

—— 高等学校渗透式双语教材 ——

大学基础物理 应用教程

Essential University Physics:
Basic Concepts and Applications

王丽梅 主编



大连理工大学出版社

高等学校渗透式双语教材

大学基础物理 应用教程

Essential University Physics:
Basic Concepts and Applications

主 编 王丽梅

副主编 曲艳玲 新 梅 刘佳宏 曹晓君

主 审 郑建洲 刘东平 虞 明

编 委 王丽梅 郑建洲 刘东平 虞 明

赫 然 新 梅 曲艳玲 刘佳宏

曹晓君 杨 杞 芦永军 冯志庆

大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

大学基础物理应用教程/王丽梅主编. —大连:大连理工大学出版社, 2009. 3
高等学校渗透式双语教材
ISBN 978-7-5611-3956-1

I. 大… II. 王… III. 物理学—双语教学—高等学校—教材 IV. O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 038837 号

大连理工大学出版社

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 邮购:0411-84703636 传真:0411-84701466

E-mail: dutp@dutp.cn URL: http://www. dutp. cn

大连天正华延彩色印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:170mm×240mm 印张:20.5 字数:413 千字
2009 年 3 月第 1 版 2009 年 3 月第 1 次印刷

责任编辑:赵 静

责任校对:王 义

封面设计:苏儒光

ISBN 978-7-5611-3956-1

定 价:28.00 元

F 前 言

FOREWORD

随着我国高等教育的发展,高等学校由过去只培养极少数研究型、精英型人才,逐步扩展到培养多层次的各类复合型人才,高等教育呈普及化趋势。与此同时,社会对人才的需求也呈现出多元化趋势。为了适应新形势,最大限度地满足培养工科应用型人才的教學需要,根据教育部高等学校非物理类专业物理基础课程教学指导分委员会最新制定的“理工科非物理类专业大学物理课程教学基本要求”和新的培养目标,我们总结了多年的教学改革经验和多年积累的教学资料,编写了这套大学物理辅助学习教材。

本书内容涵盖了大学物理课程的基本内容,共分14章,每一章分四部分:第一部分是对物理学的基本概念、基本定理和定律的总结;第二部分是对物理概念、定理及定律应用的要点提示;第三部分是物理学基本理论的典型应用例题分析;第四部分是物理学基本理论的综合应用训练。为了配合大学物理课堂上开展的渗透式双语教学,以全面培养和提高学生的综合素质,本书适时插入了专业英语部分,以进一步增强和提高教学效果。

本书由王丽梅主编,曲艳玲、新梅、刘佳宏、曹晓君为副主编。杨杞、王丽梅编写第1章、王丽梅编写第2、3、4、7、8、14章及附录部分;刘佳宏编写第5、6章;曲艳玲编写第9、10章;曹晓君编写第11、12章;新梅编写第13章;其中王丽梅、杨杞编写了专业英语部分;赫然、芦永军、冯志庆参与了教学资料的搜集和整理工作。全书由王丽梅统稿,由郑建洲、刘东平、虞明主审。

本书在编写过程中参考了大量的各类相关教材及参考书。由于参考书目众多,不能一一列举,在此向这些书的作者一并表示深深的谢意。同时,向在此书的编写过程中,始终给予我们大力支持的大连民族学院教务处及理学院的领导和老师表示衷心的感谢。

本教材适用于应用型工科类本、专科各专业。既可以作为习题课教材使用,也可以作为教师的参考书和学生的自学辅助教材。

由于编者水平所限,本书疏漏和不足之处在所难免,恳请广大读者指正。

编 者

2008年12月

C 目 录

CONTENTS

第 1 章 质点运动学

Chapter 1 Particle Kinematics	1
基本概念、定理、定律及公式	
Basic concepts, theorems, laws and formulas	1
应用要点 Keys in applications	2
典型应用例题分析 Examples and analyses	2
综合应用训练 Comprehensive exercises	4

