Ур-ния (4) и (5) получены Г. Вейлем (H. Weyl) в 1929 и носят его имя. Вейль предположил, что (4) [либо (5)] может быть ур-нием для безмассовой частицы со спином $^1/_2$. Гипотеза Вейля была вскоре подвергнута критике В. Паули (W. Pauli) на том основании, что ур-ния (4) и (5) не инвариантны относительно *пространственной инверсии* [«... эти волновые ур-ния... не инвариантны относительно зеркального отображения (перемены правого на левое) и вследствие этого неприменимы к физическим объектам». В. Паули, «Общие принципы волновой механики», М.—Л., 1947, с. 254]. Об ур-ниях Вейля вспомнили в 1957 после эксперим. открытия несохранения *чётности* в слабом взаимодействии. Л. Д. Ландау, Ли Цзундао (Lee Tsung Dao) и Янг Чжэньнин (Yang Chen Ning) и А. Салам (A. Salam) предположили, что нейтрино описывается двухкомпонентным вейлевским спинором ψ_+ либо ψ_- (теория двухкомпонентного нейтрино; см. *Нейтрино*). Ландау основывался на гипотезе *CP*-инвариантности и предположил, что нейтрино является вейлевской частицей, поскольку ур-ния Вейля инвариантны относительно *CP*-преобразования. Эксперимент подтвердил теорию двухкомпонентного нейтрино.

Лит.: Ландау Л. Д., Об одной возможности для поляризационных свойств нейтрино, «ЖЭТФ», 1957, т. 32, с. 407.

С. М. Биленький.

ВЕЙСБАХА ФО́РМУЛА — формула для расчёта потерь *напора* на местных сопротивлениях при течении несжимаемой жидкости в каналах: $h=\zeta v^2/2g$, где h — местная потеря напора, v — ср. скорость за местом, где происходит потеря напора, ζ — коэф. местного сопротивления. Предложена Ю. Вейсбахом (J. Weisbach) (1855).

ВЕ́КТОР СОСТОЯ́НИЯ (амплитуда состояния; символ $|\Phi\rangle$ или $|\rangle$, предложен П. А. М. Дираком) — основное понятие *квантовой механики*, матем. объект, задание к-рого в определ. момент времени полностью определяет состояние квантовомеханич. системы и, при известных взаимодействиях, её дальнейшую эволюцию. Тот факт, что объект, описывающий состояние в квантовой механике, в матем. отношении должен представлять собой вектор, вытекает из осн. принципа квантовой механики — принципа суперпозиции состояний (см. *Суперпозиции принцип*). Из этого принципа следует также, что совокупность В. с. к.-л. физ. системы образует комплексное векторное пространство, к-рое может быть конечномерным или бесконечномерным в зависимости от того, содержит ли оно конечное или бесконечное число линейно независимых В. с. Исходя из определения скалярного произведения В. с., можно каждому вектору $|A\rangle$ этого пространства взаимно однозначно сопоставить сопряжённый (дуальный) ему вектор $\langle A|$, связанный с $|A\rangle$ след. соотношениями: если $|A\rangle=c_1|A_1\rangle+c_2|A_2\rangle$, где c_1, c_2 — произвольные комплексные числа, то $\langle A|=c_1^*\langle A_1|+c_2^*\langle A_2|$ (* означает комплексное сопряжение). По терминологии, предложенной Дираком, вектор $|A\rangle$ наз. «кет», а сопряжённый ему вектор $\langle A|$ — «бра», что отвечает разбиению англ. слова bracket (скобка) на две части. Если координаты вектора «кет» $|A\rangle$ в к.-л. базисе представлять в виде столбца $\binom{a_1}{a_2}$, то координаты вектора «бра» $\langle A|$ в сопряжённом базисе могут быть представлены строкой из комплексно-сопряжённых чисел: $(a_1^*, a_2^*, \ldots)$, а скалярное произведение двух В. с. $|A\rangle$ и $|B\rangle$, обозначаемое $\langle A|B\rangle$ (причём $\langle A|B\rangle=\langle B|A\rangle^*$), получается по правилам матричного умножения (см. *Матрица*) путём умножения строки, отвечающей $\langle A|$, на столбец, отвечающий $|B\rangle$. Вследствие взаимно однозначного соответствия между векторами «кет» и «бра» любое состояние динамич. системы может быть описано с помощью как В. с. «кет», так и В. с. «бра».

