

高等学校公共基础课“十三五”规划教材

大学物理习题册

(下册 B)

李艳辉 白璐 编著
张艳艳 韩一平

班级 _____

学号 _____

姓名 _____



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等学校公共基础课“十三五”规划教材

大学物理习题册

(下册 B)

李艳辉 白璐 张艳艳 韩一平 编著

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本套习题册与吴百诗主编，西安交通大学出版社出版的《大学物理》（第三次修订本 B）相配套，共包括三部分内容：知识点小结、练习题和参考答案。按时完成练习作业是理工科大学生巩固大学物理学习效果的基本要求，知识点小结帮助学生预习和复习每部分内容，所附参考答案用于学生完成作业后及时检查。

为了方便教师和学生收交作业，本套练习册分为上、下两册，分别供学习大学物理 I 和大学物理 II 时使用，而上册和下册又分为 A、B 两册，即 4 课时交一次作业，一般奇数周交 A 册，偶数周交 B 册。

目 录

第一部分 知识点小结

- 一、狭义相对论力学基础 (2)
- 二、近代物理 (4)

第二部分 练习题

- 第 10 章 静电场 (9)
 - 三、静电场的高斯定理 (9)
 - 四、习题课一 (13)
 - 七、电介质 (17)
 - 八、电容 电场能量 (21)
- 第 11 章 恒定电流的磁场 (24)
 - 二、毕萨定律应用(续) 高斯定理 (24)
 - 三、安培环路定理 安培定律 (29)
 - 六、习题课 (33)
- 第 12 章 电磁感应与电磁场 (37)
 - 一、电磁感应的基本定律 动生电动势 (37)
 - 四、电磁场 (42)
 - 五、电磁感应习题课 (44)
- 第 14 章 狭义相对论力学基础 (49)
 - 三、狭义相对论质点动力学简介 (49)
- 第 15 章 量子物理基础 (52)

一、光电效应	(52)
四、微观粒子波粒二象性 测不准关系	(55)
五、波函数 一维定态薛定谔	(57)

第三部分 参考答案

第 10 章	(60)
第 11 章	(67)
第 12 章	(73)
第 14 章	(79)
第 15 章	(80)

第一部分
知识点小结

一、狭义相对论力学基础

1. 经典力学时空观(绝对时空观)

绝对时空观：长度和时间的测量与参考系的相对运动无关。

2. 伽利略坐标变换

$$\begin{cases} x' = x - ut \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = t \end{cases}, \quad \begin{cases} v'_x = v_x - u \\ v'_y = v_y \\ v'_z = v_z \end{cases}$$

3. 狭义相对论的基本假设

(1) 爱因斯坦相对性原理：对于描述一切物理现象的规律来说，所有惯性系都是等价的。

(2) 光速不变原理：在任何惯性系中，光在真空中沿各个方向的速率都恒等于 c 。

4. 相对论的时空观

(1) 相对论的时空观：长度和时间的测量与参考系的相对速度有关。

(2) 同时性的相对性：两个事件在同一参考系中同时发生，在与此参考系相对运动的另一参考系中就有可能不是同时发生的。

5. 洛伦兹变换

$$\begin{cases} x' = \frac{x - ut}{\sqrt{1 - u^2/c^2}} = \frac{x - ut}{\sqrt{1 - \beta^2}} \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = \frac{t - ux/c^2}{\sqrt{1 - u^2/c^2}} = \frac{t - ux/c^2}{\sqrt{1 - \beta^2}} \end{cases}, \text{ 逆变换 } \begin{cases} x = \frac{x' + ut}{\sqrt{1 - u^2/c^2}} = \frac{x' + ut}{\sqrt{1 - \beta^2}} \\ y = y' \\ z = z' \\ t = \frac{t' + ux'/c^2}{\sqrt{1 - u^2/c^2}} = \frac{t' + ux'/c^2}{\sqrt{1 - \beta^2}} \end{cases}$$

速度变换公式及逆变换公式：

$$\left\{ \begin{array}{l} v'_x = \frac{v_x - u}{1 - v_x u / c^2} \\ v'_y = \frac{v_y \sqrt{1 - \beta^2}}{1 - v_x u / c^2} \\ v'_z = \frac{v_z \sqrt{1 - \beta^2}}{1 - v_x u / c^2} \end{array} \right., \text{逆变换} \left\{ \begin{array}{l} v_x = \frac{v'_x + u}{1 + v'_x u / c^2} \\ v_y = \sqrt{1 - \beta^2} \frac{v'_y}{1 + v'_x u / c^2} \\ v_z = \sqrt{1 - \beta^2} \frac{v'_z}{1 + v'_x u / c^2} \end{array} \right.$$

其中 $\beta = u/c$ 。

6. 长度收缩

$$L = L_0 \sqrt{1 - \beta^2}$$

式中 L_0 为固有长度。在一参照系中，一静止的棒长为固有长度，固有长度最长。

7. 时间膨胀

$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \beta^2}}$$

式中 τ_0 为固有时间。在一参照系中同一地点发生的两事件之间的时间间隔称为固有时间，固有时间最短。

8. 相对论质量和动量

$$\text{质量: } m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\text{动量: } p = mv = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