第 2 章 质点动力学

Chapter 2 Particle Dynamics	10
基本概念、定理、定律及公式	
Basic concepts, theorems, laws and formulas	10
应用要点 Keys in applications	11
典型应用例题分析 Examples and analyses	11
综合应用训练 Comprehensive exercises	16

专业英语 Professional English	33
质点力学 Point Particle Mechanics	33

第 3 章 刚体的定轴转动

Chapter 3 Rigid Body Mechanics	37
基本概念、定理、定律及公式	
Basic concepts, theorems, laws and formulas	37
应用要点 Keys in applications	37
典型应用例题分析 Examples and analyses	38
综合应用训练 Comprehensive exercises	42

专业英语 Professional English	50
刚体力学 Mechanics of Rigid Body	50

第 4 章 狭义相对论

Chapter 4 Special Theory of Relativity	53
基本概念、定理、定律及公式	

Basic concepts, theorems, laws and formulas	53
应用要点 Keys in applications	54
典型应用例题分析 Examples and analyses	54
综合应用训练 Comprehensive exercises	57
专业英语 Professional English	62
狭义相对论 Special Theory of Relativity	62
第 5 章 气体动理论	
Chapter 5 Gas Kinetics	65
基本概念、定理、定律及公式	
Basic concepts, theorems, laws and formulas	65
应用要点 Keys in applications	66
典型应用例题分析 Examples and analyses	66
综合应用训练 Comprehensive exercises	68
第 6 章 热力学基础	
Chapter 6 Thermodynamics	77
基本概念、定理、定律及公式	
Basic concepts, theorems, laws and formulas	77
应用要点 Keys in applications	78
典型应用例题分析 Examples and analyses	78
综合应用训练 Comprehensive exercises	82
专业英语 Professional English	90
热学 Theory of Heat	90
第 7 章 真空中的静电场	
Chapter 7 Theory of Statistic Electric Field in Vacuum	93
基本概念、定理、定律及公式	
Basic concepts, theorems, laws and formulas	93
应用要点 Keys in applications	95
典型应用例题分析 Examples and analyses	95
综合应用训练 Comprehensive exercises	99
第 8 章 导体和电介质中的静电场	
Chapter 8 Theory of Statistical Electric Field in Medium	113
基本概念、定理、定律及公式	
Basic concepts, theorems, laws and formulas	113
应用要点 Keys in applications	114

典型应用例题分析 Examples and analyses	115
综合应用训练 Comprehensive exercises	117
第 9 章 恒定磁场	
Chapter 9 Time-independent Magnetic Field	125
基本概念、定理、定律及公式	
Basic concepts, theorems, laws and formulas	125
应用要点 Keys in applications	128
典型应用例题分析 Examples and analyses	128
综合应用训练 Comprehensive exercises	132
第 10 章 电磁感应与电磁场	
Chapter 10 Electromagnetic Induction and Electromagnetic Field	144
基本概念、定理、定律及公式	
Basic concepts, theorems, laws and formulas	144
应用要点 Keys in applications	146
典型应用例题分析 Examples and analyses	146
综合应用训练 Comprehensive exercises	149
专业英语 Professional English	162
电磁学 Electromagnetics	162
第 11 章 机械振动	
Chapter 11 Vibration Mechanics	167
基本概念、定理、定律及公式	
Basic concepts, theorems, laws and formulas	167
应用要点 Keys in applications	168
典型应用例题分析 Examples and analyses	168
综合应用训练 Comprehensive exercises	172
第 12 章 机械波与电磁波	
Chapter 12 Mechanical Waves and Electromagnetic Waves	180
基本概念、定理、定律及公式	
Basic concepts, theorems, laws and formulas	180
应用要点 Keys in applications	181
典型应用例题分析 Examples and analyses	182
综合应用训练 Comprehensive exercises	187
专业英语 Professional English	195
振动和波 Vibration and Wave	195

