

题目部分, (卷面共有 54 题,100.0 分,各大题标有题量和总分)

一、填空题(54 小题,共 100.0 分)

1. (3 分)根据爱因斯坦的光电理论, 每个光子 (其频率为 γ , 波长为 $\lambda = c/\gamma$) 的能量

$E =$ _____, 动量 $p =$ _____, 质量 $m =$ _____。

2. (2 分)在康普顿效应中, 波长的偏移 $\Delta\lambda$ 仅与 _____ 有关, 而与 _____ 无关。

3. (1 分)电子经电场加速, 加速电势差为 150V (不考虑相对论效应), 其德布罗意波长为 $\lambda =$ _____。

4. (2 分)海森堡不确定度关系的数学表达式为 _____, 今有一电子的位置处于 $x - x + \Delta x$ 之间, 若其位置不确定量为 $\Delta x = 5 \times 10^{-11} \text{ m}$, 则其速度不确定量 Δv_x 的数量级为 _____ (SI)

5. (1 分)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 91.3 nm 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: _____。

6. (2 分)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 _____。

7. (2 分)在康普顿效应实验中, 若散射光波长是入射光波长的 1.2 倍, 则散射光光子能量 ε 与反冲电子动能 E_K 之比 ε/E_K 为 _____。

8. (2 分)在 X 射线散射实验中, 若散射光波长是入射光波长的 1.2 倍, 则入射光光子能量 ε_0 与散射光光子能量 ε 之比 $\varepsilon_0/\varepsilon$ 为 _____。

9. (2 分)光子能量为 0.5 MeV 的 X 射线, 入射到某种物质上而发生康普顿散射. 若反冲电子的能量为 0.1 MeV, 则散射光波长的改变量 $\Delta\lambda$ 与入射光波长 λ_0 之比为 _____。

10. (3 分)已知氢原子从基态激发到某一定态所需能量为 10.19 eV, 若氢原子从能量为 -0.85 eV 的状态跃迁到上述定态时, 所发射的光子的能量为 _____。

11. (2 分)若用里德伯恒量 R 表示氢原子光谱的最短波长, 则可写成 _____。

12. (1 分)金属的光电效应的红限依赖于 _____。

13. (2 分)用频率为 ν 的单色光照射某种金属时, 逸出光电子的最大动能为 E_K ; 若改用频率为 2ν 的单色光照射此种金属时, 则逸出光电子的最大动能为 _____。

14. (3 分)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 _____ m/s。

15. (3 分)若 α 粒子 (电量为 $2e$) 在磁感应强度为 B 均匀磁场中沿半径为 R 的圆形轨道运

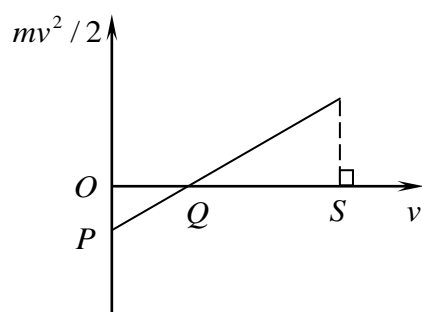
动，则 α 粒子的德布罗意波长是 _____。

16. (2 分)电子显微镜中的电子从静止开始通过电势差为 U 的静电场加速后，其德布罗意波长是 0.04nm ，则 U 约为 _____。

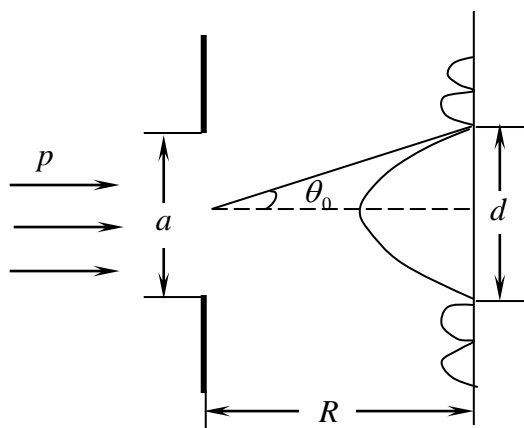
17. (3 分)在均匀磁场 B 内放置一极薄的金属片，其红限波长为 λ_0 。今用单色光照射，发现有电子放出，放出的电子（质量为 m ，电量的绝对值为 e ）在垂直于磁场的平面内作半径为 R 的圆周运动，那末此照射光光子的能量是_____。

