

武汉大学物理科学与技术学院 2004—2005(二)

《原子物理学》课程期末考试试题 A 卷

学号： 姓名： 专业： 得分：

一、 简答题(共 44 分)

- 1、简述波尔氢原子模型三要素(6分)，并导出类氢离子轨道半径和能级表达式(6分)。(共 12 分)
- 2、根据 L-S 耦合法则和 Slater 方法，给出下列原子的电子组态可形成哪些态，并指出其中哪一个态是基态。(1)、 nd^3 ；(2)、 np^2 。(第 1 问 10 分，第 2 问 5 分，共 15 分)
- 3、给出以下几种元素的基态电子组态和基态。(1)、Co(钴, $z=27$)；(2)、Zr(锆, $z=40$)。(8 分)
- 4、简述核力性质 (9 分)

二、 计算题(共 56 分)

- 1、一束质子垂直入射到一金属箔上，求质子束被金属箔散射后，散射角大于 30 度与大于 60 度的粒子数之比(10 分)。
- 2、对于 $L=2$, $S=1$ ，请计算的 $\vec{L} \cdot \vec{S}$ 可能值(12 分)。
- 3、定义一维情形下的坐标平移算符为： $\hat{D}_x(a)\psi(x) = \psi(x-a)$ ， a 为实数，假设系统波函数的各阶微商都存在，试导出坐标平移算符的表示式。(11 分)
- 4、求出 3G_3 态的自旋角动量和轨道角动量之间的夹角(8 分)。
- 5、原子的价电子从第一激发态向基态跃迁时产生两条精细结构谱线，其波长分别为 λ_1 和 λ_2 ，现将原子置于磁感强度为 B 的磁场中，使两精细结构谱线进一步分裂，试求：(1)、能级分裂的大小，并画出能级分裂图(9 分)；(2)、要使第一激发态分裂后的最高能级与最低能级之间的间距等于原能级差的 1.5 倍，所加磁场应为多大(6 分)? (共 15 分)

武汉大学物理科学与技术学院 2005—2006(二)

《原子物理学》课程期末考试试题 A 卷

学号： 姓名： 专业： 得分：

- 1、简述卢瑟福原子核式模型的要点，以及盖革—马斯顿实验验证方法和结论。(共 12 分)
- 2、根据 L-S 耦合法则和 Slater 方法, 给出下列原子的电子组态可形成哪些态, 并指出其中哪一个态是基态。(1)、 nd^8 ; (2)、 np^4 。(第 1 问 8 分, 第 2 问 5 分, 共 13 分)
- 3、给出以下几种元素的基态电子组态和基态。(1)、V(钒, $z=23$); (2)、P(磷, $z=15$)。(10 分)
- 4、简述已发现的放射性衰变模式 (10 分)
- 5、简述原子光谱精细结构的物理机制。(10 分)
- 6、电子偶数是由正电子和负电子组成的束缚系统, 请用玻尔氢原子模型计算出体系基态能量及两电子之间的距离。(10 分)
- 7、对于 $L=2$, $S=2$, 请计算的 $\vec{L} \cdot \vec{S}$ 可能值(10 分)。
- 8、对于阱宽为 a 的一维无穷深势阱中运动的粒子, 计算其能量本征值和本征函数(10 分)。
- 9、钾原子的价电子从第一激发态向基态跃迁时产生两条精细结构谱线, 其波长分别为 λ_1 和 λ_2 , 现将原子置于磁感强度为 B 的磁场中, 使两精细结构谱线进一步发生塞曼分裂, 试求: (1)、能级分裂的大小, 并画出能级分裂图(9 分); (2)、要使第一激发态分裂后的最高能级与最低能级之间的间距等于原能级差的 1.5 倍, 所加磁场应为多大(6 分)? (共 15 分)

武汉大学物理科学与技术学院 2006—2007(二)