第 13 章 波动光学	198
Chapter 13 Wave Optics	198
基本概念、定理、定律及公式	198
Basic concepts, theorems, laws and formulas	198
应用要点 Keys in applications	200
典型应用例题分析 Examples and analyses	200
综合应用训练 Comprehensive exercises	208
专业英语 Professional English	225
波动光学 Wave Optics	225
第 14 章 量子物理基础	229
Chapter 14 Elementary Quantum Mechanics	229
基本概念、定理、定律及公式	229
Basic concepts, theorems, laws and formulas	229
应用要点 Keys in applications	231
典型应用例题分析 Examples and analyses	231
综合应用训练 Comprehensive exercises	237
专业英语 Professional English	246
量子力学 Quantum Mechanics	246
参考答案 Reference Answers	249
附录 Appendixes	310
附录 1 常用数值表	310
附录 2 常用物理量和单位	311
附录 3 中华人民共和国法定计量单位	314
附录 4 大学物理学基本名词术语	317

第1章 质点运动学

Chapter 1 Particle Kinematics

✳ 基本概念、定理、定律及公式

Basic concepts, theorems, laws and formulas

1. 参照系: 为了描述物体的运动而被选作参考的其他物体。
2. 位置矢量(矢径): 表示质点位置的矢量。

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

3. 运动方程: 表示质点位置随时间变化的函数。

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

或 $x = x(t), y = y(t), z = z(t)$

4. 位移矢量

$$\Delta \mathbf{r} = \mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1 = (x_2 - x_1)\mathbf{i} + (y_2 - y_1)\mathbf{j} + (z_2 - z_1)\mathbf{k} = \Delta x\mathbf{i} + \Delta y\mathbf{j} + \Delta z\mathbf{k}$$

5. 速度矢量

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

6. 加速度矢量

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

7. 法向加速度和切向加速度

$$\mathbf{a} = a_n\mathbf{n} + a_t\boldsymbol{\tau}$$

$$a_n = \frac{v^2}{\rho}, a_t = \frac{dv}{dt}, v = \frac{ds}{dt}$$

式中, ρ 为曲率半径, \mathbf{n} 和 $\boldsymbol{\tau}$ 分别为法向和切向的单位矢量。

8. 一维变速运动

$$v = \frac{dx}{dt}, a = \frac{dv}{dt}$$

一维匀加速运动

$$v = v_0 + at$$

$$x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

$$v^2 = v_0^2 + 2ax$$

9. 抛体运动

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

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

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

10. 圆周运动

$$\omega = \frac{d\theta}{dt}, \beta = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}$$

匀变速圆周运动

$$\omega = \omega_0 + \beta t$$

$$\theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\beta t^2$$

$$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\beta(\theta - \theta_0)$$

角量与线量之间的关系

$$v = R\omega, a_t = R\beta, a_n = R\omega^2$$

11. 相对位移与相对速度

$$r = r' + ut, v = v' + u$$

◆应用要点 Keys in applications

运动学主要是对物体运动的描述及研究描述物体运动的物理量之间的关系。

质点运动学的习题有两种基本类型：(1) 已知质点的运动方程，求解质点的速度、加速度、位移及轨道方程等；(2) 已知质点加速度的表达式，求解质点的速度、运动方程等。前者主要采用微分法，后者主要采用积分法。分析求解问题时应注意选取合适的坐标系，以便计算得到简化。再者，应充分利用矢量的坐标分解法，注意运动的叠加原理。

◆典型应用例题分析 Examples and analyses

【例 1.1】 一质点沿 x 轴运动，其加速度与时间的变化关系为 $a = 4t^3$ (SI)，如果初始时质点从坐标原点出发，速度 v_0 为 6 m/s，求：当 t 为 2 s 时，质点的速度和位置。

