



大学物理作业

上海工程技术大学物理教学部

大学物理作业

上海工程技术大学物理教学部

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是按照国家教学指导委员会《非物理类理工学科大学物理课程教学基本要求》和普通高校的学生特点而编写的教学辅助参考书,包括力学、热学、电磁学、波动光学和近代物理等内容.按照学时不同每一章节有题量不同的作业习题,方便学生练习和教师批阅.

本书适合作为普通高等学校的理工科各专业的本、专科学生学习“大学物理”的教学辅导书,也可作为相关教师的教学参考书.

版权所有,侵权必究.侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

大学物理作业/上海工程技术大学物理教学部. —北京:清华大学出版社, 2011.1

ISBN 978-7-302-24203-1

I. ①大… II. ①上… III. ①物理学—高等学校—习题 IV. ①O4-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 243176 号

责任编辑:朱红莲

责任校对:王淑云

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:260×185 印 张:7.5 字 数:153 千字

版 次:2011 年 1 月第 1 版 印 次:2011 年 12 月第 2 次印刷

印 数:2601~5200

定 价:14.00 元

产品编号:038892-01

前言

为了帮助学生更好地学习“大学物理”课程,加强自学能力,提高大学物理的教学质量,我们编写了这本作业习题集.

本书的习题是编者在长期物理教学中累积的大量资料和实践经验的基础上编写的.按照国家教学指导委员会《非物理类理工学科大学物理课程教学基本要求》和学时要求,每一章节题量不同.题型有选择题、填空题、计算题和讨论题.选择题和填空题着重于基本概念、基本原理和基本定律的理解;计算题着重于运算能力和抽象思维能力的训练;讨论题更注重对基本概念、基本原理和基本定律的全面理解和运用,以及提出问题、分析问题和解决问题能力的训练.这些题目的设置,是为了帮助学生课后进一步加深对所学物理知识的理解,掌握方法,拓展视野,加强应用理论解决实际问题的能力.印装形式方便学

生练习,也方便教师批阅.

本书由上海工程技术大学物理教学部的教师编写完成,是“大学物理”课程建设的成果之一.本书编写的分工是:徐红霞负责力学,肖蕴华负责热学,曹云玖负责电学,季涛负责磁学,邵辉丽负责机械振动,张修丽负责机械波,陈莉负责波动光学,汪丽莉负责相对论和量子.全书由徐红霞负责策划和统稿.

在本书习题的选编过程中我们参考和借鉴了许多国内的相关辅助教材,在此向这些作者们表示谢意.

鉴于编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,欢迎读者在使用过程中提出宝贵意见.

编者

2010年9月于上海工程技术大学

目 录

质点运动学	1	恒定磁场(三)	57
牛顿运动定律	5	电磁感应(一)	61
动量与冲量	9	电磁感应(二)	67
功与能	13	机械振动(一)	71
刚体定轴转动(一)	17	机械振动(二)	77
刚体定轴转动(二)	19	机械波(一)	79
刚体定轴转动(三)	23	机械波(二)	83
气体动理论	27	机械波(三)	85
热力学基础(一)	31	光的干涉(一)	87
热力学基础(二)	33	光的干涉(二)	91
静电场(一)	37	光的衍射(一)	95
静电场(二)	43	光的衍射(二)	99
静电场中的导体和电介质	47	光的偏振	103
恒定磁场(一)	51	狭义相对论基础	107
恒定磁场(二)	55	量子初步	111

质点运动学

一、选择题

1. 一质点在平面上运动, 已知质点位置矢量的表示式为 $\mathbf{r} = at^2\mathbf{i} + bt^2\mathbf{j}$ (其中 a, b 为常量), 则该质点作 [].

