

一 选择题 (共48分)

1. (本题 3分)(0507)

已知用光照的办法将氢原子基态的电子电离, 可用的最长波长的光是 913 \AA 的紫外光, 那么氢原子从各受激态跃迁至基态的赖曼系光谱的波长可表示为:

- (A) $\lambda = 913 \frac{n-1}{n+1} \text{ \AA}$. (B) $\lambda = 913 \frac{n+1}{n-1} \text{ \AA}$.
(C) $\lambda = 913 \frac{n^2+1}{n^2-1} \text{ \AA}$. (D) $\lambda = 913 \frac{n^2}{n^2-1} \text{ \AA}$. []

2. (本题 3分)(4190)

要使处于基态的氢原子受激发后能发射赖曼系(由激发态跃迁到基态发射的各谱线组成的谱线系)的最长波长的谱线, 至少应向基态氢原子提供的能量是

- (A) 1.5 eV . (B) 3.4 eV .
(C) 10.2 eV . (D) 13.6 eV . []

3. (本题 3分)(4194)

根据玻尔的理论, 氢原子在 $n = 5$ 轨道上的动量矩与在第一激发态的轨道动量矩之比为

- (A) $5/4$. (B) $5/3$.
(C) $5/2$. (D) 5 . []

4. (本题 3分)(4195)

氢原子光谱的巴耳末线系中谱线最小波长与最大波长之比为

- (A) $7/9$. (B) $5/9$.
(C) $4/9$. (D) $2/9$. []

5. (本题 3分)(4195)

氢原子光谱的巴耳末线系中谱线最小波长与最大波长之比为

- (A) $7/9$. (B) $5/9$.
(C) $4/9$. (D) $2/9$. []

6. (本题 3分)(4197)

由氢原子理论知, 当大量氢原子处于 $n = 3$ 的激发态时, 原子跃迁将发出:

- (A) 一种波长的光. (B) 两种波长的光.
(C) 三种波长的光. (D) 连续光谱. []

7. (本题 3分)(4198)

根据玻尔理论, 氢原子中的电子在 $n = 4$ 的轨道上运动的动能与在基态的轨道上运动的动能之比为

- (A) $1/4$. (B) $1/8$.
(C) $1/16$. (D) $1/32$. []

8. (本题 3分)(4199)

根据玻尔氢原子理论, 氢原子中的电子在第一和第三轨道上运动时速度大小之比 v_1/v_3 是

- (A) $1/9$. (B) $1/3$.
(C) 3 . (D) 9 . []

9. (本题 3分)(4239)

假定氢原子原是静止的, 则氢原子从 $n = 3$ 的激发状态直接通过辐射跃迁到基态时的反冲速度大约是

- (A) 4 m/s. (B) 10 m/s .
(C) 100 m/s . (D) 400 m/s . []
(氢原子的质量 $m = 1.67 \times 10^{-27}$ kg)

10. (本题 3分)(4411)

氢原子光谱的巴耳末系中波长最大的谱线用 λ_1 表示, 其次波长用 λ_2 表示, 则它们的比值 λ_1/λ_2 为:

- (A) 20/27. (B) 9/8.
(C) 27/20. (D) 16/9. []

11. (本题 3分)(4619)

按照玻尔理论, 电子绕核作圆周运动时, 电子的动量矩 L 的可能值为

- (A) 任意值. (B) nh , $n = 1, 2, 3, \dots$
(C) $2\pi nh$, $n = 1, 2, 3, \dots$ (D) $nh/(2\pi)$, $n = 1, 2, 3, \dots$ []

12. (本题 3分)(4622)

具有下列哪一能量的光子, 能被处在 $n = 2$ 的能级的氢原子吸收?

- (A) 1.51 eV. (B) 1.89 eV.
(C) 2.16 eV. (D) 2.40 eV. []

13. (本题 3分)(4747)

若用里德伯常量 R 表示氢原子光谱的最短波长, 则可写成

- (A) $\lambda_{\min} = 1 / R$. (B) $\lambda_{\min} = 2 / R$.
(C) $\lambda_{\min} = 3 / R$. (D) $\lambda_{\min} = 4 / R$. []

14. (本题 3分)(4748)

已知氢原子从基态激发到某一定态所需能量为 10.19 eV, 当氢原子从能量为 -0.85 eV 的状态跃迁到上述定态时, 所发射的光子的能量为

- (A) 2.56 eV. (B) 3.41 eV.
(C) 4.25 eV. (D) 9.95 eV. []

15. (本题 3分)(4749)

要使处于基态的氢原子受激后可辐射出可见光谱线, 最少应供给氢原子的能量为

- (A) 12.09 eV. (B) 10.20 eV.
(C) 1.89 eV. (D) 1.51 eV. []

16. (本题 3分)(4750)

在气体放电管中, 用能量为 12.1 eV 的电子去轰击处于基态的氢原子, 此时氢原子所能发射的光子的能量只能是

- (A) 12.1 eV. (B) 10.2 eV.
(C) 12.1 eV, 10.2 eV 和 1.9 eV. (D) 12.1 eV, 10.2 eV 和 3.4 eV. []

二 填空题 (共101分)

17. (本题 4分)(0514)

在玻尔氢原子理论中势能为负值,而且数值比动能大,所以总能量为_____

值,并且只能取_____值.