9. 相对论能量

$$\text{总能量: } E = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

$$\text{动能: } E_K = mc^2 - m_0 c^2$$

$$\text{相对论动量与能量的关系: } E^2 = p^2 c^2 + m_0^2 c^4$$

二、近代物理

(一) 光电效应和爱因斯坦光子理论

1. 光电效应方程

$$h\nu = A + \frac{1}{2}mv_m^2$$

2. 遏制电压 U_a 和光电子最大初动能的关系

$$\frac{1}{2}mv_m^2 = eU_a$$

3. 红限频率

$$\nu_0 = \frac{A}{h}$$

4. 爱因斯坦光子理论(光的波粒二象性)

光子能量: $E = h\nu$

光子质量: $m_\varphi = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{c\lambda}$

光子动量: $p = m_\varphi c = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$

光子静质量: $m_0 = 0$

(二) 康普顿散射

单色 X 射线被物质散射时, 散射线中除有与入射线波长相同的射线外, 还有波长比入射线波长更长的射线, 且波长改变量与入射线波长无关, 而是随散射角的增大而增大, 这种散射现象称为康普顿效应。

光子波长增量为

$$\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0 = \frac{h}{m_0c}(1 - \cos\varphi)$$

电子的康普顿波长为

$$\lambda_c = \frac{h}{m_e c} = 2.4263 \times 10^{-3} \text{ nm}$$

(三) 氢光谱及玻尔理论

1. 氢原子光谱的实验规律

(1) 氢原子光谱是彼此分立的线状光谱，每一条光谱具有确定的波长。

(2) 每一条光谱线波数为 $\tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2} \right) (n > k)$ 。

(3) 当整数 k 取一定值时， n 取大于 k 的各整数所对应的各条谱线构成一谱线系。

2. 玻尔氢原子理论

(1) 定态假设。

(2) 跃迁假设： $\nu_{kn} = \frac{|E_k - E_n|}{h}$ 。

(3) 角动量量子化假设： $L = mvr = n \frac{h}{2\pi} (n = 1, 2, 3, \dots)$ 。

第 n 个定态的轨道半径和电子能量分别为

$$r_n = n^2 \left(\frac{\epsilon_0 h^2}{\pi m e^2} \right) = n^2 r_1 \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

$$E_n = -\frac{1}{n^2} \frac{m e^4}{8 \epsilon_0^2 h^2} = \frac{E_1}{n^2} \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

(四) 波粒二象性与不确定关系

(1) 德布罗意关系式： $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$ 。

(2) 德布罗意波(物质波)是概率波，它描述粒子在各处被发现的概率。

(3) 粒子位置和动量的不确定关系： $\Delta x \Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2}$ 。

(4) 粒子能量和时间的不确定关系： $\Delta E \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$ 。

(五) 薛定谔方程

1. 一维定态薛定谔方程

$$\frac{d^2 \Psi(x)}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} (E - V) \Psi(x) = 0$$

波函数必须满足的标准物理条件为：单值、有限、连续。

2. 一维无限深方势阱中的粒子

束缚在势阱中的粒子的概率密度分布不均匀，能量是量子化的，其值可取为

$$E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2ma^2} n^2 \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

(六) 电子自旋和四个量子数

1. 电子的自旋

$$S = \sqrt{s(s+1)}\hbar \quad (s = \frac{1}{2})$$

$$S_z = m_s \hbar \quad (m_s = \pm \frac{1}{2})$$

2. 四个量子数

电子的状态用 n 、 l 、 m_l 、 m_s 四个量子数确定， n 相同的状态组成一个壳层，可容纳 $2n^2$ 个电子，一壳层中 l 相同的状态组成一个次壳层，可容纳 $2(2l+1)$ 个电子。

四个量子数的取值

(1) 主量子数： $n = 1, 2, 3, \dots$ 。

(2) 副量子数(角量子数)： $l = 0, 1, 2, \dots, n-1$ 。

(3) 磁量子数： $m_l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$ 。

(4) 自旋量子数： $m_s = \pm \frac{1}{2}$ 。

3. 两个原理

基态原子中的电子排布由能量最低原理和泡利不相容原理决定。

(七) 激光

(1) 激光器的基本构成部分：激励能源、谐振腔、增益介质。

(2) 激光器中光学谐振腔的作用：产生并维持振荡，同时提高激光束的方向性和单色性。

(3) 激光特点：高定向性、高单色性、高亮度、高相干性。

(八) 能带

1. 绝缘体、导体和半导体

绝缘体的满带和空带之间有较宽的禁带。

导体的价带不满或价带和空带重叠或相接。

半导体的满带和空带之间的禁带宽度较小。

2. 杂质半导体

N型半导体：参与导电的载流子主要是从施主能级跃迁到导带中去的电子。

P型半导体：参与导电的载流子主要是满带中产生的空穴。

第二部分 练习题

第 10 章 静电场

三、静电场的高斯定理

(一) 选择题

1. 关于静电场的高斯定理, 以下说法中正确的是()。

- A. 如果高斯面上的电场强度处处为零, 则该面内必无电荷
- B. 如果高斯面内无电荷, 则高斯面上的电场强度处处为零
- C. 如果高斯面上的电场强度处处不为零, 则高斯面内必有电荷
- D. 如果高斯面内有电荷, 则高斯面上的电场强度处处不为零
- E. 以上说法都不正确