解 质点做直线运动时

$$v = \frac{dx}{dt} \quad (1)$$

$$a = \frac{dv}{dt} \quad (2)$$

由②得 $\int_{v_0}^v dv = \int_0^t a dt$

$$v - v_0 = \int_0^t 4t^3 dt = t^4$$

所以

$$v = v_0 + t^4$$

$$v = 6 + 2^4 = 22 \text{ (m/s)}$$

同理,由①得

$$\int_0^x dx = \int_0^t v dt = \int_0^t (v_0 + t^4) dt$$

可求任一时刻的位置

$$x = v_0 t + \frac{1}{5} t^5 = 6 \times 2 + \frac{1}{5} \times 2^5 = 18.4 \text{ (m)}$$

【例 1.2】 一质点沿 x 轴运动,其加速度 a 与位置坐标 x 的关系为 $a = 2 + 8x^3$ (SI),如果质点在原点处的速度为零,试求其在任意位置处的速度。

解 设质点在 x 处的速度为 v

$$\text{由 } a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = v \frac{dv}{dx}$$

可得

$$\int_0^x a dx = \int_0^v v dv$$

所以

$$\frac{1}{2} v^2 = \int_0^x (2 + 8x^3) dx$$

$$v = 2 \sqrt{x + x^4} \text{ (m/s)}$$

【例 1.3】 一质点沿半径为 R 的圆周运动,质点所经过的弧长与时间的关系为 $s = bt + \frac{1}{2} ct^2$,其中 b, c 是常量,求从 $t=0$ 开始到达切向加速度与法向加速度大小相等时所经历的时间。

$$\text{解 质点任一时刻的速度 } v = \frac{ds}{dt} = \frac{d}{dt} (bt + \frac{1}{2} ct^2) = b + ct$$

其切向加速度

$$a_t = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} (b + ct) = c$$

法向加速度

$$a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{(b + ct)^2}{R}$$

当 $a_n = a_t$ 时

$$\frac{(b + ct)^2}{R} = c$$

解得

$$t = \sqrt{\frac{R}{c}} - \frac{b}{c}$$

【例 1.4】 距河岸(看成直线)300 m 处有一艘静止的船,船上的探照灯以转速 $n = 2 \text{ rev/min}$ 沿水平面转动,当光束与岸边成 60° 角时,求:光束沿岸边的移动速度 v 。

解 选如图 1-1 所示的坐标系,灯转动的角速度

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} = 2\pi n$$

光束沿岸边做直线运动,其速度 $v = \frac{dx_{\text{光}}}{dt}$

$$x_{\text{光}} = R \tan \theta$$

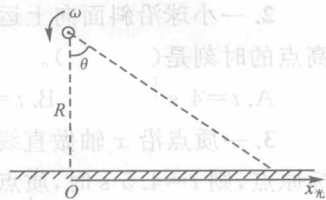


图 1-1

$$\text{所以 } v = \frac{d}{dt}(R \tan \theta) = R \frac{1}{\cos^2 \theta} \cdot \frac{d\theta}{dt} = R \frac{\omega}{\cos^2 \theta}$$

当光束与岸边成 60° 角时, $\theta = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$

$$\text{此时, 光束沿岸边的移动速度 } v = \frac{300}{\cos^2 30^\circ} \times 2 \times 3.14 \times \frac{2}{60} = 83.7 \text{ (m/s)}$$

【例 1.5】 如图 1-2 所示, 在高楼平台上某人以水平初速度 v_0 射出一发子弹, 取枪口为坐标原点, 以 v_0 方向为 x 轴, 竖直向下为 y 轴, 并取发射时 t 为 0, 试求:

- (1) 子弹在任一时刻 t 的位置矢量及轨迹方程;
- (2) 子弹在 t 时刻的速度、切向加速度和法向加速度。

$$\text{解 (1) } x = v_0 t, y = \frac{1}{2} g t^2$$

$$\text{位置矢量 } \boldsymbol{r} = v_0 \boldsymbol{i} + \frac{1}{2} g t^2 \boldsymbol{j}$$

$$\text{轨迹方程 } y = g x^2 / 2 v_0^2$$

$$(2) \text{任一时刻 } v_x = v_0, v_y = g t$$

$$\text{速度 } \boldsymbol{v} = v_0 \boldsymbol{i} + g t \boldsymbol{j}$$

$$\text{或, 速度大小 } v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}$$

$$\text{方向与 } x \text{ 轴夹角 } \theta = \arctan \frac{v_y}{v_x} = \arctan \left(\frac{g t}{v_0} \right)$$

$$\text{切向加速度 } a_t = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} (\sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}) = g^2 t^2 / \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}$$

方向与 \boldsymbol{v} 同向。

$$\text{法向加速度 } a_n = \sqrt{g^2 - a_t^2} = v_0 g / \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}$$

方向与 \boldsymbol{a}_t 垂直。

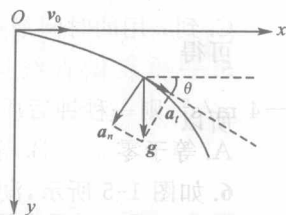


图 1-2

综合应用训练 Comprehensive exercises

一、选择题 Multiple choice problems

1. 某质点的运动方程为 $x = 24t - 5t^3 + 8$ (SI), 则该质点做()。
 A. 变加速曲线运动, 加速度为正值 B. 变加速曲线运动, 加速度为负值
 C. 变加速直线运动, 加速度为正值 D. 变加速直线运动, 加速度为负值
2. 一小球沿斜面向上运动, 其运动方程为 $s = 12 + 4t - t^2$ (SI), 则小球运动到最高点的时刻是()。
 A. $t = 4$ s B. $t = 2$ s C. $t = 8$ s D. $t = 5$ s
3. 一质点沿 x 轴做直线运动, 其 $v-t$ 曲线如图 1-3 所示, 如 $t=0$ 时, 质点位于坐标原点, 则 $t=4.5$ s 时, 质点在 x 轴上的位置为()。
 A. 0 B. 5 m C. 2 m D. -2 m E. -5 m
4. 在图 1-4 中, p 是一圆的竖直直径 pc 的上端点, 一质点从 p 开始分别沿不

同的弦无摩擦下滑时,到达各弦的下端所用的时间相比较是()。

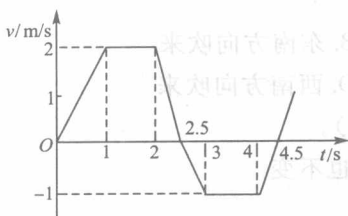


图 1-3

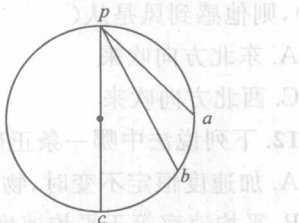


图 1-4

A. 到 a 用的时间最短

B. 到 b 用的时间最短

C. 到 c 用的时间最短

D. 所用时间都一样

5. 一质点做直线运动,某时刻的瞬时速度 $v = 4 \text{ m/s}$,瞬时加速度 $a = -4 \text{ m/s}^2$,则一秒钟后质点的速度()。

A. 等于零

B. 等于 -4 m/s

C. 等于 4 m/s

D. 不能确定

6. 如图 1-5 所示,湖中有一小船,有人在湖边有一定高度的岸上以匀速率 v_0 收绳子,小船即向岸边靠拢。不考虑水流的速度,小船的运动是()。

A. 匀加速度运动

B. 匀减速运动

C. 变加速度运动

D. 变减速运动

E. 匀速直线运动

7. 一个质点在做匀速率圆周运动时()。

A. 切向加速度改变,法向加速度也改变

B. 切向加速度不变,法向加速度改变

C. 切向加速度不变,法向加速度也不变

D. 切向加速度改变,法向加速度不变

8. 质点做半径为 R 的变速圆周运动时的加速度大小为()。(v 表示任一时刻质点的速率)