- (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

2. 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

3. 对于沿曲线运动的物体, 以下几种说法中哪一种是正确的? []

- (A) 切向加速度必不为零
(B) 法向加速度必不为零 (拐点处除外)
(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) 若物体作匀速率运动, 其总加速度必为零
(E) 若物体的加速度 a 为恒矢量, 它一定作匀变速率运动

二、填空题

1. 一质点沿半径为 R 的圆周运动, 其路程 S 随时间的变化规律为 $S = bt + \frac{1}{2}ct^2$ (SI 制), 式中 b, c 为大于零的常量, 则 t 时刻质点的

- (1) 速度的大小为 _____;
(2) 切向加速度的大小为 _____;
(3) 法向加速度的大小为 _____;
(4) 加速度的大小为 _____;

(5) 切向加速度和法向加速度大小相等时所经历的时间为 _____.

2. 在 xy 平面内有一运动质点, 其运动学方程为:

$$\mathbf{r} = 10\cos 5t\mathbf{i} + 10\sin 5t\mathbf{j} \text{ (SI 制)},$$

则 t 时刻质点的

- (1) 速度 $\mathbf{v} =$ _____;
(2) 加速度 $\mathbf{a} =$ _____;
(3) 切向加速度的大小 $a_t =$ _____;
(4) 法向加速度的大小 $a_n =$ _____;
(5) 运动的轨迹是 _____.

3. 一质点从静止出发, 绕半径为 R 的圆周作匀变速圆周运动, 角加速度为 β , 则该质点走完一周回到出发点时的

- (1) 所经历的时间为 _____.
(2) 切向加速度的大小 $a_t =$ _____;
(3) 法向加速度的大小 $a_n =$ _____;
(4) 加速度的大小 $a =$ _____;

三、计算题

1. 在 x 轴上作变加速直线运动的质点, 已知加速度 $a = Ct^2$ (其中 C 为常量), 设初速度为 v_0 , 初始位置为 x_0 , 求其任意时刻的速度和运动学方程.

2. 在 x 轴上作变加速直线运动的质点, 已知加速度 a 与位置坐标 x 的关系为 $a = 2 + 6x^2$ (SI 制), 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.

3. 在 x 轴上作直线运动的质点, 已知其加速度方向与速度方向相反, 大小与速度平方成正比, 即 $dv/dt = -Kv^2$, 式中 K 为常量. 并设 $t=0$ 时速度为 v_0 , 经 10 s 后质点的速度变为 $\frac{v_0}{2}$, 求任意时刻质点的

- (1) 速度与时间的关系;
- (2) 位移与时间的关系;
- (3) 位移与速度的关系.

4. 在半径为 R 的圆周上运动的质点, 其速率与时间关系为 $v = ct^2$ (式中 c 为常量), 求:

- (1) 从 $t=0$ 到 t 时刻质点走过的路程 $S(t)$;
- (2) t 时刻质点的切向加速度、法向加速度 a_n 以及加速度的大小.

5. 质点沿半径为 R 的圆周运动, 运动学方程为 $\theta = 3 + 2t^2$ (SI 制), 求 t 时刻:

- (1) 质点的角速度和角加速度;
- (2) 质点的法向加速度、切向加速度和总加速度.

6. 一质点从静止出发沿半径 R 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 制), 求 t 时刻:

- (1) 质点的角速度;
- (2) 质点的法向加速度、切向加速度;
- (3) 质点的角运动方程(设 $t=0$ 的角位移为零).

四、讨论与判断题

1. 判断对错.

(1) 一个质点在作匀速率圆周运动时, 它的切向加速度不变, 法向加速度也不变. ()

(2) 平均速率等于平均速度的大小. ()

(3) 瞬时速率等于瞬时速度的大小. ()

2. 当出现下述各种情况($v \neq 0$), 讨论质点作何种运动:

(1) $a_t \neq 0, a_n \neq 0$;

(2) $a_t \neq 0, a_n \equiv 0$;

(3) $a_t \equiv 0, a_n \neq 0$;

(4) $a_t \equiv 0, a_n \equiv 0$;

a_t, a_n 分别表示切向加速度和法向加速度.