18. (本题 4分)(4191)

在氢原子发射光谱的巴耳末线系中有一频率为 $6.15 \times 10^{14} \text{ Hz}$ 的谱线,它是

氢原子从能级 $E_n = \underline{\hspace{2cm}}$ eV 跃迁到能级 $E_k = \underline{\hspace{2cm}}$ eV 而发出的.

(普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 基本电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$)

19. (本题 4分)(4192)

在氢原子光谱中,赖曼系(由各激发态跃迁到基态所发射的各谱线组成的谱

线系)的最短波长的谱线所对应的光子能量为_____eV; 巴耳末系的最

短波长的谱线所对应的光子的能量为_____eV.

(里德伯常量 $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$,

普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$,

真空中光速 $c = 3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)

20. (本题 4分)(4196)

氢原子基态的电离能是 _____eV. 电离能为+0.544 eV 的激发态

氢原子,其电子处在 $n = \underline{\hspace{2cm}}$ 的轨道上运动.

21. (本题 4分)(4200)

设大量氢原子处于 $n = 4$ 的激发态,它们跃迁时发射出一簇光谱线. 这簇光

谱线最多可能有 _____ 条,其中最短的波长是 _____ \AA

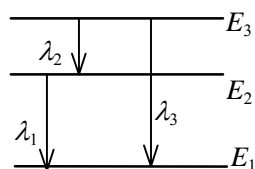
(普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)

22. (本题 4分)(4201)

图示被激发的氢原子跃迁到低能级时(图中 E_1 不是基态能级),可发出波长为 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 的辐射,其频率 ν_1 、 ν_2

和 ν_3 满足关系式_____;

三个波长满足关系式_____.



23. (本题 4分)(4423)

玻尔的氢原子理论中提出的关于_____和
_____的假设在现代的量子力学理论中仍然是
两个重要的基本概念.

24. (本题 3分)(4424)

欲使氢原子发射赖曼系(由各激发态跃迁到基态所发射的谱线构成) 中波长
为 1216 \AA 的谱线, 应传给基态氢原子的最小能量是_____eV.
(普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 基本电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$)

25. (本题 5分)(4513)

玻尔的氢原子理论的三个基本假设是:

- (1)_____,
- (2)_____,
- (3)_____.

26. (本题 3分)(4517)

欲使氢原子能发射巴耳末系中波长为 4861.3 \AA 的谱线, 最少要给基态氢原
子提供_____eV 的能量.
(里德伯常量 $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$)

27. (本题 3分)(4518)

欲使氢原子能发射巴耳末系中波长为 6562.8 \AA 的谱线, 最少要给基态氢原
子提供_____eV 的能量.
(里德伯常量 $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$)

28. (本题 3分)(4620)

按照玻尔理论, 移去处于基态的 He^+ 中的电子所需能量为_____eV.

29. (本题 3分)(4623)

氢原子中电子从 $n = 3$ 的激发态被电离出去, 需要的能量为_____eV.

30. (本题 3分)(4624)

氢原子由定态 l 跃迁到定态 k 可发射一个光子. 已知定态 l 的电离能为 0.85 eV , 又知从基态使氢原子激发到定态 k 所需能量为 10.2 eV , 则在上述跃迁中氢
原子所发射的光子的能量为_____eV.

31. (本题 3分)(4751)

玻尔氢原子理论中的定态假设的内容是：_____

32. (本题 3分)(4752)

玻尔氢原子理论的基本假设之一是定态跃迁的频率条件，其内容表述如下：

33. (本题 3分)(4753)

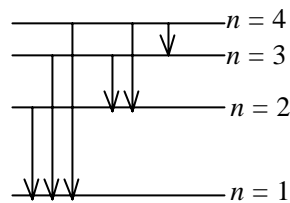
玻尔氢原子理论的基本假设之一是电子轨道动量矩的量子化条件，其内容可表述如下：_____

34. (本题 4分)(4754)

氢原子的部分能级跃迁示意图如图。在这些能级跃迁中，

(1) 从 $n = \underline{\quad\quad}$ 的能级跃迁到 $n = \underline{\quad\quad}$ 的能级时所发射的光子的波长最短；

(2) 从 $n = \underline{\quad\quad}$ 的能级跃迁到 $n = \underline{\quad\quad}$ 的能级时所发射的光子的频率最小。



35. (本题 4分)(4755)

