



# ВОЛНЫ ДЕ БРОЙЛЯ

Авторы: В. И. Григорьев

---

ВОЛНЫ ДЕ БРОЙЛЯ, волны вероятности, связанные со свободно движущейся микрочастицей и отражающие её квантовую природу. В 1923 Л. де *Бройль* высказал гипотезу о том, что всем видам материи – физич. полям, электронам, атомам и т. п. – присущи свойства как частицы, так и волны (*корпускулярно-волновой дуализм*). Такие свойства были открыты ранее у квантов электромагнитного поля – фотонов, которые проявляли волновые свойства (напр., в явлениях дифракции и интерференции света), а с др. стороны, взаимодействовали с веществом как частицы, обладающие определёнными значениями энергии и импульса, напр. в явлении фотоэффекта. В соответствии с корпускулярно-волновым дуализмом с частицей, обладающей энергией и импульсом

$p$ , связана волна с частотой

$\nu = E/h$  и длиной волны

$\lambda = h/p$ , где

$h$  – постоянная Планка. Такие волны получили название волн де Бройля.

Для частиц не очень высокой энергии

$\lambda = h/mv$  (где

$m$  и

$v$  – масса и скорость частицы), т. е. длина В. де Б. тем меньше, чем больше масса и скорость частицы. Напр., частице массой 1 г, движущейся со скоростью 1 м/с, соответствует В. де Б.

$\lambda \approx 10^{-17}$  нм; такие длины волн лежат за пределами доступной наблюдению области, поэтому в механике макроскопич. тел волновые свойства несущественны и не учитываются. Для электронов с энергиями от 1 эВ до  $10^4$  эВ длины В. де Б. лежат в рентгеновском диапазоне длин волн. Волновые свойства таких электронов должны

проявляться в возникновении дифракции при их рассеянии на кристаллах (аналогично дифракции рентгеновских лучей). Явление дифракции электронов на кристаллах обнаружено в 1927 в опытах К. Дж. [Дэвиссона](#) и амер. физика Л. Джермера, и гипотеза де Бройля получила эксперим. подтверждение. Позднее были экспериментально открыты волновые свойства протонов, нейтронов, атомов и др. частиц (см. [Дифракция частиц](#)).

Универсальность корпускулярно-волнового дуализма принципиально изменила представление о микромире. Поскольку все объекты микромира нельзя считать только частицей или только волной в классич. понимании этих терминов, возникла потребность создания теории, в которой волновые и корпускулярные свойства частиц проявлялись бы одновременно, дополняя друг друга; такой теорией стала [квантовая механика](#). В 1926 М. [Борн](#) выдвинул идею о том, что волновым законам подчиняется величина, описывающая состояние частицы и называемая её [волновой функцией](#)  $\psi(x, t)$ , квадрат модуля которой определяет вероятность нахождения частицы в точке пространства с координатами

$x$  в момент времени

$t$ . Волновая функция свободно движущейся частицы с импульсом

$p$  и есть В. де Б.; в частном случае движения вдоль оси

$x$  она имеет вид плоской волны:

$$\psi(x, t) \sim \exp[i/\hbar(px - t)]$$

(где

$\hbar = h/2\pi$ ). В этом случае

$|\psi|^2 = \text{const}$ , т. е. вероятность обнаружить частицу во всех точках одинакова.

## Литература

Лит. см. при ст. [Квантовая механика](#).