

## 4.1 量子概念的诞生

### 【自主学习】

#### 一. 热辐射问题

周围的一切物体都在以\_\_\_\_\_的形式向外辐射能量,而且辐射强度随波长如何分布都与\_\_\_\_\_相关,所以物理上把这种辐射称为\_\_\_\_\_。

#### 二. 黑体与黑体辐射

1. 如果某种物体能够\_\_\_\_\_外来电磁波而不发生\_\_\_\_\_,这种物体就是绝对黑体,简称黑体。

2. 加热腔体,黑体表面就向外辐射\_\_\_\_\_,这就是黑体辐射。

#### 三. 普朗克提出的能量子概念

普朗克认为把腔壁看做是各种频率振动的带电\_\_\_\_\_组成的,黑体的辐射就是这些谐振子向外辐射的各种电磁波。谐振子的能量是\_\_\_\_\_,而只能取一些\_\_\_\_\_,即\_\_\_\_\_。这个不可再分的最小能量值 $\epsilon$ 叫做能量子。

### 【重点剖析】

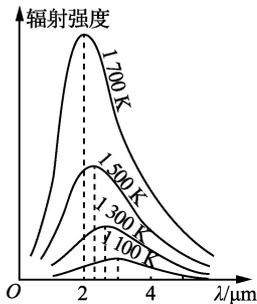
#### 一. 黑体辐射

1. 黑体辐射特点: 黑体辐射电磁波的强度按波长的分布只与黑体的\_\_\_\_\_有关。

2. 黑体辐射的实验规律

(1) 随着温度的升高,各种波长的辐射强度都\_\_\_\_\_。

(2) 随着温度的升高,辐射强度的极大值向着波长\_\_\_\_\_的方向移动。如图所示。



#### 二. 能量子

1. 定义

带电微粒辐射或吸收能量时,只能辐射或吸收某个最小能量值的\_\_\_\_\_,这个不可再分的最小能量值 $\epsilon$ 叫做能量子。

2. 大小

$\epsilon = h\nu$ , 其中 $\nu$ 是\_\_\_\_\_,  $h$ 是\_\_\_\_\_,  $h =$ \_\_\_\_\_ (一般取  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ )。

### 【典型例题】

例题 1. (多选)下列叙述正确的有

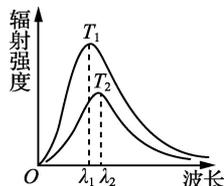
- A. 一切物体都在辐射电磁波
- B. 一般物体辐射电磁波的情况只与温度有关
- C. 黑体辐射电磁波的强度按波长的分布只与黑体的温度有关
- D. 黑体能够完全吸收入射的各种波长的电磁波

**变式.** 近年来军事行动中, 士兵都配戴“红外夜视仪”, 在夜间也能清楚地看清目标, 主要是因为

- A. “红外夜视仪”发射出强大的红外线, 照射被视物体
- B. 一切物体均在不停地辐射红外线
- C. 一切高温物体均在不停地辐射红外线
- D. “红外夜视仪”发射出 X 射线, 被射物体受到激发而发出红外线

**例题 2.** (多选) 在实验室或工厂的高温炉子上开一小孔, 小孔可看作黑体, 由小孔的热辐射特性, 就可以确定炉内的温度。如图所示, 就是黑体的辐射强度与其辐射光波长的关系图像, 则下列说法正确的有

- A.  $T_1 > T_2$
- B.  $T_1 < T_2$
- C. 随着温度的升高, 黑体的辐射强度都有所降低
- D. 随着温度的升高, 辐射强度的极大值向波长较短方向移动



**变式.** 关于对黑体的认识, 下列说法正确的是

- A. 黑体只吸收电磁波, 不反射电磁波, 看上去是黑的
- B. 黑体辐射电磁波的强度按波长的分布除与温度有关外, 还与材料的种类及表面状况有关
- C. 黑体辐射电磁波的强度按波长的分布只与温度有关, 与材料的种类及表面状况无关
- D. 如果在一个空腔壁上开一个很小的孔, 射入小孔的电磁波在空腔内表面经多次反射和吸收, 最终不能从小孔射出, 这个空腔就成了一个黑体

**例题 3.** 氦-氖激光器发出波长为 633nm 的激光, 当激光器的输出功率为 1mW 时, 每秒发出的光子数为多少个? (保留两位有效数字)

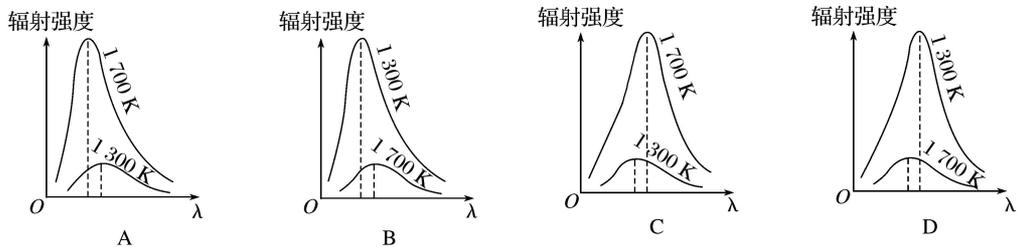
**变式.** 硅光电池是利用光电效应将光辐射的能量转化为电能, 若有  $N$  个波长为  $\lambda_0$  的光子打在光电池极板上, 这些光子的总能量为 ( $h$  为普朗克常量)