A. $\frac{dv}{dt}$

B. $\frac{v^2}{R}$

C. $\frac{dv}{dt} + \frac{v^2}{R}$

D. $\left[\left(\frac{dv}{dt} \right)^2 + \left(\frac{v^2}{R} \right)^2 \right]^{1/2}$

9. 一运动质点在某瞬时位于矢径 $r(x, y)$ 的端点处,其速度大小为()。

A. $\frac{dr}{dt}$

B. $\frac{dr}{dt}$

C. $\left| \frac{\Delta r}{\Delta t} \right|$

D. $\sqrt{\left(\frac{dx}{dt} \right)^2 + \left(\frac{dy}{dt} \right)^2}$

10. 一质点在平面上做一般曲线运动,其瞬时速度为 \boldsymbol{v} ,瞬时速率为 v ,平均速度为 $\bar{\boldsymbol{v}}$,平均速率为 \bar{v} ,它们之间必定有如下关系()。

A. $|\boldsymbol{v}| = v, |\bar{\boldsymbol{v}}| = \bar{v}$

B. $|\boldsymbol{v}| \neq v, |\bar{\boldsymbol{v}}| = \bar{v}$

C. $|\boldsymbol{v}| \neq v, |\bar{\boldsymbol{v}}| \neq \bar{v}$

D. $|\boldsymbol{v}| = v, |\bar{\boldsymbol{v}}| \neq \bar{v}$

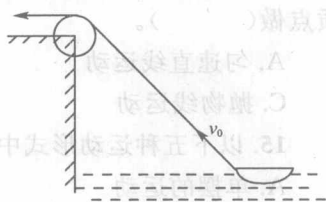


图 1-5

11. 某人骑自行车以速率 v 向正西方行驶, 遇到由北向南刮的风(风速大小也为 v), 则他感到风是从()。

- A. 东北方向吹来 B. 东南方向吹来
C. 西北方向吹来 D. 西南方向吹来

12. 下列说法中哪一条正确?()。

- A. 加速度恒定不变时, 物体运动方向也不变
B. 平均速率等于平均速度的大小
C. 不管加速度如何, 平均速率表达式总可以写成

$$\bar{v} = (v_1 + v_2) / 2$$

D. 运动物体速率不变时, 速度可以变化

13. 质点做曲线运动, r 表示位置矢量, s 表示路程, a_t 表示切向加速度, 下列表达式中正确的是()。

- A. $dv/dt = a$ B. $dr/dt = v$
C. $ds/dt = v$ D. $|dv/dt| = a_t$

E. $\frac{dv}{dt} = a_t$

14. 一质点在平面上运动, 已知质点位置矢量的表达式为 $r = 3t^2i + 5t^2j$, 则该质点做()。

- A. 匀速直线运动 B. 变速直线运动
C. 抛物线运动 D. 一般曲线运动

15. 以下五种运动形式中, a 保持不变的运动是()。

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

16. 对于沿曲线运动的物体, 以下几种说法中正确的是()。

- A. 切向加速度必不为零
B. 法向加速度必不为零
C. 由于速度沿切线方向, 法向分速度必为零, 因此法向加速度必为零
D. 若物体做匀速率运动, 其切向加速度必为零
E. 若物体的加速度为恒矢量, 它一定做匀变速率运动

二、填空题 Problems filling up

17. 质点 p 在一直线上运动, 其坐标 x 与时间 t 有如下关系: $x = A \sin \omega t$ (SI) (A 为常数)

(1) 任意时刻 t 时质点的加速度 $a =$ _____;

