



量子物理

第一节 黑体辐射 普朗克能量子假设

1. 黑体的温度升高一倍，它的辐射出射度(总发射本领)增大：

解析：本题主要考查黑体辐射度的问题，由斯特藩—玻尔兹曼定律得：

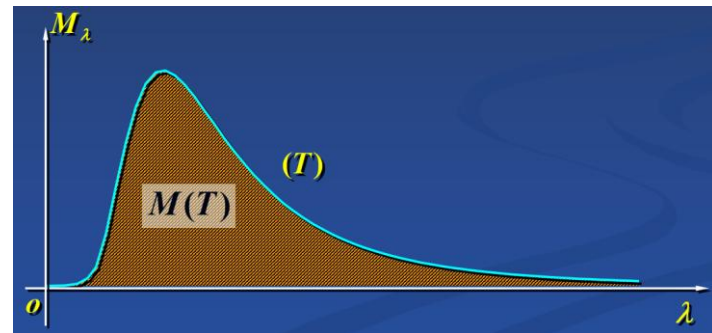
单位时间内，从温度为 T 的黑体单位面积上所辐射出的各种波长的电磁波能量总和，用 $M(T)$ 表示：

$$M(T) = \int_0^{\infty} M_{\lambda}(T) d\lambda = \sigma T^4 \quad \text{其中：} \sigma = 5.670 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$$

因此，当温度升高一倍时：即： $T' = 2T$ 时， $M(T') = \sigma T'^4 = 16\sigma T^4$

则它的辐射出射度增大： $\Delta M(T) = M(T') - M(T) = 15\sigma T^4$

故选 A





2. 所谓“黑体”是指这样的一种物体，即：

解析：黑体是指可完全吸收照射其上面的各种频率的电磁波能量的物体。

与其自身的颜色和自身能否辐射电磁波无关，因此选D。这题的易错点在B的说法很不完全，即：黑体是能够全部吸收一切外来电磁波的物体，即只吸收电磁波，而不发生反射和投射电磁波的物体。

故选D

3. 在加热黑体过程中，其最大单色辐出度对应的波长由 $0.8\mu\text{m}$ 变到 $0.4\mu\text{m}$ ，则其辐射出射度增大为原来的：

解析：由波恩位移定律知： $\lambda_m T = b$ 其中 $b = 2.898 \times 10^{-3} \text{mK}$

则当波长由 $0.8\mu\text{m}$ 变到 $0.4\mu\text{m}$ 时，其温度也变成之前的二倍。

对于辐出度： $M(T) = \int_0^\infty M_\lambda(T) d\lambda = \sigma T^4$

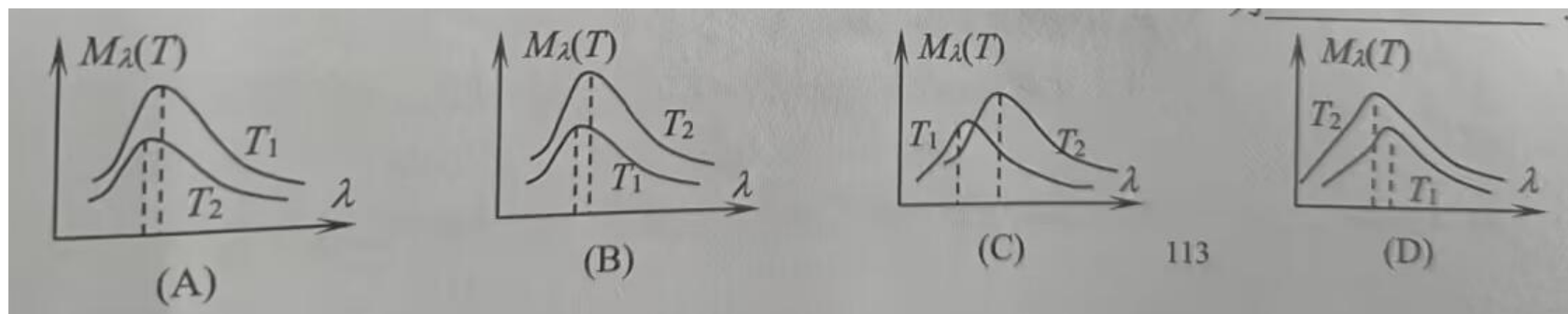
则为温度 T 的四次方，

因此，其辐射出射度增大为原来的16倍。

故选C



4. 在下面四个图中，哪一个图能定性地正确反映黑体单色辐出度 $M_\lambda(T)$ 随 λ 和 T 的变化关系，(已知 $T_2 > T_1$)