《原子物理学》课程期末考试试题 A 卷

学号： 姓名： 专业： 得分：

- 1、简述卢瑟福原子核式模型的要点(4分),并列出卢瑟福核散射公式推导中,需要哪些近似(8分)。(共 12 分)
- 2、根据 L-S 耦合法则和 Slater 方法,给出下列原子的电子组态可形成哪些态,并指出其中哪一个态是基态。(1)、 np^3 ; (2)、 np^2 。(第 1 问 8 分, 第 2 问 7 分, 共 15 分)
- 3、给出以下几种元素的基态电子组态和基态。(1)、V(钒, $z=23$); (2)、Cd(镉, $z=48$)。(10 分)
- 4、简述放射性衰变的几种类型(8分)。
- 5、试用玻尔氢原子模型导出正负电子对形成的类氢原子体系能级和轨道半径表达式 (10 分)。
- 6、体系轨道角动量和自旋量子数分别 $L=2$, $S=3$, 请计算的 $\vec{L} \cdot \vec{S}$ 可能值(10 分)。
- 7、某原子处于 5G_4 态, 试求出该原子自旋角动量和轨道角动量之间的夹角 (10 分)。
- 8、锂原子的价电子从第一激发态向基态跃迁时产生两条精细结构谱线, 其波长分别为 λ_1 和 λ_2 , 现将原子置于磁感强度为 B 的磁场中, 使两精细结构谱线进一步分裂, 试求: (1)、能级分裂的大小, 并画出能级分裂图(9 分); (2)、要使第一激发态分裂后的最高能级与最低能级之间的间距等于原能级差的 1.2 倍, 所加磁场应为多大(6 分)? (共 15 分)
- 9、请画出史特恩--盖拉赫实验装置示意图, 并列出该实验证明了哪些物理事实(10 分)。

武汉大学物理科学与技术学院 2007—2008(二)

《原子物理学》课程期末考试试题 A 卷

学号： 姓名： 专业： 得分：

- 1、简述波尔氢原子模型三要素，并导出电子偶数(正负电子对形成的束缚体系)轨道半径和能级表达式(第一问 6 分，第二问 9 分，共 15 分)。
- 2、根据 L-S 耦合法则和 Slater 方法, 给出下列原子的电子组态可形成哪些态, 并指出其中哪一个态是基态。(1)、 nf^2 ; (2)、 np^3 。(第一问 6 分，第二问 4 分，共 10 分)。
- 3、给出以下几种元素的基态电子组态和基态。(1)、Ge(锗, $z=32$); (2)、Tc(锝, $z=43$)(每问 5 分，共 10 分)。
- 4、简述单电子原子体系，及 L-S 耦合和 J-J 耦合下多电子原子体系的偶极跃迁选择定则(10 分)。
- 5、一束质子垂直入射到一金属箔上，求质子束被金属箔散射后，散射角大于 30 度与大于 120 度的粒子数之比(10 分)。
- 6、对于 $L=3$, $S=2$, 请计算 $\vec{L} \cdot \vec{S}$ 的可能值(10 分)。
- 7、计算原子处于 ${}^2F_{3/2}$ 状态下总磁矩及其 Z 分量的可能值(10)。
- 8、简述核力的性质(10 分)。
- 9、画出钠原子 D 双线($P_{3/2}, P_{1/2} \rightarrow S_{1/2}$)所引起的能级塞曼分裂图(5 分), 并给出各可能跃迁谱线的及分裂情况(5 分), 算出磁感强度为 2T 时, 各谱线间的波数差(5 分), ($\frac{\mu_B B}{hc} = 0.467B(T)cm^{-1}$)(共 15 分)。

武汉大学物理科学与技术学院 2009—2010(二)

