b>第十四章 波动光学基础</b> .....    | 262 |
| 学习要求 .....                  | 262 |
| 重要知识点归纳 .....               | 262 |
| 重难点解析 .....                 | 265 |
| 解题规律及方法归纳 .....             | 266 |
| 例题精讲 .....                  | 267 |
| 课后习题详解 .....                | 270 |
| <b>第十五章 狭义相对论力学基础</b> ..... | 285 |
| 学习要求 .....                  | 285 |
| 重要知识点归纳 .....               | 285 |
| 重难点解析 .....                 | 287 |
| 解题规律及方法归纳 .....             | 288 |
| 例题精讲 .....                  | 288 |
| 课后习题详解 .....                | 290 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| <b>第十六章 量子物理基础</b>        | 302 |
| 学习要求                      | 302 |
| 重要知识点归纳                   | 302 |
| 重难点解析                     | 304 |
| 例题精讲                      | 307 |
| 课后习题详解                    | 310 |
| <b>第十七章 原子核基本知识简介</b>     | 324 |
| 学习要求                      | 324 |
| 重要知识点归纳                   | 324 |
| 重难点解析                     | 327 |
| 解题规律及方法归纳                 | 327 |
| 例题精讲                      | 328 |
| 课后习题详解                    | 329 |
| <b>第十八章 粒子物理简介</b>        | 335 |
| 学习要求                      | 335 |
| 重要知识点归纳                   | 335 |
| 解题规律及方法归纳                 | 337 |
| 例题精讲                      | 337 |
| 课后习题详解                    | 338 |
| <b>第十九章 固体物理简介* 超导 激光</b> | 343 |
| 学习要求                      | 343 |
| 重要知识点归纳                   | 343 |
| 重难点解析                     | 345 |
| 课后习题详解                    | 345 |

# 第一章

## 质点运动学

### 学习要求

1. 掌握位矢、位移、速度、加速度等物理量,能借助于直角坐标系熟练计算质点的平面运动问题;能利用自然坐标熟练地计算质点的切向和法向加速度;能利用角量熟练地计算质点的圆周运动问题.
2. 理解相对运动的概念,能分析和计算与平动有关的相对运动问题.
3. 掌握牛顿定律及其适用条件,能熟练地进行受力分析并按步骤解答相关问题.

### 重要知识点归纳

#### 1. 基本概念

质点:可忽略形状和大小的物体  $\rightarrow$  有质量而无形状和大小.

质点系:若干质点的集合.

参考系:参照物 + 坐标系. 如图 1-1 所示.

#### 2. 确定质点位置的几种方法及其对应的运动学方程

确定质点位置的几种方法:

A 坐标法:直角坐标系  $P(x, y, z)$

B 位置矢量法:  $\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}$

C 自然法:  $S = S(t)$

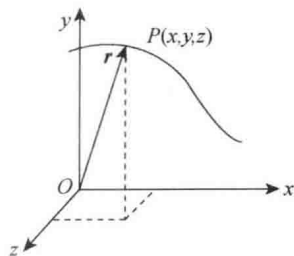


图 1-1

已知质点相对参考系的运动轨迹时,常用自然法,如图 1-2 所示.

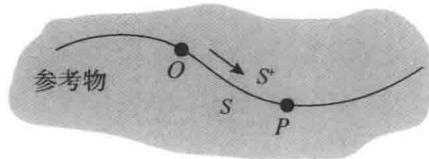


图 1-2

运动学方程:

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

直角坐标  $x = x(t)$   $y = y(t)$   $z = z(t)$

自然坐标  $S = S(t)$

## 重难点解析

### 1. 质点运动学的两类问题

第一类问题:已知质点的运动方程,求质点在任意时刻的速度和加速度.

第二类问题:已知质点的加速度(或速度)随时间的变化规律和初始条件( $t=0$ s时刻的初位矢  $\mathbf{r}_0$  和初速度  $\mathbf{v}_0$ ),求质点在任意时刻的速度和运动方程.

### 2. 质点动力学的两类基本问题

第一类:已知运动状态,求物体受力或施与其他物体的力.

第二类:已知受力情况,求物体的运动规律.



说明:第一类为微分问题;第二类为积分问题.