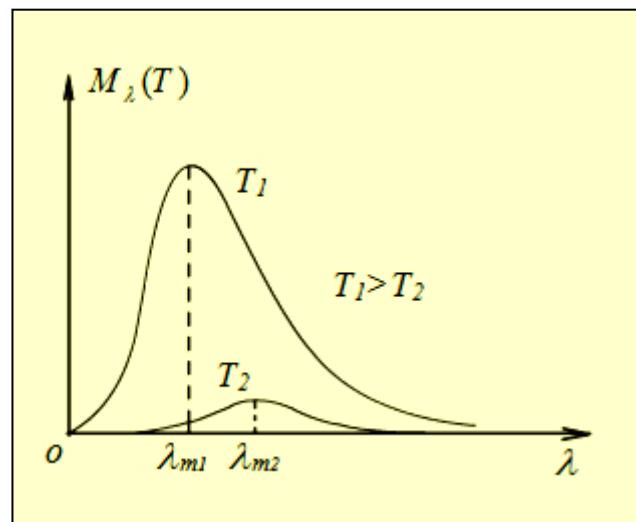


解析：本题主要考查黑体辐出度所满足的两个定律：斯特藩—玻尔兹曼定律和波恩位移定律在 $M_\lambda(T)$ 图上对应的意义。

① 斯特藩—玻尔兹曼定律是指：黑体的总辐射出射度与温度的4次方成正比，在 $M_\lambda(T)$ 图上对应曲线与 λ 轴之间的面积与温度的4次方成正比，面积越大，温度越大；

② 波恩位移定律是指：黑体辐射时的峰值波长与温度成反比，在 $M_\lambda(T)$ 图上对应曲线极大值所在位置与温度成反比，极值点靠前，温度较大；

由以上两个定律可知， $M_\lambda(T)$ 随 λ 和 T 的变化关系应如右图所示，故**选D**。





5. 普朗克量子假说是为了解释：

解析：普朗克量子假说是为了解释黑体辐射的实验规律而提出来的。光电效应是爱因斯坦基于量子假说提出来的，原子光谱是波尔的氢原子理论。大家要清楚这些假设和实验之间的对应关系。故**选B**

6. 在能量观点上，普朗克的能量量子假设与经典理论有着本质区别，在经典的热力学理论和电磁学理论中，能量是**连续的**，按照普朗克的能量量子假说，能量是**不连续的、分立的、一份一份量子化的**。

7. 对黑体加热后，测得总的辐出度增大为原来的16倍，则黑体的温度为原来的____倍，它的最大单色辐出度所对应的波长为原来的____倍。

解析：对于辐出度： $M(T) = \int_0^{\infty} M_{\lambda}(T) d\lambda = \sigma T^4$ ，则当辐出度增大为原来的16倍，温度应是原来的**2倍**；

又因为 $\lambda_m T = b$ ，则当温度增大2倍时，波长应该为原来的**1/2倍**。



8. 测量星球表面温度的方法之一，是把星球看作绝对黑体而测定其最大单色辐出度的波长 λ_m ，现测得太阳的 $\lambda_{m1}=0.55\mu\text{m}$ ，北极星的 $\lambda_{m2}=0.35\mu\text{m}$ ，则太阳表面温度 T_1 与北极星表面温度 T_2 之比 $T_1:T_2=$

解析：由波恩位移定律知： $\lambda_m T = b$ ，可知波长和温度成反比。

则： $T_1:T_2 = \lambda_{m2}:\lambda_{m1} = 0.35:0.55 = 7:11$

9. 一个100W的白炽灯泡的灯丝表面积为 $S=5.3\times 10^{-5}\text{m}^2$ 。若将点燃的灯丝看作是黑体，可估算出它的工作温度为：

解析：由单位时间内，从温度为 T 的黑体单位面积上所辐射出的电磁波能量，

即功率为： $M(T)=\sigma T^4$

则对 S 面积灯丝辐射的能量为：

$$W = M(T)S = \sigma T^4 S = 5.67 \times 10^{-8} \times T^4 \times 5.3 \times 10^{-5} = 100$$

得： $T = 2402\text{K}$

注意：

① 在两个公式： $\lambda_m T = b$ 和 $M(T) = \sigma T^4$ 中， T 的单位都为开尔文（K）

② 做题的时候一定要注意题中温度的单位，需要将摄氏度换算成K

$$1 \text{ 摄氏度} = 1 + 273.15 \text{ K}$$

③ 题中如果求温度的话，直接用开氏温标（K）即可，不需要换算成摄氏度。