Билет 16

1.Корпускулярно-волновой дуализм материи. Гипотеза де Бройля. Опыты по дифракции микрочастиц.

Де Бройль выдвинул теорию о корп.-волн.дуализме материи, т.е. не только фотоны, но и электроны и любые другие частица материи наряду с корпускулярными обладают также волновыми свойствами. Каждые микрообъект связывают корпуск.характеристики –энергия E и импульс p, а также волновые – частота ν и длина волны λ. $E=h\nu$,$p=h/\lambda$. Т.о. любой частице обладающей импульсом, сопоставляют волновой процесс с длиной волны, определяемо по формуле де Бройля $\lambda=h/p$. Можно добавить то, что на частице вещества переносится связь между полной энергией частицы ε и переносится связь между полной энергией частицы ε и частотой ν волн де Бройля: $\varepsilon=h\nu$, h-постоянная Планка$=6,625\cdot10^{-34}$ Дж·с

Волна де Бройля – это волна, связанная с равномерным и прямолинейным движением частицы.

$$\left.\begin{array}{r}\psi=A\cos(\omega t-kx)\\ \psi(x,t)=A\exp(-(\omega t-kx))\end{array}\right\}\text{ уравнения волны.}$$

$E=h\omega$, $p=hk$, $\omega=E/h$, $k=p/h$. $\psi(x,t)=A\exp(-i/h(Et-px))$ – плоская волна де Бройля. Фазовая и групповая скорости волн де Бройля. Фазовая скорость – скорость распространения фазы . $Et-px=const$, $Edt-pdx=0$, $\langle\upsilon\rangle=dx/dt=E/p= =mc^2/m\upsilon$ – средняя скорость волны. $\upsilon_ф=c^2/\upsilon$, $\upsilon_{гр}=d\omega/dk$, $E=h\omega$, $p=hk$, $E^2-p^2c^2=m^2{}_0c^4$; $E=c\sqrt{(p^2+m^2{}_0c^4)}$. $\upsilon_{гр}=d\omega/dk=dE/dp=$

$E=c\sqrt{(p^2+m^2_0c^4)}$. $\upsilon_{гр}=d\omega/dk=dE/dp=c2p/(2\sqrt{(p^2+m^2_0c^4)})=pc2/c\sqrt{(p^2+m^2_0c^4)}=pc^2/mc^2=p/m=m\upsilon/m=\upsilon$. $\upsilon_{гр}\upsilon_ф=c^2$. Дифракция микрочастиц. По идее де Бройля движение электрона или какой другой частицы связано с волновым процессом. $\lambda=2\pi h/p=2\pi h/m\upsilon$ (1); $\omega=E/h$. Гипотеза была подтверждена экспериментально в 1927 г. исследование отражения электронов от монокристалла никеля, принадлежащего к кубической системе. Узкий пучок моноэнергетических электронов направлялся на пов-ть монокристалла. Отраженные электроны улавливались цилиндрическим электродом, присоединенным к гальванометру. Интенсивность оценивалась по силе тока. Варьировалась скорость электронов и угол φ. Рассеяние оказалось особенно интенсивным при угле, соответствующем отражению от интенсивным при угле, соответствующем отражению от атомных плоскостей, расстояние между которыми было известно из рентгенографических исследований. Вычисленная по формуле (1) длина волны примерно равна брэгговской длине волны, где $2d\sin\theta=n\lambda$. Этот опыт подтвердил идею де Бройля. Томсон и Тартаковский независимо друг от друга получили дифракционную картину при прохождении электронного пучка через металлическую фольгу. Пучок электронов проходил через тонкую фольгу и попадал на фотопластину. Электрон при ударе о фотопластину оказывает на нее такое же действие как и фотон. Полученая таким же способом электрограмма золота сопоставлена с рентгенограммой алюминия. Сходство поразительно. Обнаружили, что дифф. Явления и у поразительно. Обнаружили, что дифф. Явления и у атомных и у молекулярных пучков, и длина волны $\lambda=2\pi h/p$. Таким образом было доказано, что волновое сходство присуще отдельному электрону.