### 3. 试就质点做一般曲线运动情况分别标出 $\Delta \mathbf{r}$ 、 $\Delta r$ 、 $|\Delta \mathbf{r}|$ (如图 1-3 所示) 和 $\Delta \mathbf{v}$ 、 $\Delta v$ 、 $|\Delta \mathbf{v}|$ (如图 1-4

$\frac{d\mathbf{r}}{dt}$ 、 $\frac{dr}{dt}$ 、 $\frac{|\mathbf{dr}|}{dt}$  和  $\frac{d\mathbf{v}}{dt}$ 、 $\frac{dv}{dt}$ 、 $\frac{|\mathbf{dv}|}{dt}$  各式的含义.

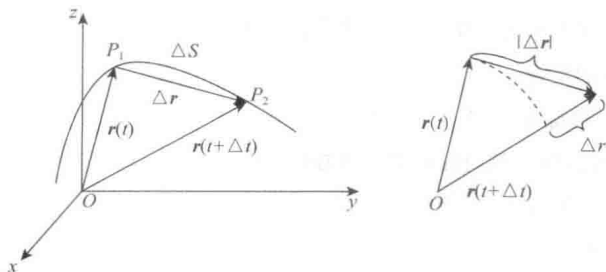


图 1-3

由图 1-3 可知,  $\frac{d\mathbf{r}}{dt}$  为做曲线运动的质点的速度;  $\frac{|\mathbf{dr}|}{dt}$  为速度的大小,即速率;而  $\frac{dr}{dt}$  既不是速度

也不是速率,它是速度沿径向分量的大小.所以,在圆周运动中 $\frac{dr}{dt} = 0$ .

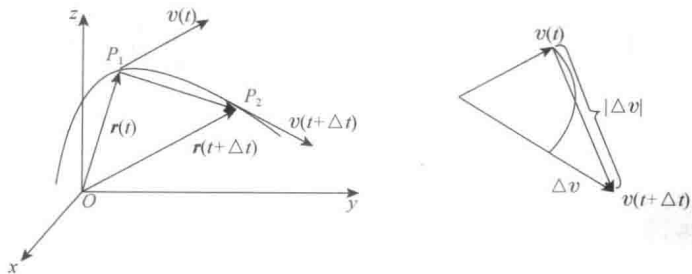


图 1-4

由图 1-4 可知,  $\frac{dv}{dt}$  为加速度在速度方向上的分量,即切向加速度;  $\frac{dv}{dt}$  为物体的加速度矢量;

$\left| \frac{dv}{dt} \right|$  是加速度的大小.

#### 4. 加速度与法向加速度

(1) 在曲线运动中,物体速度沿切线方向,法向分量为零,因此切向加速度不为零,法向加速度为零.

(2) 当  $a_t = 0, a_n = 0$  时,质点做匀速直线运动;

当  $a_t = 0, a_n \neq 0$  时,质点做匀速率曲线运动;

当  $a_t \neq 0, a_n = 0$  时,质点做变速直线运动;

当  $a_t \neq 0, a_n \neq 0$  时,质点做一般曲线运动.

## 解题规律及方法归纳

### 讨论物体受下述变力作用时求加速度的解题思路

(1) 力是时间的函数  $F = F(t)$ : 一质量为  $m$  的质点 A 受周期性外力  $F = F_0 \cos \omega t$  的作用沿  $x$  轴运动,其中  $F_0, \omega$  均为常量,且当  $t = 0$  时静止于坐标原点,求位置、速度与时间的关系.

**思路:** 加速度是时间的函数  $a = a(t)$ : 即  $a = (F_0/m) \cos \omega t$ ,  $\int_0^v dv = \int_0^t a dt$ ,  $\int_0^x dx = \int_0^t v dt$ .

(2) 力是位置的函数  $F = F(x)$ : 一质量为  $m$  的质点 B 沿  $x$  轴运动,受力  $F = F_0 + kx$  的作用,其中  $F_0, k$  均为常量,且 B 在  $x = 0$  处的速度为  $v_0$ ,求 B 的速度与坐标间的关系.