3. 如图 1 所示, 湖中有一小船, 有人用绳绕过岸上距离水面高度为 h 处的定滑轮拉湖中的船向岸边运动. 设该人以匀速率 v_0 收绳, 绳不伸长, 湖水静止, 求小船任意时刻的速度和加速度, 并判断小船的运动.

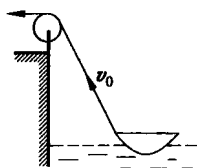


图 1

4. 质点作曲线运动, $\mathbf{r}$ 表示位置矢量, $\mathbf{v}$ 表示速度, S 表示路程, 讨论各式的意义:

(1) $\Delta \mathbf{r}$ 和 Δr ; 并在图 2 中画出;

(2) $\Delta \mathbf{v}$ 和 Δv ; 并在图 3 中画出;

(3) $\frac{d\mathbf{r}}{dt}$; $\left| \frac{d\mathbf{r}}{dt} \right|$; $\frac{d|\mathbf{r}|}{dt}$; $\sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}$; dS/dt ;

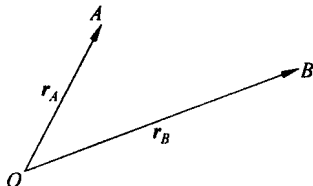


图 2

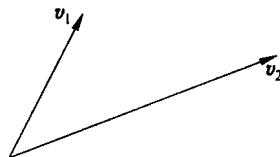


图 3

$$(4) \frac{d\mathbf{v}}{dt}; \left| \frac{d\mathbf{v}}{dt} \right|; \frac{dv}{dt}; \frac{v^2}{R};$$

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

5. 一球以初速度 v_0 与水平方向成 α 的角度从 A 点抛出, 当球运动到 M 点处, 它的速度与水平方向成 θ 角, C 点为最高点, B 点与 A 同一水平线, 如图 4 所示.

不考虑空气阻力, a 、 a_t 、 a_n 、 ρ 分别表示加速度、切向加速度、法向加速度和曲率半径, 填写下表. 并讨论切向加速度的变化和法向加速度的变化规律.

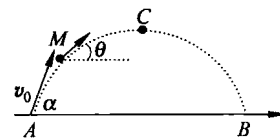


图 4

	A	M	B	C
a				
a_t				
a_n				
ρ				

牛顿运动定律

一、选择题

1. 一质点在力 $F=5m(5-2t)$ (SI 制) 的作用下, $t=0$ 时从静止开始作直线运动, 式中 m 为质点的质量, t 为时间, 则当 $t=5$ s 时, 质点的速率为 [].

- (A) $50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (B) $25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
(C) 0 (D) $-50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

2. 竖立的圆筒形转笼, 半径为 R , 绕中心轴 OO' 转动, 物块 A 紧靠在圆筒的内壁上, 如图 1 所示, 物块与圆筒间的摩擦系数为 μ , 要使物块 A 不下落, 圆筒转动的角速度 ω 至少应为 [].

- (A) $\sqrt{\frac{\mu g}{R}}$ (B) $\sqrt{\mu g}$
(C) $\sqrt{\frac{g}{\mu R}}$ (D) $\sqrt{\frac{g}{R}}$

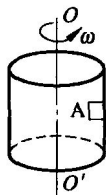


图 1

3. 在作匀速转动的水平转台上, 与转轴相距 R 处有一体积很小的工件 A, 如图 2 所示. 设工件与转台间静摩擦系数为 μ_s , 若使工件在转台上无滑动, 则转台的角速度 ω 应满足 [].

- (A) $\omega \leq \sqrt{\frac{\mu_s g}{R}}$ (B) $\omega \leq \sqrt{\frac{3\mu_s g}{2R}}$

(C) $\omega \leq \sqrt{\frac{3\mu_s g}{R}}$

(D) $\omega \leq 2\sqrt{\frac{\mu_s g}{R}}$

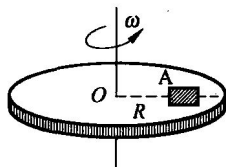


图 2

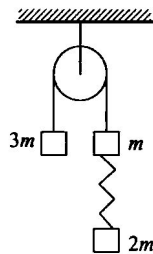


图 3

4. 如图 3 所示装置开始处于平衡状态, 当左边的细丝刚被剪断的瞬间, 质量为 $3m$ 、 $2m$ 、 m 的物体的加速度大小分别是 [].