18. (2 分)设氢原子的动能等于氢原子处于温度为 T 的热平衡状态时的平均动能，氢原子的质量为 m ，那么此氢原子的德布罗意波长为 _____。

19. (2 分)光电效应中发射的光电子初动能随入射光频率 ν 的变化关系如图所示。由图中的_____可以直接求出普朗克常量。



20. (3 分)一束动量为 p 的电子，通过缝宽为 a 的狭缝，在距离狭缝为 R 处放置一荧光屏，如图所示，屏上衍射图样中央最大的宽度 d 等于 _____。



21. (1 分)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_____。

22. (2 分)在康普顿散射中，如果设反冲电子的速度为光速的 60%，则因散射使电子获得的能量是其静止能量的_____倍。

23. (2 分)若外来单色光把氢原子激发至第三激发态，则当氢原子跃迁回低能态时，可发

出的可见光光谱线的条数是_____。

24. (2分)以下一些材料的功函数(逸出功)为

铍—3.9 eV

钪—5.0 eV;

铯—1.9 eV;

钨—4.5 eV

今要制造能在可见光(频率范围为 $3.9 \times 10^{14} \text{ Hz} \sim 7.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$)下工作的光电管,在这些材料中应选_____。

25. (3分)某金属产生光电效应的红限波长为 λ_0 ,今以波长为 λ ($\lambda < \lambda_0$)的单色光照射该金属,金属释放出的电子(质量为 m_e)的动量大小为_____。

26. (2分)波长 $\lambda = 500 \text{ nm}$ 的光沿 x 轴正向传播,若光的波长的不确定量 $\Delta\lambda = 10^{-3} \text{ nm}$,则利用不确定关系式 $\Delta x \Delta P_x \geq h$ 可得光子的 x 坐标的不确定量至少为_____ c m.

27. (2分)根据玻尔氢原子理论,巴耳末线系中谱线最小波长与最大波长之比为_____。

28. (1分)已知某单色光照射到一金属表面产生了光电效应,若此金属的逸出电势是 U_0 (使电子从金属逸出需作功 eU_0),则此单色光的波长 λ 必须满足_____。

29. (2分)已知一单色光照射在钠表面上,测得光电子的最大动能是 1.2 eV ,而钠的红限波长是 540 nm ,那么入射光的波长是_____。

30. (2分)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_____。

31. (2分)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_____。

32. (2分)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_____。

33. (3分)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_____。

34. (1分)在电子单缝衍射实验中,若缝宽为 $a = 0.1 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$),电子束垂直射在单缝上,则衍射的电子横向动量的最小不确定量

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

35. (2分)已知某金属的逸出功为 A ,用频率为 ν_1 的光照射该金属能产生光电效应,则该金

属的红限频率 $\nu_0 =$ _____, $\nu_1 > \nu_0$, 则遏止电势差 $|U_a|$
= _____。

36. (1 分) 德布罗意波的波函数与经典波的波函数的本质区别是 _____。

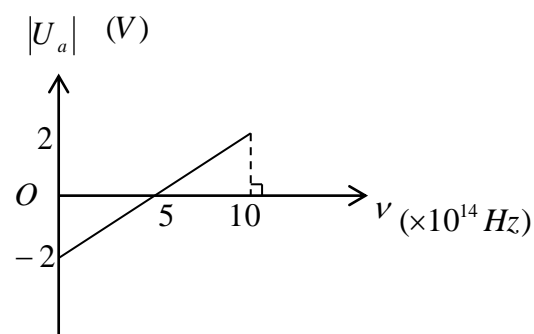
37. (3 分) 分别以频率为 ν_1 和 ν_2 的单色光照射某一光电管。若 $\nu_1 > \nu_2$ (均大于红限频率 ν_0), 则当两种频率的入射光的光强相同时, 所产生的光电子的最大初动能 E_1 _____ E_2 为阻止光电子到达阳极, 所加的遏止电压 $|U_{01}|$ _____ $|U_{02}|$; 所产生的饱和光电流 I_{s1} _____ I_{s2} 。

(用 > 或 = 或 < 填入)

