

21 世纪普通高等教育基础课规划教材

大学物理

练习题册

刘果红◎主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



21 世纪普通高等教育基础课规划教材

大学物理练习题册

EXERCISE BOOK OF UNIVERSITY PHYSICS

主编 刘果红
参编 李 平 张 莉
主审 李义宝



机械工业出版社

本练习题册是以高等教育出版社出版的程守洙等主编的《普通物理学》(上、下)第5版为蓝本编写的。整个练习题册按照教学顺序组织编写,依次为力学、狭义相对论、电磁学、振动和波动、热学、光学和近代物理等七部分。整个练习题册的编写,参考了大量的大学物理类相关教材、习题解答等,并结合编者在多年教学过程中积累的大量典型的、具有代表性的题目,最终力求精简,从中选择三百余题编纂而成。为了配合课堂教学,且便于自学,本版各个部分尽量与教学进度配套,同时可作为学生每堂课后的作业题来使用。

本练习题册题目类型灵活,难易适中,重点考查学生对基础知识、基本技能的掌握运用能力,是适合一般普通本科院校实际应用的大学物理练习题册。

图书在版编目(CIP)数据

大学物理练习题册/刘果红主编. —北京:机械工业出版社, 2009.1
(2014.1 重印)

21 世纪普通高等教育基础课规划教材

ISBN 978-7-111-25326-6

I. 大… II. 刘… III. 物理学—高等学校—习题 IV. 04-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 157867 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:李永联 责任编辑:李永联 孙志强

版式设计:张世琴 责任校对:申春香

封面设计:马精明 责任印制:杨 曦

北京中兴印刷有限公司印刷

2014 年 1 月第 1 版第 6 次印刷

184mm×260mm · 8.5 印张 · 209 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-25326-6

定价:13.90 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

大学物理作为理工科院校的一门必修科目和进行相关研究的一门基础课程，其重要性已成为不争的事实。它是提高学生现代科学素质的一门必修课，且对学习者的要求甚高。在学习过程中，学生不仅要详细理解课程的知识结构、基本概念、定理和定律，而且还应熟练掌握解题的思路与技巧，并将所学知识运用到实际生活中去解决问题。因此，在学习过程中完成一定量的习题，是一个必不可少的环节。

早在 20 世纪 80 年代末，国家教育部就委托清华大学筹建“工科大学物理试题库”，供全国工科院校使用。此后，各类大学物理教材及参考书、练习册等层出不穷、浩若烟海。但由于各学校层次、学生层次不尽相同，使得各版本的教材、参考书及练习题册适用范围有限，不能以一概之。

安徽建筑工业学院大学物理教研室编的《大学物理练习题册》是以程守洵等主编的《普通物理学》第 6 版为蓝本，主要针对各类一般普通本科院校的学生。该书由安徽建筑工业学院大学物理教研室主任刘果红老师牵头，组织多位处于教学一线多年的骨干教师，在参考了大量国内外同类书籍的基础上编撰而成。本练习题册内容新颖，注重基础，注重切块式练习，以力学、相对论、电磁学、热学、波动与光学、近代物理为几大模块，同时，内部又按照知识点有更为详细的分块。

本练习题册题目类型灵活，难易适中，重点考查学生对基础知识、基本技能的掌握和运用能力，且在正式出版之前，已在校内多次试用并不断完善。

与同类教材或参考书相比，本书具有难度较低、题量适中、知识块式练习突出，适合一般普通本科院校学生使用的特点。在以后的教研实践中，我们会不断完善，努力将本练习题册打造成为一本适合我国高校，尤其是一般普通本科院校实际应用的大学物理练习题册。