被激发到 $n = 3$ 的状态的氢原子气体发出的辐射中，有 _____ 条可见光谱线和 _____ 条非可见光谱线。

36. (本题 4分)(4756)

氢原子从能量为 -0.85 eV 的状态跃迁到能量为 -3.4 eV 的状态时，所发射的光子能量是 _____ eV ，这是电子从 $n = \underline{\quad\quad}$ 的能级到 $n = 2$ 的能级的跃迁。

37. (本题 3分)(4757)

当氢原子从某初始状态跃迁到激发能(从基态到激发态所需的能量)为 10.19 eV 的激发态上时, 发出一个波长为 4860 Å 的光子, 则初始状态氢原子的能量是 _____ eV.

38. (本题 3分)(4758)

要使处于基态的氢原子受激发后能辐射氢原子光谱中波长最短的光谱线, 最少需向氢原子提供 _____ eV 的能量.

39. (本题 3分)(4759)

已知基态氢原子的能量为 -13.6 eV, 当基态氢原子被 12.09 eV 的光子激发后, 其电子的轨道半径将增加到玻尔半径的 _____ 倍.

40. (本题 3分)(4760)

当一个质子俘获一个动能 $E_k = 13.6 \text{ eV}$ 的自由电子组成一个基态氢原子时, 所发出的单色光频率是 _____. (基态氢原子的能量为 -13.6 eV, 普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)

41. (本题 3分)(4761)

使氢原子中电子从 $n = 3$ 的状态电离, 至少需要供给的能量为 _____ eV (已知基态氢原子的电离能为 13.6 eV).

42. (本题 3分)(4762)

在氢原子光谱的巴耳末系中, 波长最长的谱线和波长最短的谱线的波长比值是 _____.

43. (本题 3分)(4763)

在氢原子光谱的巴耳末系中, 波长最长的谱线 H_α 和相邻的谱线 H_β 的波长比值是 _____.

44. (本题 4分)(4765)

处于基态的氢原子吸收了 13.06 eV 的能量后, 可激发到 $n =$ _____ 的能级, 当它跃迁回到基态时, 可能辐射的光谱线有 _____ 条.

45. (本题 4分)(5369)

根据氢原子理论, 若大量氢原子处于主量子数 $n = 5$ 的激发态, 则跃迁辐射的谱线可以有 _____ 条, 其中属于巴耳末系的谱线有 _____ 条.

三 计算题 (共113分)

46. (本题 8分)(0316)

组成某双原子气体分子的两个原子的质量均为 m , 间隔为一固定值 d , 并绕通过 d 的中点而垂直于 d 的轴旋转, 假设角动量是量子化的, 并符合玻尔量子化条件. 试求: (1) 可能的角速度; (2) 可能的量子化的转动动能.

47. (本题 5分)(0521)

实验发现基态氢原子可吸收能量为 12.75 eV 的光子.

- (1) 试问氢原子吸收该光子后将被激发到哪个能级?
- (2) 受激发的氢原子向低能级跃迁时, 可能发出哪几条谱线? 请画出能级图(定性), 并将这些跃迁画在能级图上.

48. (本题 10分)(0532)

已知氢光谱的某一线系的极限波长为 3647 \AA , 其中有一谱线波长为 6565 \AA . 试由玻尔氢原子理论, 求与该波长相应的始态与终态能级的能量.

$$(R=1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1})$$

49. (本题 5分)(0537)

在氢原子中, 电子从某能级跃迁到量子数为 n 的能级, 这时轨道半径改变 q 倍, 求发射的光子的频率.

50. (本题 10分)(0538)

根据玻尔理论

- (1) 计算氢原子中电子在量子数为 n 的轨道上作圆周运动的频率;
- (2) 计算当该电子跃迁到 $(n-1)$ 的轨道上时所发出的光子的频率;
- (3) 证明当 n 很大时, 上述(1)和(2)结果近似相等.

51. (本题 10分)(0570)

氢原子激发态的平均寿命约为 10^{-8} s , 假设氢原子处于激发态时, 电子作圆轨道运动, 试求出处于量子数 $n=5$ 状态的电子在它跃迁到基态之前绕核转了多少圈. ($m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$, $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$,

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2})$$

52. (本题 12分)(4202)

氢原子光谱的巴耳末线系中, 有一光谱线的波长为 4340 \AA , 试求:

- (1) 与这一谱线相应的光子能量为多少电子伏特?
 - (2) 该谱线是氢原子由能级 E_n 跃迁到能级 E_k 产生的, n 和 k 各为多少?
 - (3) 最高能级为 E_5 的大量氢原子, 最多可以发射几个线系, 共几条谱线?
- 请在氢原子能级图中表示出来, 并说明波长最短的是哪一条谱线.