2. Основные постулаты квантовой механики. Представление физических величин операторами. Собственные функции и собственные значения операторов, их связь с результатами измерений.

2. Основные постулаты квантовой механики. Представление физических величин операторами. Собственные функции и собственные значения операторов, их связь с результатами измерений.

Состояние частицы в квантовой механике описывается заданием волновой функции $\psi(x,y,z,t)$, являющейся функцией пространственных координат и времени. **Второй постулат квантовой механики:** каждой физической величине соответствует определенный оператор этой физической величины. **1. Оператор координаты** – умножение на координату. **2. Оператор импульса** - $\bar{p}=-i\hbar\nabla$. **3. Оператор момента импульса** -

$L_x=yp_z-zp_y$, $L_y=zp_x-xp_z$, $L_z=xp_y-yp_x$. Для сферических

$L_x = yp_z - zp_y$, $L_y = zp_x - xp_z$, $L_z = xp_y - yp_x$. Для сферических координат:

$L_x = -i\hbar(\sin\varphi(\partial/\partial\theta) + \mathrm{ctg}\theta\cos\varphi(\partial/\partial\varphi))$

$L_y = -i\hbar(\cos\varphi(\partial/\partial\theta) - \mathrm{ctg}\theta\sin\varphi(\partial/\partial\varphi))$,

$L_z = -i\hbar(\partial/\partial\varphi)$.

4.Операторы энергий. $E_k = p^2/2m_0 = -\hbar^2/2m_0 * \Delta$. $U\psi = U\psi$.

Гамильтониан

$H = E_k + U = -\hbar^2/2m_0 * \Delta + U$.

Если при действии оператора на некоторую функцию получается та же самая функция, умноженная на число, то есть, если $\Phi\psi = f\psi$, то такую функцию называют **собственной функцией** оператора **Ф**, а число называют **собственной функцией** оператора **Ф**, а число *f* его **собственным значением.**

1. Спектр непрерывный. **2.**

$-i\hbar\nabla\psi=p_x\psi => \psi=C\exp(ip_x x/\hbar) =>$ спектр непрерывный.

3.

$-\ i\hbar(\partial\psi/\partial\varphi)=L_z\psi => \psi=C\exp(iL_z\varphi/\hbar).$

Учитывая, $\psi(\varphi+2\pi)=\psi(\varphi) => \exp(iL_z(\varphi+2\pi)/\hbar)=$

$\exp(iL_z\varphi/\hbar) => \exp(iL_z 2\pi/\hbar)=1$

$=> L_z 2\pi/\hbar=2\pi m,$ где $m=0,\ \pm1,\ \pm2... =>$ $L_z=m\hbar,$,
соотвтствует собственным функциям

$$\Psi_m(\varphi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\exp(im\varphi)$$

$$L^2 = \hbar^2 l(l+1),\ l = 0,\ \pm 1,\ \pm 2\ldots$$

Задачи о нахождении спектра собственных значений оператора полной энергии **H** связаны с заданием конкретного вида потенциального силового поля, в котором движется частица.

Формула для расчета среднего значения физической величины f в квантовом состоянии системы, описываемом волновой функцией ψ:

$$\langle f\rangle = \int_{R^3}\Psi^*(\hat{f}\Psi)\,dV.$$

Билет 16

Определите отношение концентраций электронов проводимости в литии и цезии, если известно, что уровни Ферми в этих металлах при $T=0$ имеют значения, равные ...

Дано:

$E_F^{Li}(0) = 4{,}7$ эВ

$E_F^{Cs}(0) = 1{,}5$ эВ

$T = 0$

$$n = \frac{\sqrt{2}\, m^{3/2}}{\pi^2 \hbar^3} \cdot \frac{2}{3} E_F^{3/2}$$

$$\frac{n_{Li}}{n_{Cs}} = \left(\frac{E_{Li}}{E_{Cs}}\right)^{3/2}$$

$\frac{n_{Li}}{n_{Cs}}$ - ?