(2) 质点速度为零的时刻 $t =$ _____。

18. 一质点沿 x 方向运动, 其加速度随时间变化关系为 $a = 3 + 2t$ (SI), 如果初

始时质点的速度 v_0 为 5 m/s, 则当 t 为 3 s 时, 质点的速度 $v =$ _____。

19. 一质点的运动方程为 $x = 6t - t^2$ (SI), 则在 t 由 0 至 4 s 的时间间隔内, 质点的位移大小为 _____, 在 t 由 0 至 4 s 的时间间隔内质点走过的路程为 _____。

20. 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 1-6 所示。则他的头在地上的影子 M 点沿地面移动速度的大小 $v_M =$ _____。

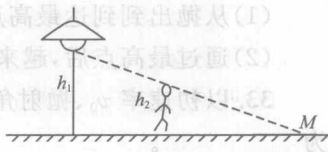


图 1-6

21. 在 x 轴上做变加速直线运动的质点, 已知其初速度为 v_0 , 初始位置为 x_0 , 加速度 $a = ct^2$, 则其速度与时间的关系为 $v =$ _____, 运动方程为 $x =$ _____。

22. 一质点沿 x 轴做直线运动, 它的运动方程为 $x = 3 + 5t + 6t^2 - t^3$ (SI), 则 (1) 质点在 $t = 0$ 时刻的速度 $v_0 =$ _____; (2) 加速度为零时, 该质点的速度 $v =$ _____。

23. 一质点做半径为 0.1 m 的圆周运动, 其运动方程为: $\theta = \frac{\pi}{4} + \frac{1}{2}t^2$ (SI), 则其切向加速度为 $a_t =$ _____。

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

25. 在一个转动的齿轮上, 一个齿尖 P 沿半径为 R 的圆周运动, 其路程 s 随时间的变化规律为 $s = v_0 t + \frac{1}{2}bt^2$, 其中 v_0 和 b 都是正的常量, 则 t 时刻齿尖 P 的速度大小为 _____, 加速度大小为 _____。

26. 飞轮做加速转动时, 轮边缘上一点的运动方程为 $s = 0.1t^3$ (SI), 飞轮半径为 2 m, 当此点的速率 $v = 30$ m/s 时, 其切向加速度为 _____, 法向加速度为 _____。

27. 一质点从静止 ($t = 0$) 出发, 沿半径为 $R = 3$ m 的圆周运动, 切向加速度大小保持不变, 为 $a_t = 3$ m/s²。在 t 时刻, 其总加速度 a 恰与半径成 45° 角, 此时 $t =$ _____。

28. 一质点沿半径为 R 的圆周运动, 在 $t = 0$ 时经过 P 点, 此后它的速率 v 按 $v = A + Bt$ (A, B 为已知常量) 变化, 则质点沿圆周运动一周再经过 P 点时的切向加速度 $a_t =$ _____, 法向加速度 $a_n =$ _____。

29. 一质点, 以 π m/s 的匀速率做半径为 5 m 的圆周运动, 则该质点在 5 s 内: 位移的大小是 _____; 经过的路程是 _____。

30. 一质点从静止出发沿半径 $R = 1$ m 的圆周运动, 其角加速度随时间 t 的变化规律是 $\beta = 12t^2 - 6t$ (SI), 则质点的角速度 $\omega =$ _____; 切向加速度 $a_t =$ _____。

31. 一质点在 xOy 平面内运动, 运动方程为 $x=2t$ 和 $y=19-2t^2$ (SI), 则在第 2 秒内质点的平均速度大小 $|\bar{v}| =$ _____, 2 秒末的瞬时速度大小 $v_2 =$ _____。

32. 沿仰角 θ 以速度 v_0 斜向上抛出的物体, 其切向加速度的大小, _____

(1) 从抛出到到达最高点之前, 越来越 _____;

(2) 通过最高点后, 越来越 _____。

33. 以初速率 v_0 、抛射角 θ_0 抛出一物体, 则其抛物线轨道最高点处的曲率半径为 _____。

34. 一质点以 60° 仰角做斜上抛运动, 忽略空气阻力, 若质点运动轨道最高点处的曲率半径为 10 m, 则抛出时初速度的大小为 $v_0 =$ _____。(重力加速度 $g=10 \text{ m/s}^2$)