53. (本题 5分)(4412)

处于基态的氢原子被外来单色光激发后发出的光仅有三条谱线, 问此外来光的频率为多少? (里德伯常量 $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$)

54. (本题 5分)(4413)

试求氢原子线系极限的波数表达式及赖曼系(由各激发态跃迁到基态所发射的谱线构成)、巴耳末系、帕邢系(由各高能激发态跃迁到 $n=3$ 的定态所发射的谱线构成)的线系极限的波数. (里德伯常量 $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$)

55. (本题 5分)(4414)

处于第一激发态的氢原子被外来单色光激发后, 发射的光谱中, 仅观察到三条巴耳末系光谱线. 试求这三条光谱线中波长最长的那条谱线的波长以及外来光的频率. (里德伯常量 $R=1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$)

56. (本题 5分)(4519)

已知氢原子中电子的最小轨道半径为 $5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$, 求它绕核运动的速度是多少?

(普朗克常量 $h=6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 电子静止质量 $m_e=9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

57. (本题 5分)(4520)

试估计处于基态的氢原子被能量为 12.09 eV 的光子激发时, 其电子的轨道半径增加多少倍?

58. (本题 5分)(4547)

已知电子在垂直于均匀磁场 \vec{B} 的平面内运动, 设电子的运动满足玻尔量子化条件, 求电子轨道的半径 $r_n=?$

59. (本题 8分)(4767)

当氢原子从某初始状态跃迁到激发能(从基态到激发态所需的能量)为 $\Delta E = 10.19 \text{ eV}$ 的状态时, 发射出光子的波长是 $\lambda=4860 \text{ \AA}$, 试求该初始状态的能量和主量子数. (普朗克常量 $h=6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $1 \text{ eV}=1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$)

60. (本题 5分)(4768)

用某频率的单色光照射基态氢原子气体, 使气体发射出三种频率的谱线, 试求原照射单色光的频率.

(普朗克常量 $h=6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $1 \text{ eV}=1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$)

61. (本题 5分)(5238)

已知氢原子光谱中有一条谱线的波长是 $\lambda=1025.7 \text{ \AA}$, 氢原子的里德伯常量 $R=109677 \text{ cm}^{-1}$. 问: 跃迁发生在哪两个能级之间?

62. (本题 5分)(5370)

若处于基态的氢原子吸收了一个能量为 $h\nu=15 \text{ eV}$ 的光子后其电子成为自由电子(电子的质量 $m_e=9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$), 求该自由电子的速度 v .

四 理论推导与证明题 (共35分)

63. (本题 10分)(4193)

设氢原子光谱的巴耳末系中第一条谱线(H_α)的波长为 λ_α , 第二条谱线(H_β)的波长为 λ_β , 试证明: 帕邢系(由各高能态跃迁到主量子数为 3 的定态所发射的各谱线组成的谱线系)中的第一条谱线的波长为

$$\lambda = \frac{\lambda_\alpha \lambda_\beta}{\lambda_\alpha - \lambda_\beta}$$

64. (本题 5分)(4417)

测得氢原子光谱中的某一谱线系的极限波长为 $\lambda_k=364.7 \text{ nm}$. ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 试推证此谱线系为巴耳末系. (里德伯常量 $R=1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$)

65. (本题 5分)(4426)

试用玻尔理论推导氢原子在稳定态中的轨道半径.

66. (本题 5分)(4427)

试根据玻尔关于氢原子结构的基本假说, 推导里德伯常量的理论表达式.

(氢原子能级公式: $E_n = -\frac{1}{n^2} \cdot \frac{m_e e^4}{8\varepsilon_0^2 h^2}$)

67. (本题 10分)(4444)

质量为 m 的卫星, 在半径为 r 的轨道上环绕地球运动, 线速度为 v .

(1) 假定玻尔氢原子理论中关于轨道角动量的条件对于地球卫星同样成立. 证明地球卫星的轨道半径与量子数的平方成正比, 即 $r = kn^2$ (k 是比例常数).

(2) 应用(1)的结果求卫星轨道和它的下一个“容许”轨道间的距离. 由此进一步说明在宏观问题中轨道半径实际上可认为是连续变化的 (利用以下数据作估算: 普朗克常量 $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 地球质量 $M = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$, 地球半径 $R = 6.4 \times 10^6 \text{ km}$, 万有引力常数 $G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$).

五 回答问题 (共15分)

68. (本题 5分)(4220)

解释玻尔原子理论中的下列概念:

定态; 基态; 激发态; 量子化条件.

69. (本题 5分)(4418)

氢原子发射一条波长为 $\lambda = 4340 \text{ \AA}$ 的光谱线. 试问该谱线属于哪一谱线系?

氢原子是从哪个能级跃迁到哪个能级辐射出该光谱线的?

(里德伯常量 $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$)

70. (本题 5分)(4769)

玻尔氢原子理论的成功和局限性是什么?