

## Билет 21

### 1. Статистика Бозе-Эйнштейна. Ф-ция распределения Бозе-Эйнштейна. Свойства бозе-частиц.

Бозе-частицы – частицы с нулевым или целочисленным спином, описываемые симметричными волновыми функциями и подчиняющиеся статистике Бозе-Эйнштейна. Распределение бозе-частиц по энергиям вытекает из большого канонического распределения Гиббса, при условии, что число тождественных бозе-частиц в данном квантовом состоянии может быть любым

состоянии может быть любым

$$f(E) = \frac{1}{e^{(E-\mu)/kT} - 1}$$

$E$  – энергия частицы в этом состоянии  $\mu$  – химический потенциал. Для систем с переменным числом частиц (фотоны и фононы)

$\mu=0 \Rightarrow$

$$f = \frac{1}{e^{\eta\omega/kT} - 1}$$

## Билет 21

2. Условия возможности одновременного измерения разных величин. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.

## 2. Условия возможности одновременного измерения разных величин. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.

Гейзенберг предположил, что невозможно определить точно положение и импульс.

Неопределенность положения  $x$  и  $p_x$

удовлетворяют соотношению

$$\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar / 2$$

$$\Delta y \cdot \Delta p_y \geq \hbar / 2$$

$\Delta z \cdot \Delta p_z \geq \hbar / 2$  Обозначив канонически сопряженные величины буквами  $A$  и  $B$  получим  $\Delta A \cdot \Delta B \geq \hbar / 2$ .

Производные неопределенностей значений двух сопряженных переменных не может быть по

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta x \cdot p_x \geq \hbar / 2 \\ \Delta y \cdot p_y \geq \hbar / 2 \\ \Delta z \cdot p_z \geq \hbar / 2 \end{array} \right.$$

Обозначив канонически сопряженные величины буквами А и В получим  $\Delta A \cdot \Delta B \geq \hbar / 2$ .

Производные неопределенностей значений двух сопряженных переменных не может быть по порядку величина меньше постоянной Планка  $\hbar$ . Энергия и время тоже канонически сопряженные величины  $\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar$

# Задача 21

Определите красную границу  $\lambda_{кр}$  фотоэффекта для цезия, если при ~~макс~~ облучении его поверхностью  $\lambda = 400 \text{ нм}$ ,  $v_{макс} = 6.5 \cdot 10^5 \text{ м/с}$

Дано:

$$\lambda = 400 \text{ нм}$$

$$v = 6.5 \cdot 10^5 \text{ м/с}$$

$\lambda_{кр} = ?$

Решение

$$E = A_{вых} + E_{k_{макс}} \quad (\text{уравнение фотоэффекта})$$

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_{кр}} + \frac{mv_{макс}^2}{2}$$

$$\frac{1}{\lambda_{кр}} = \frac{1}{\lambda} - \frac{mv_{макс}^2}{2hc}$$