**《大学物理II》作业 No.06 光的量子理论 （C卷）**

**班级 \_\_\_\_\_\_\_\_ 学号 \_\_\_\_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 成绩 \_\_\_\_\_\_\_**

**一、选择题(8小题）**

1、下列说法不正确的是 [ **C** ]

(A)夫兰克-赫兹实验证实了原子定态能级的存在；

(B)普朗克由黑体辐射实验提出了能量的量子化；

(C)波尔理论成功解释了所有原子的光谱；

(D)爱因斯坦提出了光子理论，并成功解释了光电效应现象。

**解：**《大学物理学》下册第二版（张晓 王莉 主编）141页。波尔理论还不能解释比氢原子稍微复杂一点的氦原子和碱金属原子的光谱，对光谱的强度、宽度、偏振等问题也无能为力。所以，C的描述不正确。 故选**C**。

2、康普顿效应的主要特点是[ **D**  ]

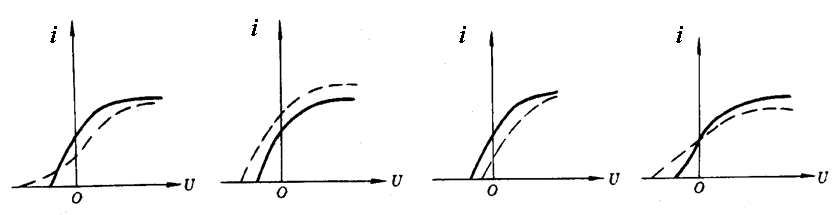
(A) 散射光的波长均比入射光的波长短，且随散射角增大而减小，但与散射物质无关；

(B) 散射光的波长均与入射光的波长相同，与散射角、散射物质无关；

(C) 散射光中既有与入射光波长相同的，也有比入射光波长长的和比入射光波长短的，这与 散射物质有关；

(D) 散射光中有些波长与入射光波长相同，有些波长比入射光的波长长，且波长的增长量随散射角增大而增大，这些都与散射物质无关。

**解：**由康普顿效应的实验规律可知 (D)的描述是正确的。 故选 **D**

3、以一定频率的单色光照射在某种金属上，测出其光电流曲线如图中实线所示。然后在光强不变的情况下，增大照射光的频率，测出其光电流曲线如图中虚线所示，不计转换效率与频率的关系，下列哪一个图是正确的？[ **D** ]

(A) (B) (C) (D)

**解：**光的强度*I=Nhv*, 其中*N*为单位时间内通过垂直于光线的单位面积的光子数。保持光强不变，频率*v*增大，则光子数*N*减小，光电子数也随之减少，饱和电流*i*也减小。再根据光电效应方程：，逸出功不变，频率*v*增大，截止电压的绝对值也增大。 故选**D**

4、 一束X射线打在碳靶上，检测器测得最大康普顿移位发生在：[ **B** ]

(A) 入射线方向 (B) 入射线相反方向

(C) 与入射线成方向 (D) 与入射线成方向

**解**：由康普顿散射公式 可知，当时， 取最大值，波长增长量最大。 故选**B**

5、 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，那么入射光的波长是[ A ]

(A)  (B)  (C)  (D) 

**解**：由光电效应方程，可得入射光波长



故选A

6、 在均匀磁场*B*内放置一极薄的金属片，其红限波长为**。今用单色光照射，发现有电子逸出，有些逸出的电子(质量为*m*，电荷的绝对值为*e*)在垂直于磁场的平面内作半径为*R*的圆周运动，那么此照射光光子的能量是： [ **B** ]

(A)  (B) 

(C)  (D) 

**解：**在垂直于磁场的平面内作半径为*R*的圆周运动的电子速度满足

由光电效应方程  可得

此照射光光子的能量  故选**B**

7、按照原子的量子理论，原子可以通过自发辐射和受激辐射两种方式发光，它们的发光特点是：[ **B** ]

(A) 两个原子自发辐射的同频率的光是相干的，原子受激辐射的光与入射光是不相干的；

(B) 两个原子自发辐射的同频率的光是不相干的，原子受激辐射的光与入射光是相干的；

(C) 两个原子自发辐射的同频率的光是不相干的，原子受激辐射的光与入射光是不相干的；

(D) 两个原子自发辐射的同频率的光是相干的，原子受激辐射的光与入射光是相干的。

**解：**按照原子量子理论：原子自发辐射和受激辐射产生的光的特点应是B。 故选**B**

8、 氢原子从能量为-0.85 eV的状态跃迁到激发能(从基态到激发态所需的能量)为10.19 eV的状态时，所发射的光子的能量为 [ A ]