- A.  $2Nh\frac{c}{\lambda_0}$
- B.  $Nh\frac{c}{\lambda_0}$
- C.  $Nh\lambda_0$
- D.  $2Nh\lambda_0$

## 4.1 量子概念的诞生（作业）

### 知识点 1：黑体辐射的理解和应用

- 关于对热辐射的认识，下列说法中正确的是
  - 热的物体向外辐射电磁波，冷的物体只吸收电磁波
  - 温度越高，物体辐射的电磁波越强
  - 辐射强度按波长的分布情况只与物体的温度有关，与材料种类及表面状况无关
  - 常温下我们看到的物体的颜色就是物体辐射电磁波的颜色
- 黑体辐射电磁波的强度按波长分布的影响因素是
  - 温度
  - 材料
  - 表面状况
  - 以上都正确
- 下列描绘两种温度下黑体辐射强度与波长关系的图像中，符合黑体辐射实验规律的是



- 红外线热像仪可以快速测量人的体温，只要被测者从仪器前走过，便可知道他的体温是多少，关于其中原理，下列说法正确的是
  - 人的体温会影响周围空气温度，仪器通过测量空气温度便可知道人的体温
  - 仪器发出的红外线遇人反射，反射情况与被测者的温度有关
  - 被测者会辐射红外线，辐射强度以及按波长的分布情况与温度有关，温度高时辐射强且较短波长的成分强
  - 被测者会辐射红外线，辐射强度以及按波长的分布情况与温度有关，温度高时辐射强且较长波长的成分强
- 下列叙述错误的是
  - 一切物体都在辐射电磁波
  - 一般物体辐射电磁波的情况只与温度有关
  - 黑体辐射电磁波的强度按波长的分布只与黑体温度有关
  - 黑体能够完全吸收入射的各种波长的电磁波

### 知识点 2：量子的理解和应用

- 普朗克在 1900 年将“量子”引入物理学，开创了物理学的新纪元。在下列宏观概念中，具有“量子化”特征的是
  - 人的个数
  - 物体所受的重力
  - 物体的动能
  - 物体的长度

7. 已知某种单色光的波长为 $\lambda$ , 在真空中光速为 $c$ , 普朗克常量为 $h$ , 则电磁波辐射的能量子 $\varepsilon$ 的值为

- A.  $\frac{h^2c}{\lambda}$       B.  $\frac{h}{\lambda}$   
C.  $\frac{c}{h\lambda}$       D. 以上均不正确

8. 能引起人的眼睛视觉效应的最小能量为 $10^{-18}\text{J}$ , 已知可见光的平均波长为 $0.6\mu\text{m}$ , 普朗克常量 $h=6.63\times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ , 光速为 $3\times 10^8\text{m/s}$ , 若恰能引起人眼的感觉, 则进入人眼的光子数至少为

- A. 1 个                      B. 3 个  
C. 30 个                     D. 300 个

9. 在自然界生态系统中, 蛇与老鼠和其他生物通过营养关系构成食物链, 在维持生态平衡方面发挥着重要作用。蛇是老鼠的天敌, 它是通过接收热辐射来发现老鼠的。假设老鼠的体温约 $37^\circ\text{C}$ , 它发出的最强的热辐射的波长为 $\lambda_{\text{min}}$ . 根据热辐射理论,  $\lambda_{\text{min}}$  与辐射源的绝对温度 $T$ 的关系近似为 $T\lambda_{\text{min}}=2.90\times 10^{-3}\text{m}\cdot\text{K}$ , 则老鼠发出的最强热辐射的波长为

- A.  $7.8\times 10^{-5}\text{m}$               B.  $9.4\times 10^{-6}\text{m}$   
C.  $1.16\times 10^{-4}\text{m}$              D.  $9.7\times 10^{-8}\text{m}$

10. 某广播电台的发射功率为 $10\text{kW}$ , 发射的是在空气中波长为 $187.5\text{m}$ 的电磁波, 则: (普朗克常量 $h=6.63\times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ , 光速 $c=3\times 10^8\text{m/s}$ )

(1)该电台每秒从天线发射多少个能量子?

(2)若发射的能量子在以天线为球心的同一球面上的分布视为均匀的, 求在离天线 $2.5\text{km}$ 处, 直径为 $2\text{m}$ 的球状天线每秒接收的能量子个数以及接收功率。(球面积公式 $S=4\pi R^2$ )