编 者
2008 年 7 月

目 录

前言

练习一	质点运动学 (一)	1
练习二	质点运动学 (二)	3
练习三	质点运动学 (三)	5
练习四	质点动力学 (一)	7
练习五	质点动力学 (二)	9
练习六	质点动力学 (三)	11
练习七	质点动力学 (四)	13
练习八	刚体的定轴转动 (一)	15
练习九	刚体的定轴转动 (二)	17
练习十	刚体的定轴转动 (三)	19
练习十一	狭义相对论 (一)	21
练习十二	狭义相对论 (二)	23
练习十三	静电场 (一)	25
练习十四	静电场 (二)	27
练习十五	静电场 (三)	29
练习十六	静电场 (四)	31
练习十七	静电场中的导体和 电介质 (一)	33
练习十八	静电场中的导体和 电介质 (二)	35
练习十九	静电场中的导体和 电介质 (三)	37
练习二十	电流的磁场 (一)	39
练习二十一	电流的磁场 (二)	41
练习二十二	磁场对电流的 作用 (一)	43
练习二十三	磁场对电流的 作用 (二)	45

练习二十四	电磁感应 (一)	47
练习二十五	电磁感应 (二)	49
练习二十六	电磁感应 (三)	51
练习二十七	磁介质、电磁场	53
练习二十八	电磁振荡、电磁波	55
练习二十九	机械振动 (一)	57
练习三十	机械振动 (二)	59
练习三十一	波动 (一)	61
练习三十二	波动 (二)	63
练习三十三	波动 (三)	65
练习三十四	气体分子运 动论 (一)	67
练习三十五	气体分子运 动论 (二)	69
练习三十六	热力学 (一)	71
练习三十七	热力学 (二)	73
练习三十八	热力学 (三)	75
练习三十九	光的干涉 (一)	77
练习四十	光的干涉 (二)	79
练习四十一	光的衍射 (一)	81
练习四十二	光的衍射 (二)	83
练习四十三	光的偏振	85
练习四十四	光的量子性 (一)	87
练习四十五	光的量子性 (二)	89
练习四十六	氢原子、玻尔理论	91
练习四十七	量子力学	93
练习四十八	激光 固体能带结构	95
部分参考答案		96

练习一 质点运动学 (一)

班级_____学号_____姓名_____

1. 若一质点的运动方程为 $\mathbf{r} = t\mathbf{i} + 2t^3\mathbf{j}$ (SI), 则 $t=1\text{s}$ 时的速度 $\mathbf{v}_1 =$ _____, $1\sim 3\text{s}$ 内的平均速度 $\bar{\mathbf{v}} =$ _____ 和平均加速度 $\bar{\mathbf{a}} =$ _____。

2. 某物体的运动规律为 $\frac{dv}{dt} = -Kv^2t$, 式中的 K 为大于零的常数, 当 $t=0$ 时, 初速度为 v_0 , 则速度 v 与时间 t 的函数关系是 ()

(A) $v = \frac{1}{2}Kt^2 + v_0$ (B) $v = -\frac{1}{2}Kt^2 + v_0$ (C) $\frac{1}{v} = \frac{1}{2}Kt^2 + \frac{1}{v_0}$ (D) $\frac{1}{v} = -\frac{1}{2}Kt^2 + \frac{1}{v_0}$

3. 物体沿一闭合路径运动, 经 Δt 时间后回到出发点 A , 如图 1-1 所示, 若初速度为 $\mathbf{v}_1$, 末速度为 $\mathbf{v}_2$, 且 $|\mathbf{v}_1| = |\mathbf{v}_2|$, 则在 Δt 时间内其平均速度 $\bar{\mathbf{v}}$ 和平均加速度 $\bar{\mathbf{a}}$ 分别为

(A) $\bar{\mathbf{v}}=0$, $\bar{\mathbf{a}}=0$ (B) $\bar{\mathbf{v}}=0$, $\bar{\mathbf{a}}\neq 0$ (C) $\bar{\mathbf{v}}\neq 0$, $\bar{\mathbf{a}}\neq 0$ (D) $\bar{\mathbf{v}}\neq 0$, $\bar{\mathbf{a}}=0$

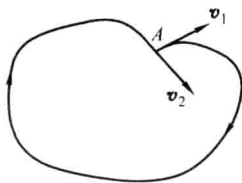


图 1-1

4. 质点作曲线运动, 其元位移为 $d\mathbf{r}$, 元路程为 ds , 位移为 $\Delta\mathbf{r}$, 路程为 Δs , 它们之间量值相等的是 ()