(A) 2.56 eV (B) 3.41 eV (C) 4.25 eV (D) 9.95 eV

**解：**激发态的能量

发射光子的能量为 故选**A**

**二、判断题（8小题）**

**[ F ] 1、**平衡热辐射是指物体既不吸收其他物体的辐射能，也不向外辐射能量。

**解：**《大学物理学》下册第二版（张晓 王莉 主编）125页。物体在向外辐射能量的同时，也在吸收周围物体辐射出的能量，当向外辐射的能量等于从外界吸收的能量时，物体的温度不变，称为平衡热辐射。

**[ T ] 2**、随着黑体温度的升高，其单色辐射本领的最大值所对应的波长*λ*m按照正比于

*T*-1 的规律向短波方向移动。

**解：** 《大学物理学》下册第二版（张晓 王莉 主编）126页，根据维恩位移定律可知上述描述正确。

**[ T ] 3、**光既不是经典的粒子，也不是经典的波, 光具有波粒二象性。

**解：**《大学物理学》下册第二版（张晓 王莉 主编）136页。

**[ F ] 4、**在光电效应实验中，电子得到能量的多少应与入射光的光强有关，与入射光的照射时间有关，而与入射光的频率无关。

**解：**根据爱因斯坦的光子理论，在光电效应实验中电子吸收光子而获得能量，而光子能量由入射光的频率决定。

**[ F ] 5、**要使康普顿散射效应显著，入射光可以是可见光。

**解：**《大学物理学》下册第二版（张晓 王莉 主编）135页。入射光子能量在X射线波长范围内时，康普顿效应才比较显著。当入射光能量在可见光和紫外线范围时，主要观察到光电效应。

**[ T ]** **6、**散射物质的原子量越小，康普顿效应越显著，散射光中波长增长的成分的相对光强就越大。

**解：**《大学物理学》下册第二版（张晓 王莉 主编）132页。

**[ F ] 7、**夫兰克-赫兹实验只能证明原子能级的存在，不能测电离电势。

**解：**《大学物理学》下册第二版（张晓 王莉 主编）143页。将夫兰克-赫兹实验装置稍加改进，还可以测得较高激发电势和使原子电离成一价正离子的第一电离电势。

**[ T ] 8、**激光器中，利用光学谐振腔可提高激光束的方向性和单色性。

**解**：《大学物理学》下册第二版（张晓 王莉 主编）148页。由激光器中光学谐振腔的功能可知上述说法正确。

1. **填空题（8小题）**

1、太阳是地球万物赖以生存的源泉。从太阳的光谱测出太阳辐射光的峰值波长，可由 定律算出太阳表面的温度约为 K 。

**解：**根据**维恩位移**定律：

2、根据 定律，当绝对黑体的温度从27 ℃ 升到 ℃ 时，其总的辐射本领变为原来的81倍。

**解：** 根据**斯特潘-玻尔兹曼定律：**

3、以波长为的紫外光照射金属钯表面产生光电效应，已知钯的红限频率，则其截止电压＝ 。

**解**：由爱因斯坦光电效应方程  得：截止电压 

4、在X射线散射实验中，当散射角为：时，波长的增长量 （用来表示）；当散射角为：时，波长的增长量 （用来表示）；散射光波长的增长量的比值为： 。

**解：**由康普顿散射公式，可得：

因而：

5、铝的逸出功为*A*，今用频率为的光照射铝的表面，则出射光电子的最大初动能为\_\_\_ \_；铝的红限频率为\_\_\_\_\_\_\_。

**解：** 根据光电效应方程可得：根据光电效应方程：，

最大初动能为：  红限频率：

6、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**与反冲电子动能*Ek*之比为 。

**解：**设入射光子能量为 ，则散射光光子能量

由能量守恒定律和题意有反冲电子动能为 

故散射光光子能量**与反冲电子动能*EK*之比为 。

7、在下列给出的各种条件中，哪些是产生激光的条件，将其标号列下：

(1) 自发辐射 (2) 受激辐射 (3) 粒子数反转 (4) 三能级系统 (5) 谐振腔

**解：**《大学物理学》下册第二版（张晓 王莉 主编）147-148页，选 **(2)、(3)、(4)、(5)**  。

8、氢原子由基态激发到第3激发态。第3激发态对应的主量子数*n* =\_\_\_\_\_；氢原子需要吸收的能量\_\_\_\_\_\_\_；这个氢原子在回到基态的过程中，可能产生\_\_\_\_\_\_条可见光的谱线。

**解：**第3激发态对应的主量子数***n* =4；；2条**

1. **计算题（4小题）**

|*Ua*| (V)

**(×1014 Hz)

*A*

*B*

0

1.0

2.0

5.0

10..0

**

1、图中所示为在一次光电效应实验中得出的曲线

(1) 求证：对不同材料的金属，*AB*线的斜率相同。 （6分）

(2) 由图上数据求出普朗克恒量*h*。 （4分）

(基本电荷*e* =1.60×10-19 C)

**解：**(1) 由爱因斯坦光电效应方程  2分

得截止电压 

即  (**恒量**) 2分

由此可知，对不同金属，曲线的斜率相同。 2分

(2) 由图知普朗克恒量

 4分

2、 已知太阳的辐射光谱与5900K的黑体辐射谱相似，太阳的平均直径为1.39×109 m。试估算由于辐射太阳每年失去的质量。（斯特藩常数*σ* =5.67×10-8 W⋅m-2⋅K-4）

**解：**根据斯特藩定律 2分

太阳的总辐射出射度： 2分

太阳的表面积： 1分

时间：s 1分

故太阳每年失去的能量为 2分

太阳每年失去的质量为 。 2分

3、康普顿散射中, 已知入射光的波长（是电子的康普顿波长），当散射光与入射光方向成夹角时，请计算：

（1）散射光的波长（用来表示）；（6分）

（2）散射光子的能量与入射光子能量的比值。（4分）

解：（1）根据，  **2分**

将带入，得：

  **2分**

散射光的波长  **2分**

1. 散射光子的能量与入射光子能量的比值

 **4分**

4、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。(里得伯恒量*R* = 1.097×107m-1)

**解：**巴耳末系是从高能级跃迁到*n=*2能级时发射的光谱线。由图可知，只发射3条光谱线，氢原子被激发到*n* = 5 能级。 2分

其中,从*n=*3到*n=*2发射的谱线波长最长， 1分



满足以下关系：

**

(m) 2分

从*n* = 2被激发到*n* = 5能级, 外来光的频率满足：

** 1分

(Hz) 2分