《原子物理学》课程期末考试试题 A 卷

学号： 姓名： 专业： 得分：

- 1、简述卢瑟福在推导核散射公式中，采用了哪些近似，并讨论这些近似的合理性(共 10 分)
- 2、根据 L-S 耦合法则和 Slater 方法，给出下列原子的电子组态可形成哪些态，并指出其中哪一个态是基态。(1)、 np^3 ；(2)、 np^4 。(第 1 问 8 分，第 2 问 7 分，共 15 分)
- 3、给出以下几种元素的基态电子组态和基态。(1)、Ti(钛, $z=22$)；(2)、Sn(锡, $z=50$)。(10 分)
- 4、简述核力的性质，并根据你的理解猜想一种描述核力的数学模型。(10 分)。
- 5、画出夫兰克-赫兹实验的示意图，简述该实验的现象和得出的结论 (10 分)。
- 6、原子体系轨道角动量和自旋量子数分别 $L=2$, $S=2$ ，请计算的 $\vec{L} \cdot \vec{S}$ 可能值 (10 分)。
- 7、某原子处于 3F_2 态，试求出该原子自旋角动量和轨道角动量之间的夹角 (10 分)。
- 8、简述原子光谱精细结构和超精细结构的物理机制，并列出了有哪些高阶效应会影响原子光谱的精细结构。(共 15 分)
- 9、请画出史特恩--盖拉赫实验装置示意图，并列出了该实验证明了哪些物理事实(10 分)。

武汉大学物理科学与技术学院 2010—2011(二)

《原子物理学》课程期末考试试题 A 卷

学号： 姓名： 专业： 得分：

- 1、简述卢瑟福原子核式模型的实验背景。(10 分)
- 2、对于原子光谱结构，除了假定为点电荷的原子核与电子之间的库仑吸引以及电子与电子之间的库仑排斥以外，还受哪些次要因素的影响？(15 分)
- 3、在原子物理学产生和发展的过程中，有哪些实验现象表明原子内部的量子化？(15 分)
- 4、简述核力的性质。(10 分)
- 5、处于均匀磁场中的 2P 态氢原子，分强场和弱场两种情况画出其能级分裂图(15 分)
- 6、根据 L-S 耦合法则和 Slater 方法，给出下列原子的电子组态可形成哪些态，并指出其中哪一个态是基态。(1)、 nd^8 ；(2)、 np^4 。(15 分)
- 7、给出以下几种元素的基态电子组态和基态。(1)、Ni(镍， $z=28$)；(2)、Zr(锆， $z=40$)(10 分)
- 8、计算 5F_4 态原子的自旋和轨道两角动量的夹角。(10 分)

武汉大学物理科学与技术学院 2011—2012(二)

《原子物理学》课程期末考试试题 A 卷

学号： 姓名： 专业： 得分：

一、单选题(每题 2 分，共 40 分)

(1) 在 α 粒子散射实验中, 若把 α 粒子换成质子, 要想得到 α 粒子相同的角分布, 在散射物不变条件下则必须使: []

- A. 质子的速度与 α 粒子的相同; B. 质子的能量与 α 粒子的相同;
C. 质子的速度是 α 粒子的一半; D. 质子的能量是 α 粒子的一半

(2) 原子半径的数量级是: []

- A. 10^{-10}cm ; B. 10^{-8}m C. 10^{-10}m D. 10^{-13}m

(3) 氢原子光谱赖曼系和巴耳末系的系线限波长分别为: []

- A. $R/4$ 和 $R/9$ B. R 和 $R/4$ C. $4/R$ 和 $9/R$ D. $1/R$ 和 $4/R$

(4) 按照玻尔理论基态氢原子中电子绕核运动的线速度约为光速的: []

- A. $1/10$ 倍 B. $1/100$ 倍 C. $1/137$ 倍 D. $1/237$ 倍

(5) 当 μ^- 子 (带有一个单位负电荷) 通过物质时, 有些在核附近的轨道上将被俘获而形成 μ^- 原子, 那么 μ^- 原子基态轨道半径与相应的电子轨道半径之比为 (μ^- 子的质量为 $m=206m_e$) []