(A) $|\Delta\mathbf{r}| = \Delta s$ (B) $|d\mathbf{r}| = \Delta s$ (C) $|d\mathbf{r}| = ds$
 (D) $|d\mathbf{r}| = |\Delta\mathbf{r}|$ (E) $|\Delta\mathbf{r}| = ds$

5. 质量为 m 的汽车沿 x 轴正方向运动, 初始位置 $x_0=0$, 从静止开始加速, 其发动机的功率 P 维持不变, 且在不计阻力的条件下: (1) 证明其速度的表达式为 $v=\sqrt{2Pt/m}$; (2) 证明其位置的表达式为 $x=\sqrt{8P/9m} t^{3/2}$ 。

【批阅点】1. 过程说理不清; 2. 结果有错。

6. 一质点的运动方程为 $x=2t$, $y=19-2t^2$ (SI)。(1) 写出质点的运动轨迹方程; (2) 写出 $t=2\text{s}$ 时刻质点的位置矢量, 并计算第 2s 内的平均速度值; (3) 计算 2s 末质点的瞬时速度和瞬时加速度; (4) 在什么时刻, 质点的位置矢量与其速度矢量恰好垂直? 这时位矢的 x , y 分量各为多少?

【批阅点】1. 方程有错; 2. 过程说理不清; 3. 结果有错。

练习二 质点运动学 (二)

班级_____学号_____姓名_____

1. 若以速度 v_0 平抛一球, 不计空气阻力, 则 t 时刻小球的切向加速度 $a_t =$ _____, 法向加速度 $a_n =$ _____。

2. 一质点沿半径 $R=0.10\text{ m}$ 的圆周运动, 其运动方程 $\theta=2+4t^3$, θ, t 分别以弧度 (rad) 和秒 (s) 计, 则 $t=1\text{ s}$ 时其切向加速度 $a_t =$ _____, 法向加速度 $a_n =$ _____。

3. 质点的运动方程为 $x=at$, $y=b+ct^2$, a, b, c 均为常数, 当质点的运动方向与 x 轴成 45° 角时, 其速率为 ()

- (A) a (B) $\sqrt{2}a$ (C) $2c$ (D) $\sqrt{a+4c^2}$

4. 质点沿半径 R 的圆周按规律 $S=bt-\frac{1}{2}ct^2$ 运动, b, c 均为常数, 且 $b>\sqrt{Rc}$, 则切向加速度与法向加速度相等所经历的最短时间为 ()

- (A) $b/c-(R/c)^{1/2}$ (B) $b/c+(R/c)^{1/2}$ (C) $b/c-R$ (D) $b/c+R$

5. 一质点从 P 点出发, 以匀速率 1 cm/s 作顺时针转向的圆周运动, 半径为 1 m , 如图 2-1 所示。(1) 当它走过 $2/3$ 圆周时, 位移是多少? 路程是多少? 这段时间内平均速度是多少? 在该点的瞬时速度如何? (2) 取 P 点为坐标原点, 坐标如图 2-1 所示, 试写出该点的运动方程 $x=x(t)$, $y=y(t)$ 的函数式。

【批阅点】 1. 方程列错; 2. 过程说理不清; 3. 结果有错。

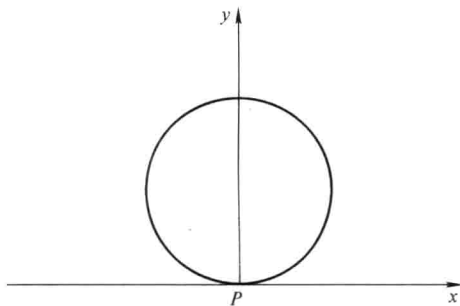


图 2-1

6. 一质点从静止出发, 沿半径 $R=3 \text{ m}$ 作匀变速率圆周运动, 切向加速度 $a_t=3 \text{ m/s}^2$ 。(1) 经过多少时间它的总加速度 a 恰好与半径成 45° 角? (2) 在上述时间内, 质点所经过的路程和角位移各为多少?

