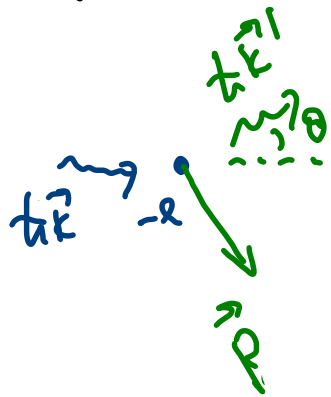


$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = 2 \cdot \lambda_c \cdot \sin^2 \frac{\theta}{2} = \lambda_c (1 - \cos \theta)$$

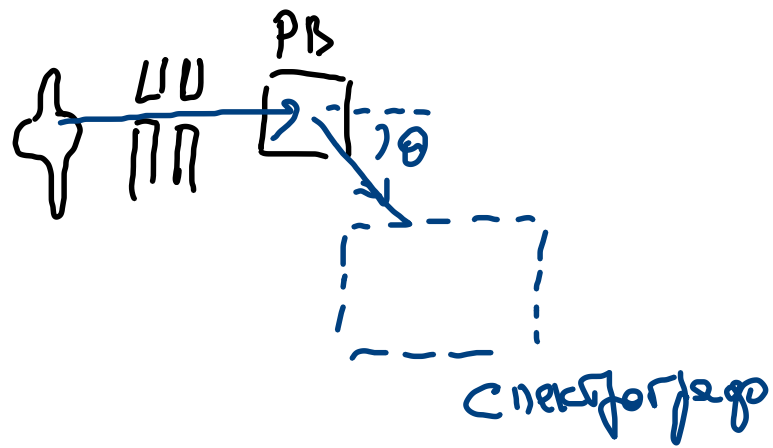


$$\Delta\lambda = \frac{2\pi\hbar}{mc} (1 - \cos \theta)$$

где: $\lambda_c = \frac{2\pi\hbar}{mc}$

для эл-на: $m = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \Rightarrow \lambda_c = \underline{2.426 \text{ пм}}$!

Наличие «несмещенной линии» (т.е. с λ) объясняется:
 центр «решетки» ВЗТ < Внутр. эл-на атома; кот. сильно связан с тем
 \Rightarrow фотон ВЗТ с атомом, как с грузом
 т.к. $m_e \ll m_{\text{атома}} \Rightarrow$ фотон перефразирует ничтожн. часть своей э.
 \Rightarrow летит без рассеяния



Глава: Волновые СВ-вв Век-ва

Гипотеза де Бройля

Рассмотреть свет

Ученые А.И.Т. Фотогр-и ЭВ. компт. } \Rightarrow фот-во корпус. пр-в-и а св-ва

Интерф-и Дифф-и Полеф-я } \Rightarrow фот-во волновое (э/м) явление св-ва

\Rightarrow свет обладает корпуск.-волновым дуализмом.

1924 г. - Луи де Бройль - гипотеза: Дуализм имеет универс. знач-е

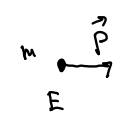
де Бройль: $\left. \begin{array}{l} \text{с частицей, движущейся с имп-сом } \vec{p} \text{ и энергией } E, \\ \text{связать величину волн. пр-в-а} \\ \text{с длиной волны} \end{array} \right\}$

$$\lambda_{dB} = \frac{h}{p} = \frac{2\pi\hbar}{p}$$

и частотой: $\omega = \frac{E}{\hbar}$

длина волны де Бройля

Гипотеза де Бройля



$$A_0 \cdot \cos(\omega t - kx + \delta)$$

$$\text{где: } k = \frac{2\pi}{\lambda_{dB}}$$

$$\omega = \frac{E}{\hbar} = \frac{hc}{\hbar \lambda}$$

- Успех:
- 1) Объяснение правил квантования Бора (см. далее)
 - 2) Предсказание и обнаружение дифракции волн материи

Гипот. де Бр. не противоречит макроскопическ. опытке:

Макроскопическ. объект "пальчик" $= \left[\begin{array}{l} m = 1 \text{ кг} \\ v = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}} \\ r = 0,5 \text{ м} \end{array} \right] \Rightarrow \lambda_{dB} = \dots = 7 \cdot 10^{-20} \text{ см}$
 т.е. $\lambda_{dB} \ll r$
 т.е. λ_{dB} много меньше объекта \Rightarrow наблюдать волн. св-ва невозможно

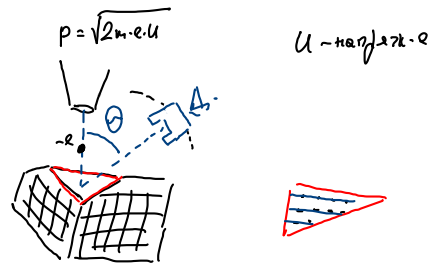
Электрон $= \left[\begin{array}{l} m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \\ E = 150 \text{ кэВ} \\ r = 10^{-15} \text{ м} \end{array} \right] \Rightarrow p = \sqrt{2 \cdot m \cdot E} \Rightarrow \lambda_{dB} \sim 10^{-10} \text{ м} \approx 1 \text{ \AA}$
 $\lambda_{dB} \gg r \Rightarrow$ наблюдать волн. св-ва можно.

Для наблюд-я волн. св-ва нужны диффракц. реш-ки $\approx d \sim 1 \text{ \AA}$
 \Rightarrow 200 кристаллов !

§ Опыт Девиссона и Джермера (1927 г.)