- A. $1/206$ B. $1/(206)^2$ C. 206 D. 206^2

(6) 夫兰克—赫兹实验的结果表明: []

- A. 电子自旋的存在; B. 原子能量量子化
C. 原子具有磁性; D. 原子角动量量子化

(7) 按原子力学原理, 原子状态用波函数来描述. 考虑电子自旋, 对氢原子当 nl 确定后, 对应的状态数为: []

- A. $2(2l+1)$; B. $2l+1$; C. n ; D. n^2

(8) 如果一个原子处于某能态的时间为 10^{-7}s , 原子这个能态能量的最小不确定数量级为 (以焦耳为单位): []

A. 10^{-34} ; B. 10^{-27} ; C. 10^{-24} ; D. 10^{-30}

(9) 单个 f 电子总角动量量子数的可能值为: []

A. $j = 3, 2, 1, 0$; B. $j = \pm 3$;
C. $j = \pm 7/2, \pm 5/2$; D. $j = 5/2, 7/2$

(10) 锂原子主线系的谱线在不考虑精细结构时, 其波数公式的正确表达式应为:
[]

A. $\tilde{\nu} = 2S - nP$; B. $\tilde{\nu} = nP \rightarrow 2S$;
C. $\tilde{\nu} = 2S \rightarrow nP$; D. $\tilde{\nu} = nP - 2S$

(11) 碱金属原子能级的双重结构是由于下列哪一项产生: []

A. 相对论效应 B. 原子实的极化
C. 价电子的轨道贯穿 D. 价电子的自旋-轨道相互作用

(12) 产生钠的两条黄谱线的跃迁是: []

A. ${}^2P_{3/2} \rightarrow {}^2S_{1/2}$, ${}^2P_{1/2} \rightarrow {}^2S_{1/2}$; B. ${}^2S_{1/2} \rightarrow {}^2P_{1/2}$, ${}^2S_{1/2} \rightarrow {}^2P_{3/2}$;
C. ${}^2D_{3/2} \rightarrow {}^2P_{1/2}$, ${}^2D_{3/2} \rightarrow {}^2P_{3/2}$; D. ${}^2D_{3/2} \rightarrow {}^2P_{1/2}$, ${}^2D_{3/2} \rightarrow {}^2P_{3/2}$

(13) 碱金属原子光谱精细结构形成的根本物理原因: []

A. 电子自旋的存在 B. 观察仪器分辨率的提高
C. 选择定则的提出 D. 轨道角动量的量子化

(14) 碱金属原子的价电子处于 $n=3, l=1$ 的状态, 其精细结构的状态符号应为:
[]

A. $3^2S_{1/2}, 3^2S_{3/2}$; B. $3P_{1/2}, 3P_{3/2}$; C. $3^2P_{1/2}, 3^2P_{3/2}$; D. $3^2D_{3/2}, 3^2D_{5/2}$

(15) 氢原子光谱形成的精细结构 (不考虑蓝姆移动) 是由于: []

A. 自旋-轨道耦合 B. 相对论修正和极化贯穿
C. 自旋-轨道耦合和相对论修正 D. 极化. 贯穿. 自旋-轨道耦合和相对论修正

(16) 下列原子状态中哪一个是氦原子的基态? []

A. 1P_1 ; B. 3P_1 ; C. 3S_1 ; D. 1S_0 ;

(17) 泡利不相容原理说: []

A. 自旋为整数的粒子不能处于同一量子态中;
B. 自旋为整数的粒子能处于同一量子态中;

- C. 自旋为半整数的粒子能处于同一量子态中；
D. 自旋为半整数的粒子不能处于同一量子态中。

(18) ${}^4D_{3/2}$ 态的轨道角动量的平方值是： []

- A. $-3\hbar^2$; B. $6\hbar^2$; C. $-2\hbar^2$; D. $2\hbar^2$

(19) 正常塞曼效应总是对应三条谱线，是因为： []