【批阅点】 1. 方程列错; 2. 过程说理不清; 3. 结果有错。

练习三 质点运动学 (三)

班级_____学号_____姓名_____

1. 沿 x 方向运动的质点速度 $v = k\sqrt{t}$, k 为正常数, $t=0$ 时, $x=x_0$, 则质点通过 s (m) 所需的时间 $t =$ _____, 加速度 $a(t) =$ _____, 运动方程为 _____。

2. 轮船在水上以相对于水的速度 v_1 航行, 水流速度为 v_2 , 一人相对于甲板以速度 v_3 行走, 如人相对于岸静止, 则 v_1 、 v_2 和 v_3 的关系是: _____。

3. 在相对地面静止的坐标系内, A、B 两船都以 2 m/s 的速率匀速行驶, A 船沿 x 轴正向, B 船沿 y 轴正向。今在 A 船上设置与静止坐标系方向相同的坐标系, 那么在 A 船上的坐标系中, B 船的速度为 ()

(A) $2i+2j$ (B) $-2i+2j$ (C) $-2i-2j$ (D) $2i-2j$

4. 沿直线运动的物体, 其 $v-t$ 曲线如图 3-1 中 ABCDEFG 折线所示, 已知 $AD > EG$, 梯形 ABCD 与 $\triangle EFG$ 面积相等, 则在 AD 与 EG 两段时间内, ()

(A) 位移相等, 路程相等 (B) 位移不等, 路程不等
(C) 位移不等, 路程相等 (D) 两者平均速度相等

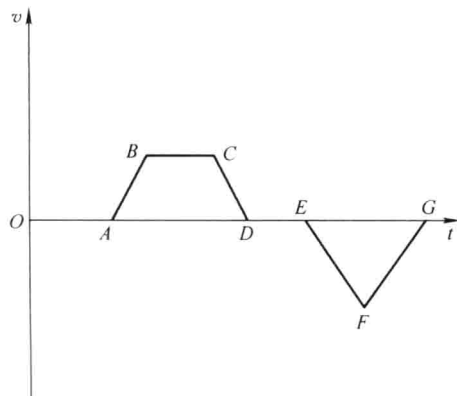


图 3-1



5. 在离水面高为 h (m) 的岸边, 有人用绳拉船靠岸, 船在离岸边 s (m) 处, 当人以 v_0 (m/s) 的速率收绳时, 试求船的速度和加速度。

【批阅点】1. 无解题用图; 2. 概念或过程不清; 3. 结果有错。

6. 质点沿直线运动, 初速度为 v_0 , 加速度为 $a = -k\sqrt{v}$, k 为正常数, 求: (1) 质点完全静止所需的时间; (2) 这段时间内质点运动的距离。

【批阅点】1. 方程列错; 2. 积分限有错; 3. 结果有错。

练习四 质点动力学 (一)

班级_____学号_____姓名_____

1. 质量为 $m=3\text{kg}$ 的物体, 当 $t=0$ 时, $x_0=0$, $v_0=0$, 受到沿 x 轴的外力 $\boldsymbol{F}=4t^2\boldsymbol{i}$ (N) 的作用, 则 $t=3\text{ s}$ 时质点的速度 $\boldsymbol{v}=\rule{1.5cm}{0.4pt}$, 质点的位置坐标 $x=\rule{1.5cm}{0.4pt}$ 。

2. 质量为 m 的物体自空中落下, 它除受重力外, 还受到一个与速度平方成正比的阻力作用, 比例系数为 K (K 为正常数), 该下落物体的收尾速度 (即最后物体作匀速运动时的速度) 将是 ()

- (A) $\sqrt{\frac{mg}{K}}$ (B) $\frac{g}{2K}$ (C) gK (D) $\sqrt{gK}$

3. 一质点在力 $F=5m(5-2t)$ (SI) 的作用下, 在 $t=0$ 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 $t=5\text{ s}$ 时质点的速率为 ()

- (A) 25 m/s (B) -50 m/s (C) 0 (D) 50 m/s

4. 一圆锥摆, 摆球质量为 m , 摆线长 L , 摆线与铅垂线夹角为 θ , 若摆线能承受的最大张力为 F_0 , 则摆球沿水平圆周运动的最大角速度为 ()