- (A) g 、 g 、 g (B) 0 、 $2g$ 、 $3g$
(C) $3g$ 、 0 、 $2g$ (D) g 、 0 、 $3g$

二、填空题

1. 质量为 m 的小球, 用轻绳 AB、BC 连接, 如图 4 所示, 其中 AB 水平. 剪断绳 AB 前后的瞬间, 绳 BC 中的张力比 $T : T' =$ _____.

2. 竖直上抛一质量为 m 的小球, 初速度为 v_0 . 若空气阻力的大小与速度的平方成正比, 比例系数为 km , 则小球上升的最大高度 $h =$ _____.

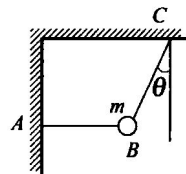


图 4

3. 一质量为 M 的质点沿 x 轴正向运动, 假设该质点通过坐标为 x 的位置时速度的大小为 kx (k 为正值常量), 则此时作用于

该质点上的力 $F = \underline{\hspace{2cm}}$, 该质点从 $x = x_0$ 点出发运动到 $x = x_1$ 处所经历的时间 $\Delta t = \underline{\hspace{2cm}}$.

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 $F = F_0 \cos \omega t i$ (SI 制), $t = 0$ 时刻, 质点的位置坐标为 x_0 , 初速度 $v_0 = 0$. 则:

(1) 质点的速度和时间的关系式是 $v = \underline{\hspace{2cm}}$;

(2) 质点的位置坐标和时间的关系式是 $x = \underline{\hspace{2cm}}$.

三、计算题

1. 一质量为 2 kg 的质点, 在 xy 平面上运动, 受到外力 $F = 4i - 24t^2j$ (SI 制) 的作用, $t = 0$ 时, 它的初速度为 $v_0 = 3i + 4j$ (SI 制), 求 $t = 1 \text{ s}$ 时质点的速度及受到的法向力 F_n .

2. 质量为 m 的子弹以速度 v_0 水平射入沙土中, 设子弹所受阻力与速度的关系为 $f = -Kv$, 忽略子弹的重力, 求:

(1) 子弹射入沙土后, 速度随时间变化的函数式;

(2) 子弹进入沙土的最大深度;

(3) 子弹进入沙土的最大深度时所需的时间.

3. 重物 A 和 B 的重量分别为 $P_A = 200 \text{ N}$ 和 $P_B = 400 \text{ N}$, 固定在弹簧的两端, 弹簧的质量与物体 A、B 的质量相比, 可以忽略不计. 重物 A 沿铅垂线作简谐振动, 以 A 的平衡位置为坐标原点, 取竖直向下为坐标轴的正向, 如图 5 所示. 已知 A 的运动方程为 $x = 0.01 \cos 8\pi t$ (SI 制), 求:

(1) 弹簧对 A 的作用力的最大值和最小值;

(2) 弹簧对 B 的作用力的最大值和最小值.

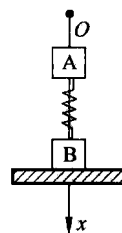


图 5

4. 一半径为 R 的光滑半球面固定于水平地面上, 今使一质量为 M 的物块从球面顶点几乎无初速地滑下, 如图 6 所示. 求:

(1) 物块所在球面处的半径与竖直方向的夹角为 θ 时, 它的法向加速度、切向加速度以及总加速度的大小;

(2) 当它滑至何处 ($\theta=?$) 脱离球面;

(3) 若物块有一初始水平速度 v_0 , 则它滑至何处 ($\theta=?$) 脱离球面?