- A. 每个能级在外磁场中劈裂成三个；
B. 不同能级的朗德因子 g 大小不同；
C. 每个能级在外场中劈裂后的间隔相同；
D. 因为只有三种跃迁

(20) 使窄的原子束按照施特恩—盖拉赫的方法通过极不均匀的磁场，若原子处于 5F_1 态，试问原子束分裂成 []

- A. 不分裂 B. 3 条 C. 5 条 D. 7 条

二、简述核力的性质 (12 分)

三、给出镱 ($z=71$) 和铁 ($z=26$) 的基态原子组态及原子态 (12 分)

四、给出下列同科电子所有可能的原子态，(1)、 np^4 ；(2)、 np^3 (12 分)

五、运用波尔氢原子模型理论，计算均匀磁场中的电子，在磁感强度为 B 的情况下，电子可能的轨道半径和能量。(12 分)

六、钠原子第一激发态向基态跃迁所形成的双线结构，在均匀弱磁场和强磁场中具有不同的分裂特征，请将这两种分裂方式用能级分裂跃迁图表示出来。(12 分)

武汉大学物理科学与技术学院 2012—2013(二)

《原子物理学》课程期末考试试题 A 卷

学号： 姓名： 专业： 得分：

二、单选题(每题 2 分，共 50 分)

- (1). 原子半径的数量级是： []
A. 10^{-10}cm ; B. 10^{-8}m C. 10^{-10}m D. 10^{-13}m
- (2). 原子核式结构模型的提出是根据 α 粒子散射实验中： []
A. 绝大多数 α 粒子散射角接近 180° B. α 粒子只偏 $2^\circ \sim 3^\circ$
C. 以小角散射为主也存在大角散射 D. 以大角散射为主也存在小角散射
- (3). 进行卢瑟福理论实验验证时发现小角散射与实验不符这说明： []
A. 原子不一定存在核式结构 B. 散射物太厚
C. 卢瑟福理论是错误的 D. 小角散射时一次散射理论不成立
- (4). 用相同能量的 α 粒子束和质子束分别与金箔正碰，测量金原子核半径的上限。问用质子束所得结果是用 α 粒子束所得结果的几倍？ []
A. $1/4$ B. $1/2$ C. 4 D. 2
- (5). 若氢原子被激发到主量子数为 n 的能级,当产生能级跃迁时可能发生的所有谱线总条数应为： []
A. $n-1$ B. $n(n-1)/2$ C. $n(n+1)/2$ D. n
- (6). 氢原子基态的电离电势和第一激发电势分别是： []
A. 13.6V 和 10.2V ; B. -13.6V 和 -10.2V ;
C. 13.6V 和 3.4V ; D. -13.6V 和 -3.4V
- (7). 根据玻尔理论,若将氢原子激发到 $n=5$ 的状态,则： []
A. 可能出现 10 条谱线，分别属四个线系
B. 可能出现 9 条谱线，分别属 3 个线系
C. 可能出现 11 条谱线，分别属 5 个线系
D. 可能出现 1 条谱线，属赖曼系
- (8). 氢原子被激发后其电子处在第四轨道上运动,按照玻尔理论在观测时间内最多能看到几条线？ []
A. 1 B. 6 C. 4 D. 3
- (9). 按照玻尔理论基态氢原子中电子绕核运动的线速度约为光速的： []
A. $1/10$ 倍 B. $1/100$ 倍 C. $1/137$ 倍 D. $1/237$ 倍
- (10). 已知一对正负电子绕其共同的质心转动会暂时形成类似于氢原子的结构的“电子偶素”那么该“电子偶素”由第一激发态向基态跃迁时发射光谱线的波长应为： []
A. $3R_\infty/8$ B. $3R_\infty/4$ C. $8/3R_\infty$ D. $4/3R_\infty$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/106152212154011042>