- (A) $(F_0/mL)^{1/2}$ (B) $(F_0\sin\theta/mL)^{1/2}$
(C) $(F_0/mL\sin\theta)^{1/2}$ (D) $(F_0/mL\sin^2\theta)^{1/2}$

5. 一细绳跨过定滑轮, 绳的一端悬有一质量为 m_1 的物体, 另一端穿在质量为 m_2 的圆柱体的竖直细孔中, 圆柱可沿绳子滑动, 如图 4-1 所示。今看到绳子从圆柱细孔中加速上升, 圆柱体相对于绳子以匀加速度 a 下滑。求这两个物体相对于地面的加速度、绳的张力及圆柱体与绳子间的摩擦力。(绳与滑轮的质量以及轮的转动摩擦都不计)

【批阅点】1. 无解题用图或图错; 2. 列式有错; 3. 结果有错。

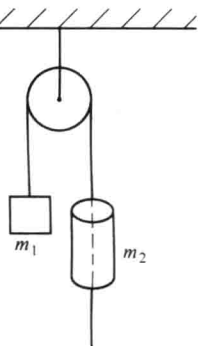


图 4-1

6. 质量为 m 的物体, 最初静止于 x_0 处, 在力 $F = -k/x^2$ (k 为常数) 作用下, 沿直线运动, 证明物体在 x 处的速度 $v = [2k(1/x - 1/x_0)/m]^{1/2}$ 。

【批阅点】1. 方程列错; 2. 过程不清或有错。

练习五 质点动力学 (二)

班级_____学号_____姓名_____

1. 质量为 m' 的人带着质量为 m 的球在光滑的冰面上以速度 v_0 滑行, 若人将球以速度 u (相对于人) 水平向前抛出, 则球被抛出后人的速度将变为_____。

2. 粒子 B 的质量是粒子 A 的质量的 4 倍, 开始时粒子 A 的速度为 $3\mathbf{i}+4\mathbf{j}$, 粒子 B 的速度为 $2\mathbf{i}-7\mathbf{j}$, 由于两者的相互作用, 粒子 A 的速度为 $7\mathbf{i}-4\mathbf{j}$, 此时粒子 B 的速度等于

()

(A) $\mathbf{i}-5\mathbf{j}$ (B) $2\mathbf{i}-7\mathbf{j}$ (C) 0 (D) $5\mathbf{i}-3\mathbf{j}$

3. 质量为 m 、速度大小为 v 的质点, 在受到某个力的作用后, 其速度的大小未变, 但方向改变了 θ 角, 则这个力的冲量大小为

()

(A) $2mv\cos(\theta/2)$ (B) $2mv\sin(\theta/2)$ (C) $mv\cos(\theta/2)$ (D) $mv\sin(\theta/2)$

4. 质量为 5kg 的物体受一水平方向的外力作用, 在光滑的水平面上由静止开始作直线运动, 外力 F 随时间变化的情况如图 5-1 所示, 在 5 s 到 15 s 这段时间内外力的冲量为

()

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

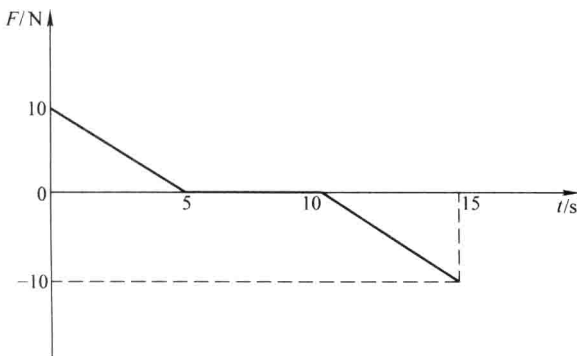


图 5-1

5. 一个力 F 作用在质量为 1.0kg 的质点上, 使之沿 x 轴运动, 已知在此力作用下质点的运动方程为 $x=3t-4t^2+t^3$ (SI), 在 $0\sim 4\text{ s}$ 的时间间隔内, 求: (1) 力 F 的冲量大小; (2) 力 F 对质点所做的功。

【批阅点】1. 概念不清; 2. 列式有错; 3. 结果有错。

6. 三个物体 A、B、C 的质量均为 m , B、C 靠在一起放在光滑的水平桌面上, 两者间连有一段长度为 0.4 m 的细绳, 原先放着, B 的另一端连有另一个以细绳跨过桌边的定滑轮而与 A 相连, 如图 5-2 所示。已知滑轮和绳子的质量不计, 绳子的长度一定。(1) 问 A、B 起动后, 经多长时间 C 也开始运动? (2) C 开始运动的速度是多少?