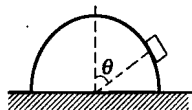


图 6

四、综合讨论题

1. 如图 7 所示, 假设物体沿着竖直面上圆弧形轨道下滑, 轨道是光滑的, 从 A 点由静止开始下滑的过程中, 问:

(1) 物体在 A 处的切向加速度和 C 处的法向加速度?

(2) 在图中 θ 位置时物体的速度和所受的轨道支持力?

(3) 在从 A 至 C 的下滑过程中, 下面说法正确的是().

- (A) 它的加速度大小不变, 方向永远指向圆心
- (B) 它的速率均匀增加
- (C) 它的合外力大小变化, 方向永远指向圆心
- (D) 它的合外力大小不变
- (E) 轨道支持力的大小不断增加

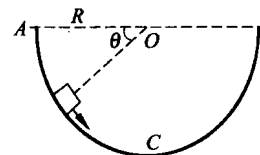


图 7

2. 一圆锥摆摆长为 l 、摆锤质量为 m ，在水平面上作匀速圆周运动，摆线与铅直线夹角 θ ，如图 8 所示，求：

- (1) 摆线的张力 T ；
- (2) 摆锤的速率 v ；
- (3) 摆锤转动的周期；
- (4) 在小球转动一周的过程中，小球动量增量的大小；
- (5) 在小球转动一周的过程中，小球所受重力的冲量的大小和方向；
- (6) 在小球转动一周的过程中，小球所受绳子拉力的冲量大小和方向。

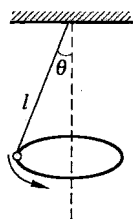


图 8

动量与冲量

一、选择题

1. 质量为 m 的质点, 以不变速率 v 沿图 1 中正三角形 $ABCA$ 的方向运动一周. 作用于 A 处质点的冲量的大小和方向为 [].

- (A) $I=2mv$; 水平向右
 (B) $I=2mv$; 水平向左
 (C) $I=\sqrt{3}mv$; 垂直向下
 (D) $I=\sqrt{3}mv$; 垂直向上

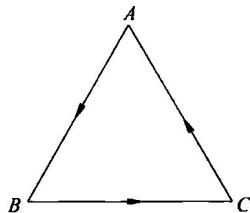


图 1

2. 动能为 E_k 的 A 物体与静止的 B 物体碰撞, 设 A 物体的质量为 B 物体的 2 倍, $m_A=2m_B$. 若碰撞为完全非弹性的, 则碰撞后两物体总动能为 [].

- (A) E_k (B) $\frac{2}{3}E_k$ (C) $\frac{1}{2}E_k$ (D) $\frac{1}{3}E_k$

3. 一物体质量为 10 kg , 在力 $F=3+4t$ (SI 制) 作用下从静止开始作直线运动, 则 3 s 末物体速度的大小 [].

- (A) 1.8 m/s (B) 2.7 m/s
 (C) 3.6 m/s (D) 4.5 m/s

4. 一物体在力 $F=-k\sin\omega t$ 的作用下运动, 经过时间 $\Delta t=$

$\frac{\pi}{2\omega}$ 后, 物体的动量增量为 [].

- (A) $k\omega$ (B) $-\frac{k}{\omega}$ (C) $-k\omega$ (D) $\frac{k}{\omega}$

二、填空题

1. 质量为 m 的小球自高为 y_0 处沿水平方向以速率 v_0 抛出, 与地面碰撞后跳起的最大高度为 $\frac{1}{2}y_0$, 水平速率为 $\frac{1}{2}v_0$, 如图 2 所示, 则碰撞过程中

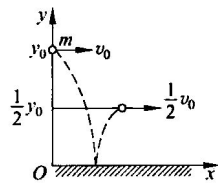


图 2

(1) 地面对小球的竖直冲量的大小为 _____;

(2) 地面对小球的水平冲量的大小为 _____.