2. 一个点电荷 $+Q$ 被闭合的曲面 S 所包围, 若从无穷远处将另外一个点电荷 q 移动到闭合曲面 S 外附近一点, 则移动点电荷 q 前后, 以下说法中正确的是()。

- A. 闭合曲面 S 的电通量不变, 曲面上各点的电场强度也不变
- B. 闭合曲面 S 的电通量变化, 曲面上各点的电场强度不变
- C. 闭合曲面 S 的电通量变化, 曲面上各点的电场强度变化
- D. 闭合曲面 S 的电通量不变, 曲面上各点的电场强度变化

3. 有两个电量都是 $+q$ 的点电荷, 相距为 $2a$ 。今以左边的点电荷所在处为球心, 以 a 为半径作一球形高斯面。在球面上取两块相等的小面积 S_1 和 S_2 , 其位置如图 10-1 所示。设通过 S_1 和 S_2 的电场强度通量分别为 Φ_1 和 Φ_2 , 通过整个球面的电场强度通量为 Φ_S , 则()。

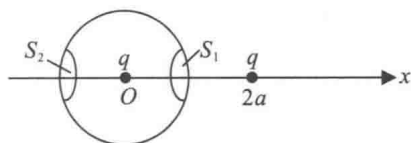


图 10-1

- A. $\Phi_1 > \Phi_2, \Phi_S = q/\epsilon_0$
- B. $\Phi_1 < \Phi_2, \Phi_S = 2q/\epsilon_0$
- C. $\Phi_1 = \Phi_2, \Phi_S = q/\epsilon_0$
- D. $\Phi_1 < \Phi_2, \Phi_S = q/\epsilon_0$

4. 两个“无限长”的共轴圆柱面, 内外半径分别为 R_1 和 R_2 , 其上均匀带电,

沿轴线方向单位长度上所带电荷分别为 λ_1 和 λ_2 , 则在两圆柱面之间、距离轴线为 r 的 P 点处的电场强度的大小为()。

A. $\frac{\lambda_1}{2\pi\epsilon_0 r}$

B. $\frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2\pi\epsilon_0 r}$

C. $\frac{\lambda_2}{2\pi\epsilon_0 (R_2 - r)}$

D. $\frac{\lambda_1}{2\pi\epsilon_0 (r - R_1)}$

(二) 填空题

一个点电荷 q 位于边长为 a 的正立方体的中心, 通过此立方体的每一面的电通量为_____ ; 如果将此电荷移至正立方体的其中一个顶点上, 那么通过每个面的电通量又各为_____。

(三) 计算题

1. 两个带有等量异号电荷的无限长同轴圆柱面, 内外半径分别为 R_1 和 R_2 , 其单位长度上的电荷量分别为 $+\lambda$ 和 $-\lambda$ 。求离中心对称轴为 r 处的内筒内、两筒间及外筒外的电场强度。

2. 已知一个内外半径分别为 R_1 和 R_2 的均匀带电球壳，总电量为 Q_1 ，球壳外同心罩一个半径为 R_3 的均匀带电球面，球面带电量为 Q_2 ，如图 10-2 所示。求电场的分布。另外，请画出电场强度随离球心距离 r 的变化曲线示意图。

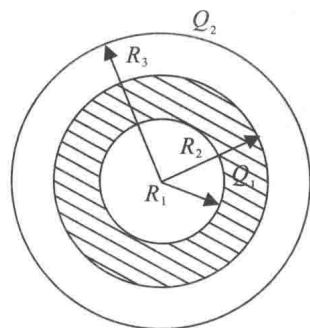


图 10-2

3. 如图 10-3 所示的无限大均匀带电板，其电荷体密度为 ρ ，厚度为 d 。试用高斯定理求板内外的电场场强分布。

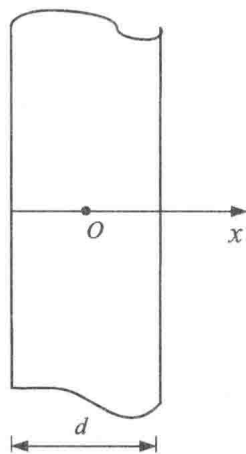


图 10-3

4. 一半径为 R 的带电球体, 其电荷体密度分布为 $\rho = Ar (r \leq R)$, $\rho = 0 (r > R)$, A 为一常量。试求球体内外的场强分布。