38. (1 分) 如果电子被限制在边界 x 与 $x + \Delta x$ 之间, $\Delta x = 0.5 \text{ nm}$, 则电子动量 x 分量的不确定量近似地为 _____ $\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}$ 。

(不确定关系式 $\Delta x \cdot \Delta P_x \geq \hbar$, 普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)

39. (2 分) 在光电效应实验中, 测得某金属的遏止电压 $|U_a|$ 与入射光频率 ν 的关系曲线如图所示, 由此可知该金属的红限频率 $\nu_0 =$ _____ Hz ; 逸出功 $A =$ _____ eV 。



40. (1 分) λ 射至阴极上的光, 其波长从 400 nm 变至 300 nm , 则发射出的光电子的遏止电压变化为 _____ V 。

41. (1 分) 波长为 $3 \times 10^{-3} \text{ nm}$ 的光子与静止的电子发生碰撞, 碰撞后反冲电子的速率为 $0.6c$ 。

将电子的康普顿波长记为 $\lambda_c = \frac{h}{m_0 c} = 2.43 \times 10^{-3} \text{ nm}$, 则散射光子的波长 $\lambda' =$ _____;

42. (2 分) 某光电管阴极对于 $\lambda = 491 \text{ nm}$ 的入射光, 发射电子的遏止电压为 0.71 V , 当入射光的波长为 _____ nm 时, 其遏止电压变为 1.43 V 。

43. (1 分) 如果电子被限制在边界 x 与 $x + \Delta x$ 之间, $\Delta x = 0.05 \text{ nm}$, 则电子动量 x 方向分量的不确定量近似地为 _____ $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}$ 。(不确定关系式 $\Delta x \cdot \Delta P_x \geq \hbar$, 普朗克

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

44. (1 分)欲使氢原子能发射巴耳末系中波长为 486.13 nm 的谱线,最少要给基态氢原子提供

_____eV 的能量。(里德伯常量 $R = 1.096776 \times 10^7\text{ m}^{-1}$)

45. (2 分)在康普顿散射中,当出射光子方向与入射光子方向成夹角 $\theta =$ _____时,光子的频率减少得最多;当 $\theta =$ _____时,光子的频率保持不变。

46. (2 分)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 $h = 6.63 \times 10^{-34}\text{ J} \cdot \text{s}$,

$1\text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19}\text{ J}$,真空中光速 $c = 3 \times 10^8\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)。

47. (2 分)当波长为 300 nm 的光照射到某金属表面时,光电子的能量范围从 0 到 $4.0 \times 10^{-19}\text{ J}$ 。

在作上述光电效应实验时,遏止电压为 $|U_a| =$ _____V;此金属的红限频率 $\nu_0 =$ _____Hz。

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

48. (1 分)用氢原子玻尔半径 R_1 、电子电量绝对值 e 及真空中介电常数 ϵ_0 表述氢原子的结合能 $\Delta E =$ _____。

49. (1 分)按玻尔理论,当电子轰击基态氢原子时,如果仅产生一条光谱线,则该电子的能量范围是_____。

50. (1 分)在一次康普顿散射中,入射光传递给电子的最大能量为 E_K ,电子的静止质量为 m_0 ,则入射光的能量为_____。

51. (1 分)康普顿散射中若令 $\lambda_0 = \frac{h}{m_0 c}$ (λ_0 为电子的康普顿波长, m_0 为电子的静止质量),

当电子的反冲动能等于它的静止能量时,其德布罗意波长是 $\lambda =$ _____ λ_0 。

52. (2 分) α 粒子在磁感应强度为 $B = 0.025\text{ T}$ 的均匀磁场中沿半径为 $R = 0.83\text{ cm}$ 的圆形轨道运动,则其德布罗意波长为_____。

53. (1 分)已知中子的质量是 $m = 1.67 \times 10^{-27}\text{ kg}$,当中子的动能等于温度为 $T = 300\text{ K}$ 的热平衡中子气体的平均动能时,其德布罗意波长为_____。

54. (2 分)能量为 62 keV 的 X 射线与物质中的电子发生康普顿散射,则在入射线成 180° 角的方向上所散射的 X 射线的波长是_____nm,电子获得的反冲动能是_____eV。(已

