

Раздел IV. Оптика.

Глава 9. Корпускулярные свойства света.

1. Излучение черного тела.

Нагретые тела излучают электромагнитные волны.

Излучательная способность $r(\nu, T, \text{вещество})$ – энергия, излучаемая нагретым телом, с единицы поверхности, за единицу времени в единичном интервале частот.

Поглощательная способность

$$a(\nu, T, \text{вещество}) = \frac{d\Phi_{\text{пол}}}{d\Phi_{\text{пад}}}$$

безразмерная величина ≤ 1 .

Закон Кирхгофа: в состоянии равновесия тела с

излучением $\frac{r(\nu, T, \text{вещество})}{a(\nu, T, \text{вещество})} = f(\nu, T)$, где $f(\nu, T)$

универсальная функция не зависящая от вещества.

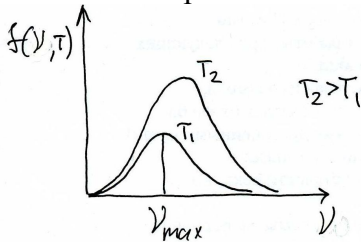
Тела, поглощающая все падающие на них излучения, т.е.

$a(\nu, T) = 1$ называется абсолютно черными

(сажа, дырки в полости)

$f(\nu, T)$ – излучательная способность

абсолютно черного тела.



Закономерности излучательной способности черного тела удалось объяснить в предположении, что свет излучается и поглощается порциями (квантами), Планк 1900г.

$$\varepsilon = h\nu$$

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

$$f(\nu, T) = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

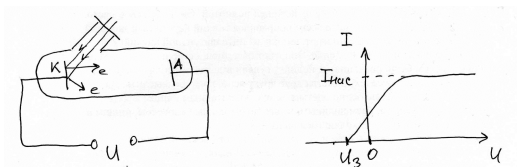
Закон Стефана-Больцмана:

$$I = \int_0^\infty f(\nu, T) d\nu = \sigma T^4 \left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \right] \quad \sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}^4} \right]$$

Закон Вина:

$$h\nu_{\text{max}} = 2,8kT$$

2. **Фотоэффект** – вырывание электронов с поверхности вещества под действием света (внешний фотоэффект)



Законы фотоэффекта (Столетов 1888-89)

- а) Запирающее напряжение U_3 не зависит от интенсивности света, а только от частоты.
- б) Красная граница фотоэффекта: фотоэффект происходит, если $\lambda < \lambda_{кр}$
- в) Фототок насыщения $I_{нас}$ пропорционален интенсивности света.

Законы а) и б) принципиально квантовые.

Объяснение фотоэффекта дал Эйнштейн 1905г. Свет поглощается квантами, при этом выполняется следующий закон сохранения энергии:

$$h\nu = \frac{mV_{\max}^2}{2} + A$$

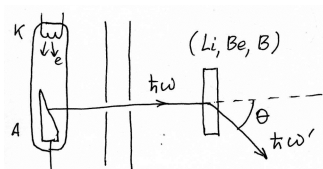
A-работа выхода (min работа, которую необходимо затратить, чтобы вытащить электрон с поверхности вещества)

⇓

$$а) eU_3 = \frac{mV_{\max}^2}{2} = h\nu - A$$

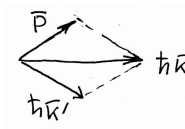
$$б) h\nu \geq A \Rightarrow \nu \geq \nu_{кр} = \frac{A}{h} \Rightarrow \lambda \leq \lambda_{кр} = \frac{c}{\nu_{кр}}$$

3. Эффект Комптона 1923г.



При прохождении рентгеновского излучения через фольги из легких металлов, было обнаружено изменение длины волны рассеянного излучения, что

противоречит волновой точке зрения. Эффект объясняется законами сохранения энергии и импульса при столкновении фотона с электронами вещества.



$$\begin{cases} \hbar \vec{k} = \hbar \vec{k}' + \vec{p} \\ \hbar \omega + mc^2 = \hbar \omega' + \sqrt{m^2 c^4 + p^2 c^2} \end{cases}$$

⇓

$$\boxed{\lambda' - \lambda = \lambda_c (1 - \cos \theta)}$$

$$\lambda_c = \frac{h}{m_e c} = 0,0243 \text{ \AA}$$

Вопросы

1. Что такое черное тело
2. Нарисовать спектр излучения черного тела.
3. Закон Стефана-Больцмана.
4. Закон смещения Вина
5. Что такое фотоэффект
6. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта
7. Красная граница фотоэффекта
8. Что такое запирающее напряжение при фотоэффекте
9. Что такое эффект Комптона
10. Что такое фотон.