2. 一质量为 m 的物体, 以初速 v_0 从地面抛出, 抛射角 $\theta=30^\circ$, 如忽略空气阻力, 则从抛出到刚要接触地面的过程中,

(1) 物体动量增量的大小为 _____,

(2) 物体动量增量的方向为 _____.

3. 两个相互作用的物体 A 和 B , 无摩擦地在一条水平直线上运动. 物体 A 的动量是时间的函数, 表达式为 $P_A=P_0-bt$, 式中 P_0 、 b 分别为正值常量, t 是时间. 在下列两种情况下, 写出物体 B 的动量作为时间函数的表达式:

(1) 开始时, 若 B 静止, 则 $P_{B1}=$ _____;

(2) 开始时, 若 B 的动量为 $-P_0$, 则 $P_{B2}=$ _____.

4. 一颗子弹在枪筒里前进时所受的合力大小为

$$F = 400 - \frac{4 \times 10^5}{3} t \text{ (SI 制)},$$

子弹从枪口射出时的速率为 300 m/s. 假设子弹离开枪口时合力刚好为零, 则

(1) 子弹走完枪筒全长所用的时间 $t =$ _____;

(2) 子弹在枪筒中所受力的冲量 $I =$ _____;

(3) 子弹的质量 $m =$ _____.

5. 一物体质量 $M = 2 \text{ kg}$, 在合外力 $F = (3 + 2t)i$ (SI 制) 的作用下, 从静止开始运动, 式中 i 为方向一定的单位矢量, 则当 $t = 1 \text{ s}$ 时物体的速度 $v_1 =$ _____

三、计算题

1. 质量为 m , 速率为 v 的小球, 以入射角 α 斜向与墙壁相碰, 又以原速率沿反射角 α 方向从墙壁弹回, 如图 3 所示. 设碰撞时间为 Δt , 求墙壁受到的平均冲力.

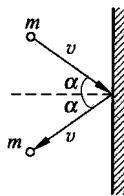


图 3

2. 光滑水平面上有两个质量不同的小球 A 和 B. A 球静止, B 球以速度 v 和 A 球发生碰撞. 碰撞后 B 球速度的大小为 $\frac{1}{2}v$, 方向与 v 垂直, 求碰后 A 球运动方向.

3. 如图 4 所示, 质量为 m_2 的物体与轻弹簧相连, 弹簧另一端与一质量可忽略的挡板连接, 静止在光滑的桌面上. 弹簧劲度系数为 k . 今有一质量为 m_1 , 速度为 v_0 的物体向弹簧运动并与挡板正碰, 求弹簧最大的被压缩量.

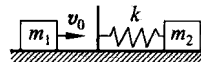


图 4

4. 一质量为 m 的子弹, 水平射入悬挂着的静止沙袋中, 如图 5 所示. 沙袋质量为 M , 悬线长为 l . 为使沙袋能在竖直平面内完成整个圆周运动, 子弹至少应以多大的速度射入? 若悬线是硬直杆呢?

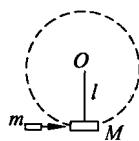


图 5

5. 如图 6 所示, 质量 M 的笼子, 用轻弹簧悬挂起来, 静止在平衡位置, 弹簧伸长 x_0 . 今有 m 的油灰由距离笼底高 h 处自由落到笼底上, 求笼子向下移动的最大距离.

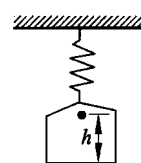


图 6

6. 如图 7 所示, 在地面上固定一半径为 R 的光滑球面, 球面顶点 A 处放一质量为 M 的滑块. 一质量为 m 的油灰球, 以水平速度 v_0 射向滑块, 并粘附在滑块上一起沿球面下滑. 问:

- (1) 它们滑至何处($\theta = ?$)脱离球面?
- (2) 如欲使二者在 A 处就脱离球面, 则油灰球的入射速率至少为多少?

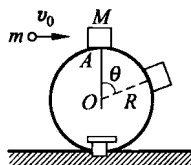


图 7