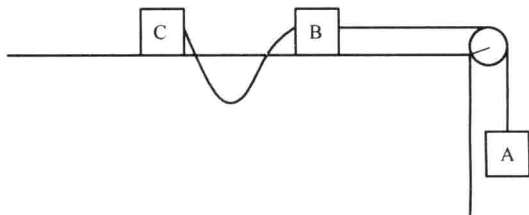


图 5-2

【批阅点】1. 无解题用图; 2. 列式有错;
3. 结果有错。

练习六 质点动力学 (三)

班级_____学号_____姓名_____

1. 一人从 10 m 深的井中提水, 起始时桶与水共 10 kg, 由于桶漏水, 每升高 1 m 要漏去 0.2 kg 的水。水桶匀速地从井中被提到井口, 人所做的功为_____。

2. 质量为 m 的宇宙飞船返回地球时将发动机关闭, 可以认为它仅在引力场中运动。地球质量为 m_E , 引力常量为 G 。在飞船从与地心的距离 R_1 处下降到 R_2 处的过程中, 地球引力所做的功为_____。

3. 一个质点在如图 6-1 所示的坐标平面内作圆周运动, 有一力 $\mathbf{F} = F_0(x\mathbf{i} + y\mathbf{j})$ 作用在质点上。在该质点从坐标原点运动到 $(0, 2R)$ 位置的过程中, 力 $\mathbf{F}$ 对它所做的功为

()

- (A) $F_0 R^2$ (B) $2F_0 R^2$
(C) $3F_0 R^2$ (D) $4F_0 R^2$

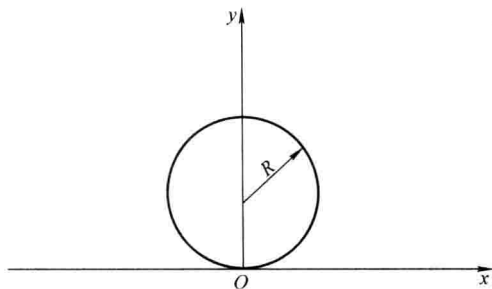


图 6-1

4. 一质量为 m 的小球系在长为 l 的绳上, 绳与竖直线间的夹角用 θ 表示, 当小球从 $\theta = 0$ 运动到 $\theta = \theta_0$ 时, 重力所做的功为 ()

- (A) $W = \int_0^{\theta_0} mg \cos\theta l d\theta$ (B) $W = \int_0^{\theta_0} mg \sin\theta l d\theta$
(C) $W = \int_0^{\theta_0} -mg \cos\theta l d\theta$ (D) $W = \int_0^{\theta_0} -mg \sin\theta l d\theta$

5. 质量为 m 的质点在外力的作用下, 其运动方程为 $\mathbf{r} = A\cos\omega t \mathbf{i} + B\sin\omega t \mathbf{j}$, 其中 A 、 B 、 ω 都是正的常数, 则力在 $t_1=0$ 到 $t_2=\frac{\pi}{2\omega}$ 这段时间内所做的功是多少?

【批阅点】1. 概念有误; 2. 结果有错。

6. 一根劲度系数为 k_1 的轻弹簧 A 的下端挂一根劲度系数为 k_2 的轻弹簧 B, B 的下端又挂一重物 C, C 的质量为 m 。(1) 求这一系统静止时两个弹簧的伸长量之比和弹性势能之比。(2) 如果将此重物用手托住, 让两个弹簧恢复原长, 然后放手任其下落, 问两根弹簧最大共可伸长多少?(3) 弹簧对 C 作用的最大力为多大?

【批阅点】1. 方程列错; 2. 过程说理不清; 3. 结果有错。