知电子的康普顿波长 $\lambda_c = \frac{h}{m_0 c} = 2.43 \times 10^{-12}\text{ m}$ 。

=====答案=====

答案部分, (卷面共有 54 题,100.0 分,各大题标有题量和总分)

一、填空题(54 小题,共 100.0 分)

1. (3 分)[答案]

$$E = h\nu \quad p = \frac{h}{\lambda} \quad m = \frac{h\nu}{c^2}$$

2. (2 分)[答案]

散射角 θ 入射光波长与散射物质

3. (1 分)[答案]

$$\lambda = \frac{h}{m_0\nu} = 1 \times 10^{-10} \text{ m}$$

4. (2 分)[答案]

$$\Delta x \Delta p_x \geq h; \Delta y \Delta p_y \geq h; \Delta z \Delta p_z \geq h \quad 1.5 \times 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

5. (1 分)[答案]

$$\lambda = 91.3 \frac{n^2}{n^2 - 1} \text{ nm}.$$

6. (2 分)[答案]

$$12.09 \text{ eV}.$$

7. (2 分)[答案]

$$5.$$

8. (2 分)[答案]

$$1.2.$$

9. (2 分)[答案]

$$0.25.$$

10. (3 分)[答案]

$$2.56 \text{ eV}.$$

11. (2 分)[答案]

$$\lambda_{\min} = 1/R.$$

12. (1 分)[答案]

金属的逸出功.

13. (2 分)[答案]

$$h\nu + E_K.$$

14. (3 分)[答案]

$$4\text{m} / \text{s}.$$

15. (3 分)[答案]

$$h/(2eRB).$$

^^

16. (2 分)[答案]

$$940\text{V}.$$

17. (3 分)[答案]

$$\frac{hc}{\lambda_0} + \frac{(eRB)^2}{2m}.$$

18. (2 分)[答案]

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{3mkT}}.$$

19. (2 分)[答案]

$$OP/OQ$$

20. (3 分)[答案]

$$2Rh/(ap).$$

21. (1 分)[答案]

$$27/20.$$

22. (2 分)[答案]

$$0.25 \text{ 倍}.$$

23. (2 分)[答案]

$$2.$$

24. (2 分)[答案]

铯.

25. (3 分)[答案]

$$\sqrt{\frac{2m_e hc(\lambda_0 - \lambda)}{\lambda \lambda_0}}.$$

26. (2 分)[答案]

250 c m.

27. (2 分)[答案]

5/9.

28. (1 分)[答案]

$$\lambda \leq hc/(eU_0).$$

29. (2 分)[答案]

3550 nm.

30. (2 分)[答案]

5/2.

31. (2 分)[答案]

1/16.

32. (2 分)[答案]

3.

33. (3 分)[答案]

10.2eV.

34. (1 分)[答案]

1.06×10^{-24} 或 6.63×10^{-24}

35. (2 分)[答案]

$A/h \quad (h/e) (\nu_1 - \nu_0)$

36. (1 分)[答案]

德布罗意波是几率波,波函数不表示某实在物理量在空间的波动,其振幅无实在的物理意义。

37. (3 分)[答案]

$>: \quad >: \quad <:$

38. (1 分)[答案]

1.33×10^{-23}

39. (2 分)[答案]

$5 \times 10^{14} \quad 2$

40. (1 分)[答案]

1.04V

41. (1 分)[答案]

$4.35 \times 10^{-3} \text{nm}$

42. (2 分)[答案]

324nm

43. (1 分)[答案]

1.33×10^{-23}

44. (1 分)[答案]

12.75eV

45. (2 分)[答案]

$\pi, 0$

46. (2 分)[答案]

13.6eV, 3.4eV

47. (2 分)[答案]

2.5V, $3.97 \times 10^{14} \text{Hz}$

48. (1 分)[答案]

$$\frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 R_1}$$

49. (1 分)[答案]

$10.2 \text{eV} \leq E < 12.09 \text{eV}$

50. (1 分)[答案]

$$\frac{E_k}{2} (1 + \sqrt{2m_0 C^2 / E_k})$$

51. (1 分)[答案]

$$\frac{1}{\sqrt{3}}$$

52. (2 分)[答案]

0.207nm

53. (1 分)[答案]

0.146nm

54. (2 分)[答案]

2.48nm, $12 \times 10^3 \text{eV}$