35. 已知质点的运动方程 $\mathbf{r} = 4t^2\mathbf{i} + (2t+3)\mathbf{j}$, 则该质点的轨道方程为 _____。

36. 在 xOy 平面内有一运动的质点, 其运动方程为 $\mathbf{r} = 10 \cos 5t \mathbf{i} + 10 \sin 5t \mathbf{j}$ (SI), 则 t 时刻其速度 $\mathbf{v} =$ _____; 其切向加速度的大小 $a_t =$ _____; 该质点运动的轨迹是 _____; 轨迹方程为 _____。

37. 已知质点运动方程为 $\mathbf{r} = (5+2t-\frac{1}{2}t^2)\mathbf{i} + (4t+\frac{1}{3}t^3)\mathbf{j}$ (SI)。当 $t=3 \text{ s}$ 时 $a =$ _____。

38. 一运动质点的速率 v 与路程 s 的关系为 $v=1+s^2$ (SI), 则其切向加速度以路程 s 来表示的表达式为 $a_t =$ _____ (SI)。

39. 有一水平飞行的飞机, 速度为 v_0 , 在飞机上以水平速度 v 向前发射一颗炮弹, 略去空气阻力并设发炮过程不影响飞机的速度, 则:

(1) 以地球为参照系, 炮弹的轨迹方程为 _____;

(2) 以飞机为参照系, 炮弹的轨迹方程为 _____。

40. 一船以速度 v_0 在静水湖中匀速直线航行, 一乘客以初速度 v_1 在船中竖直向上抛出一石子, 则站在岸上的观察者看石子运动的轨迹是 _____; 其轨迹方程是 _____。

三、综合应用题 Comprehensive applications

41. 有一质点沿 x 轴做直线运动, t 时刻的坐标为 $x=4.5t^2-2t^3$ (SI), 试求:

(1) 第 2 秒内的平均速度; _____

(2) 第 2 秒末的瞬时速度; _____

(3) 第 2 秒内的路程。 _____

42. 一艘正在行驶的电艇, 在发动机关闭后, 有一个与它速度方向相反的加速度, 其大小与它的速度平方成正比, 即 $a=-kv^2$, 式中 k 为常数, 试证明电艇在关闭发动机后又行驶 x 距离时的速度为 $v=v_0e^{-kx}$, 其中 v_0 是发动机关闭时的速度。

43. 质点在重力场中做斜上抛运动, 初速度的大小为 v_0 , 与水平方向成 α 角, 求质点到达与抛出时同一高度时的切向加速度、法向加速度以及该时刻质点所在处质点轨迹的曲率半径(忽略空气阻力), 已知法向加速度与轨迹曲率半径之间的关系为 $a_n = v^2/\rho$.

44. $r(t)$ 与 $r(t+\Delta t)$ 为某质点在不同时刻的位置矢量(矢径), $v(t)$ 与 $v(t+\Delta t)$ 为不同时刻的速度矢量, 试在图 1-7 中分别画出 Δr 、 Δr 以及 Δv 、 Δv .

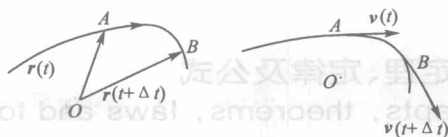


图 1-7

45. 在图 1-8 中质点 M 做曲线运动, 指出哪些运动是不可能的?

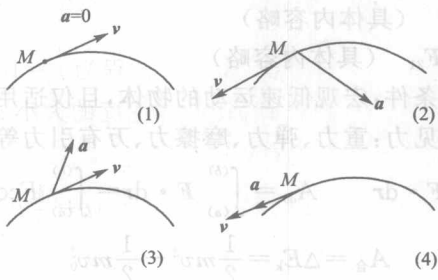


图 1-8