**思路:** 加速度是位置的函数  $a = a(x)$ : 即  $a = (F_0/m) + (k/m)x$ ,  $a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \frac{dx}{dt} = v \frac{dv}{dx}$ ,  $\int_0^x a dx = \int_{v_0}^v v dv$ .

(3) 力是速度的函数  $F = F(v)$ : 一质量为  $m$  的轮船 C 在停靠码头之前关闭发动机,此时的速度

为  $v_0$ , 设水的阻力与轮船的速率成正比, 比例常数为  $k$ , 求发动机停机后,  $C$  所能前进的最大距离与所用时间.

**思路:** 加速度是速度的函数  $F = F(v)$ :  $F = -kv$ ,  $a = -(k/m)v$ ,  $\frac{dv}{dt} = a(v) = -\frac{k}{m}v$ ,  $\int_0^t -\frac{k}{m} dt$ .

## 例题精讲

**例 1** 已知一运动质点在某时刻速度为  $\boldsymbol{v} = 4\boldsymbol{i} + 3\boldsymbol{j}$ , 加速度为  $\boldsymbol{a} = 3\boldsymbol{i} - \boldsymbol{j}$ , 求该时刻质点的切向加速度和法向加速度.

**解**  $\boldsymbol{a} \cdot \boldsymbol{v} = |\boldsymbol{a}| \cdot |\boldsymbol{v}| \cos \theta$

$$\cos \theta = \frac{9}{5\sqrt{10}}, \theta \text{ 是 } \boldsymbol{a} \text{ 与 } \boldsymbol{v} \text{ 之间的夹角}$$

$$a_t = a \cos \theta = \frac{9}{5}$$

$$a_n = a \sin \theta = \frac{13}{5}$$

**例 2** 一物体做如图 1-5 所示的斜抛运动, 测得在  $A$  点处速度  $\boldsymbol{v}$  的大小为  $v$ , 其方向与水平方向夹角成  $30^\circ$ , 求物体在  $A$  点的切向加速度  $a_t$  和轨道的曲率半径  $\rho$ .

**解** 斜抛物体的运动加速度为  $g$

$$a_t = -g \sin 30^\circ = -\frac{g}{2}$$

$$a_n = g \cos 30^\circ = \frac{v^2}{\rho}$$

$$\rho = \frac{v^2}{g \cos 30^\circ} = \frac{2v^2}{\sqrt{3}g}$$

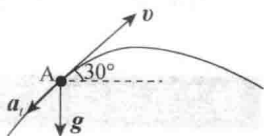


图 1-5

**例 3** 一质点静止出发做  $R = 3\text{m}$  的圆周运动,  $a_t = 3\text{m/s}^2$ .

求: (1) 经过多少时间  $\boldsymbol{a}$  与半径成  $45^\circ$  角?

(2) 在这段时间内质点走过多少路程?

**解** (1)  $a_t = \frac{dv}{dt}$ ;  $a_n = \frac{v^2}{R}$

$$v = v_0 + \int_0^t a_t dt = 3t, \text{ 得 } a_n = 3t$$

$\boldsymbol{a}$  与半径成  $45^\circ$  角时  $a_n = a_t$ , 得  $t = 1\text{s}$

$$(2) s = \int_0^t v dt = \int_0^1 3t dt = 1.5(\text{m})$$

**例 4** 如图 1-6 所示为弧形槽 B 的 1/4 光滑圆弧, 置于光滑桌面 C 上, 在质量为  $m$  的物体 A 下滑过程中 B 将向左运动. 若 A 滑到  $d$  点时相对于 B 的速度为  $v_{12}$ , 此时 B 相对于桌面的速度为  $v$ , 方向水平向左, 求:

(1) 物体离开槽时, 物块和槽的速度大小分别是多少?

(2) 物体对槽做的功  $A_N$  的大小.

(3) 物体到达最低点  $b$  时, 对槽压力的大小和方向.