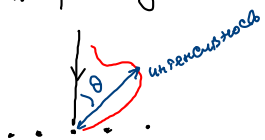
1^я серия;

красная; Соллифранк. пор-ть
покрыта платиной. Ядра атомов,
перпендикуляр к пл-ти решетки
ЭЛ-В



U - напряжение

Рез-т: Полярная диаграмма



A - вектор, перпендикуляр
в плоскости решетки

При $\theta = 50^\circ$ и ускоряющ. напряж. $U = 54$ В
был отмечен максим. интенсив. отражен. луча

Его м. считать как как 1^ю решетку при дифракц. от плоской грат. решетки
т.е. в замкнутой от плоскости края Δ между 1' и 2'
г-длина края: $\Delta = d \cdot \sin \theta = \lambda$

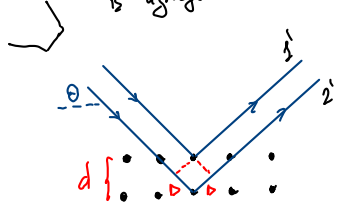


Посл. квант. ям-ты (из рентгенографии. исследования): $d = 0,215$ нм
 $\Rightarrow \lambda = 0,165$ нм

из формул де Бройля $U = 54$ В $\Rightarrow \lambda_{dB} = 0,167$ нм

2^я серия опытов:

в угловых интенсивности (I) отражен. электронов луча при заданном угле
напряж. (или угле скольжения)



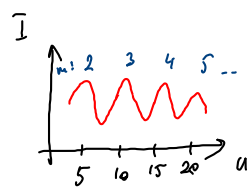
$2\Delta = 2 \cdot d \cdot \sin \theta$

θ - угол скольжения
лучи 1' и 2' д. усиливать друг друга
 $2 \cdot d \cdot \sin \theta = m \cdot \lambda$ - усл. Брэгга-Вульфа
d - межплоскостное расстояние

электроны, ускоряющ. напряж. U
 $\lambda_{dB} = \frac{h}{\sqrt{2m \cdot e \cdot U}} = \frac{1,22}{\sqrt{U}}$ [нм] $\Rightarrow 2 \cdot d \cdot \sin \theta = m \cdot \frac{1,22}{\sqrt{U}}$

$\theta = const \Rightarrow \sqrt{U} \sim m$

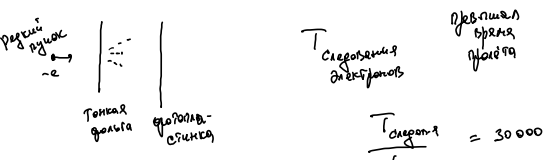
значения напряж-ти, при кот. фиксируется макс. интенсивность $\sim m$



\Rightarrow наиболее сильная связь \exists ?

Волн. связь явл. рез-том коллектив. д-ра или
интерференции отдельных электронов?

1848 г. - опыт с очень разряжен. лучом эл-в
 { Опыт В. Вайрианта, А. Либриана и Ч. Стюмпи (1848 г.)



$\frac{T_{\text{анод}}}{T_{\text{катода}}} = 30000$

⇒ электр. поляризи ч/з ускор-ну по орбитке
 Вращ. электр. поляриза $\frac{P}{P_0}$



$t_{\text{электр.}} \rightarrow \infty$

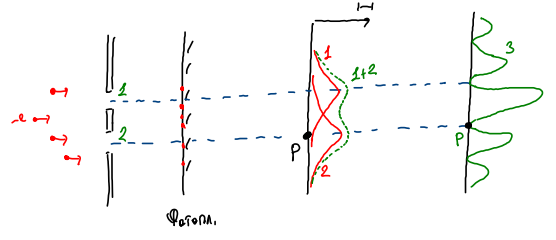


система диффуз. колы (схоружа < фотокатода)

⇒ Вак. ст-ти обладает определенной кинематикой (электрон)

{ Небольшие ст-ва атомных масс
 эффект с 2-мя целями. Соотнош. неопределенности Гейзенберга.

Циенен (1866 г.): лучи кокоэнергет. эл-в пуща на препятст с 2-мя целями



Т.Р. отклон-т как I
 при отклон-ти 2
 если неопредел. отклон-ся
 I^2 цель (при отклон-ти 20°)
 то ка-то эл-в в т.Р.
 ф. реще
 но в электр. поле оно падает
 от нек. знач-т ф. квал.

1+2 - детектор. ф-т
 фотом. эл-в, при
 открытих 1 и 2 цели
 3 - экранирует. пещека эл-в
 при открытих 1 и 2 цели

⇒ как открытие цели 1
 и.п.ов-на на эл-в, ка. ф. фотопеч
 ч/з цель 2?
 что, электр. "цель-т" открыта ли
 одна или обе цели ???

⇒ либо электр. обладает сп-н и выбирает ч/з каждую цель фотон
 либо для опис-я фотон-а кинематич. кет
 вероятн. фазированн

Гейзенберг (1927 г.): охват мультимед. неопредел-н характер-н
 сферичности коэф-т и чл-н.
 неопредел-н в их знач-х проявл-т:

Соотнош. неопределенности Гейзенберга
 (для коэф-т и ампл-уд)

$\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2}$
 $\Delta y \cdot \Delta p_y \geq \frac{\hbar}{2}$
 $\Delta z \cdot \Delta p_z \geq \frac{\hbar}{2}$

где: Δx - неопредел-н в значении координаты
 Δp_x - неопредел-н в значении импульса

В клас. мех: x и p_x (в точке y и p_y и...)
 явл. каноническ. сопряж-ми
 т.е. $p_x = m \cdot \dot{x} \sim \Delta x$
 так же каноническ. сопр. явл. E и t

$\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$ - соотнош. неопределенности Гейзенберга для энергии и времени

Итак: Офр-е эл. E с точностью ΔE
 ф. время Δt по меньшей мере $\Delta t \sim \frac{\hbar}{2 \cdot \Delta E}$