相对运动问题的关键: 一个动点; 两个参考系.

$$\boldsymbol{v}_{\text{绝对}} = \boldsymbol{v}_{\text{相对}} + \boldsymbol{v}_{\text{牵连}}$$

$$\boldsymbol{a}_{\text{绝对}} = \boldsymbol{a}_{\text{相对}} + \boldsymbol{a}_{\text{牵连}}$$

**解** (1) 如图 1-6 所示, 对物体、槽和地球系统, 外力不做功, 物体和槽的相互压力  $N$  和  $N'$  具有相同位移, 所以做功之和为零. 因此系统的机械能守恒. 以  $v$  和  $V$  分别表示物体离开槽时物体和槽的速度, 则有

$$mgR = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}MV^2$$

对物体和槽系统, 由于水平方向不受外力, 所以水平方向动量守恒.

又由于  $v$  和  $V$  皆沿水平方向, 所以有

$$mv - MV = 0$$

$$\text{联立以上两式可得 } v = \sqrt{\frac{2MgR}{M+m}}, V = m\sqrt{\frac{2gR}{M(M+m)}}.$$

(2) 对槽分析可知, 只有物体对它的压力  $N$  对它做功. 由动能定理可知在物体下落过程中, 物体对槽做的功就等于槽的动能的增量, 即

$$A_N = \frac{1}{2}MV^2 = \frac{m^2 gR}{M+m}$$

(3) 物体到达最低点  $b$  的瞬间, 由于槽在水平方向不受外力, 加速度为零, 此时可将槽当作惯性系. 在惯性系中, 物体的水平速度为

$$v' = v + V = \sqrt{\frac{2MgR}{M+m}} + m\sqrt{\frac{2gR}{M(M+m)}}$$

由牛顿第二定律得

$$N' - mg = m \frac{v'^2}{R}$$

$$\text{解得 } N' = mg + m \frac{v'^2}{R} = \left(3 + \frac{2m}{M}\right)mg$$

再由牛顿第三定律可知, 此时物体对槽的压力为

$$N = N' = \left(3 + \frac{2m}{M}\right)mg \quad \text{其方向向下}$$

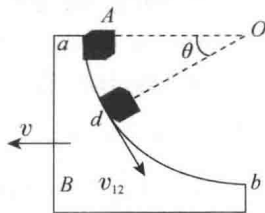


图 1-6

**例 5** 如图 1-7 所示,平面上弹簧的一端固定,弹簧质量为  $m_1$ ,另一端连接着一个小球,小球质量为  $M$ ,弹簧初始长度为  $l_0$ ,一颗初速度为  $v_0$  质量为  $m$  且速度方向垂直于弹簧轴线的子弹射入小球,带动小球做曲线运动.当弹簧运动到与初始轴线相垂直的位置时,弹簧长度变为  $l$ ,求此时小球速度的大小,及小球运动方向与弹簧轴线的夹角  $\theta$ .

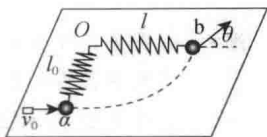


图 1-7

**解** 子弹以  $v_0$  射入小球的过程中,二者动量守恒.以  $v_0$  表示它们的共同速度大小为  $v_0$ ,其方向与弹簧轴线垂直,则有

$$mv_0 = (m + M)v'_0$$

含子弹的小球受的弹力总指向  $O$  点,所以它对  $O$  点的角动量守恒,即

$$(m + m_1)l_0 v'_0 = (m + m_1)lv \sin \theta$$

又小球运动过程中只有弹簧的拉力(保守力)做功,所以小球弹簧系统的机械能守恒,即

$$\frac{1}{2}(m + m_1)v'^2_0 = \frac{1}{2}k(l - l_0)^2 + \frac{1}{2}(m + m_1)v^2$$

联立上述方程式可得

$$v = \sqrt{v'^2_0 - \frac{k(l - l_0)^2}{m + m_1}} = \sqrt{\frac{m_1^2 v_0^2}{(m + m_1)^2} - \frac{k(l - l_0)^2}{m + m_1}}$$

$$\theta = \arcsin \frac{v'_0 l_0}{v l} = \arcsin \frac{m_1 v_0 l_0}{[m_1^2 v_0^2 - k(m + m_1)(l - l_0)^2]^{1/2} l}$$

这是综合性质的问题,应分析子弹和小球碰撞过程和碰后的运动过程的特点,根据学过的定理和定律建立适当的方程联立求解.

## 课后习题详解

### 1.1 选择题

(1)BDFH



**说明:**不同坐标系中表示方法不同.

(2)ACGH

(3)BCDF



**说明:**(F)选项所述情况存在.在物体运动曲线的拐点处(二阶导数值为0)时,法向加速度瞬间为0.

(4)d

(5)C

## 1.2 填空题

- (1)  $t_1$  时刻质点的瞬时加速度 从  $t_1$  到  $t_3$  时间内质点的平均加速度  $\int_0^{t_4} v dt$   $\int_0^{t_4} |v| dt$
- (2) 圆周运动 匀速率曲线运动 变速率曲线运动
- (3)  $x(t_1)\mathbf{i} + y(t_1)\mathbf{j}$   $[x(t_2) - x(t_1)]\mathbf{i} + [y(t_2) - y(t_1)]\mathbf{j}$   $\{[x(t_2) - x(t_1)]^2 + [y(t_2) - y(t_1)]^2\}^{1/2}$   $\int_{t_1}^{t_2} \left[ \left( \frac{dx}{dt} \right)^2 + \left( \frac{dy}{dt} \right)^2 \right]^{1/2} dt$
- (4)  $t = 0$  到  $t_1$  时间内质点位移沿  $x$  轴的投影 从  $t = 0$  到  $t_1$  时间内质点位移沿  $y$  轴的投影 从  $t = 0$  到  $t_1$  时间内经历的路程 从  $O$  点运动到  $A$  点的过程中质点的位移 从  $O$  点运动到  $A$  点的过程中质点经历的路程 从  $O$  到  $A$  的距离
- (5)  $y^2 = 2px$   $ut \pm (2put)^{1/2}$   $\pm \frac{pu}{\sqrt{2pui}}\mathbf{j}$   $\pm \frac{pu}{2t\sqrt{2pui}}\mathbf{j}$

1.3 知识点窍 速度的定义式  $v = \frac{dr}{dt} = v_x\mathbf{i} + v_y\mathbf{j} + v_z\mathbf{k}$

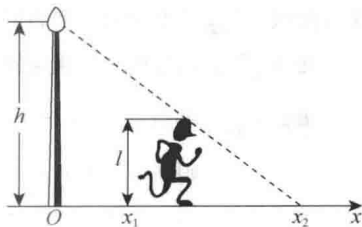
逻辑推理 由三角形相似先求出  $x_2$ , 再按速度定义式求速度。

解题过程 建立坐标系如图解 1.3 所示, 则人的坐标为  $x_1$ , 人影中头顶的坐标为  $x_2$ , 那么  $x_2 - x_1$  则为人影的长度, 且有  $v_0 = \frac{dx_1}{dt}$

由图中比例关系可知  $\frac{h}{x_2} = \frac{l}{x_2 - x_1}$   $x_2 = \frac{h}{h-l}x_1$

则有, 影长的增长速率  $u = \frac{dx_2}{dt} - \frac{dx_1}{dt} = \frac{l}{h-l}v_0$

人影中头顶的移动速度  $v = \frac{dx_2}{dt} = \frac{h}{h-l} \frac{dx_1}{dt} = \frac{h}{h-l}v_0$



图解 1.3

1.4 知识点窍 速度和加速度的定义式, 速度的分解。

逻辑推理 (1) 由直角三角形勾股定理可求得  $u$  和  $v$  的关系。  
(2) 由加速度定义式可直接求解。

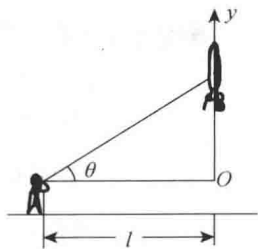
解题过程 分析受力从而得知运动状态

(1) 易知  $v$  的大小即绳上的速率, 拉升过程中绳的拉力与水面面对船产生的力形成一对平衡力, 则  $u$  的大小为绳上速率在水平方向的分量, 即有

$$u = -\frac{l}{x}v = -\frac{v}{\cos\theta}, \text{运动方向向左, } |u| > v$$

(2) 船在运动过程中

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{d}{dt} \left( -\frac{l}{x}v \right) = -\frac{v^2}{x^3}(l^2 - x^2) = -\frac{v^2}{x} \tan^2\theta$$



图解 1.5