Скалярное произведение В. с. $|A\rangle$ само на себя наз. нормой $|A\rangle$. Оно представляет собой обобщение квадрата длины обычного вектора. В квантовой механике постулируется, что В. с. динамич. системы обладают конечной неотрицат. нормой: $\langle A|A\rangle\geqslant 0$. (Для В. с., отвечающих «нефизическим» переменным, это требование может быть ослаблено; см. *Индефинитная метрика*.)

В пространстве В. с. имеет смысл понятие ортогональности, к-рое является обобщением соответствующего понятия для обычных векторов: два В. с. $|A\rangle$ и $|B\rangle$ наз. ортогональными друг другу, если $\langle A|B\rangle=0$.

Для задания произвольного В. с. динамич. системы используется в качестве ортогонального нормированного (ортонормированного) базиса совокупность В. с., отвечающих *полному набору* измеряемых физ. величин для данной системы, т. е. если величины $F, G, \ldots, H$ составляют полный набор, а $\hat F, \hat G, \ldots, \hat H$ — соответствующие им *эрмитовы операторы*, то в качестве базиса используются собственные В. с.

$$\begin{aligned}\hat F\,|F, G, \ldots, H\rangle &= F\,|F, G, \ldots, H\rangle,\\ \hat G\,|F, G, \ldots, H\rangle &= G\,|F, G, \ldots, H\rangle,\\ \hat H\,|F, G, \ldots, H\rangle &= H\,|F, G, \ldots, H\rangle.\end{aligned}\tag{1}$$

где $F, G, \ldots, H$ (обозначим их набор для краткости одной буквой n) — *собственные значения* операторов $\hat F, \hat G, \ldots, \hat H$. Если n образуют дискретный спектр, то соответствующие им собственные В. с. могут быть нормированы на единицу:

$$\langle n\,|\,n'\rangle=\delta_{nn'};\tag{2}$$

здесь $|n'\rangle=|F', G', \ldots, H'\rangle$, $\delta_{nn'}=\delta_{FF'}\delta_{GG'}\ldots\delta_{HH'}$ — символ Кронекера: $\delta_{nn'}=0$, если $n\neq n'$ и $\delta_{nn'}=1$, если $n=n'$ (т. е. если $F=F'$, $G=G'$, ..., $H=H'$). Произвольный В. с. динамич. системы $|\Phi\rangle$ может быть представлен в виде разложения:

$$|\Phi\rangle=\sum\nolimits_n c_n\,|n\rangle,\tag{3}$$

где c_n — координаты В. с. $|\Phi\rangle$ в базисе $|n\rangle$ — представляют собой ф-цию переменных n,

$$c_n=\langle n\,|\,\Phi\rangle=\psi(n).$$

Ф-ция $\psi(n)$ наз. *волновой функцией* в представлении величин n. Квадрат модуля волновой ф-ции $|\psi(n)|^2$, согласно статистич. интерпретации квантовой механики, равен вероятности того, что для системы, находящейся в состоянии, описываемом В. с. $|\Phi\rangle$, набор определяющих состояние величин равен n. Т. о., волновая ф-ция представляет собой амплитуду вероятности. Поскольку задание волновой ф-ции полностью определяет В. с. $|\Phi\rangle$ динамич. системы, можно вычислить вероятности возможных значений K_i любой другой физ. величины K, не входящей в полный набор (n). Для этого В. с. $|\Phi\rangle$ должен быть разложен по В. с., отвечающим другому полному набору величин, включающему величину K (см. *Представлений теория*).

Если собств. значения n (или нек-рые из них) образуют сплошной спектр, суммирование в (3) заменяется интегрированием по соответствующим величинам, а условие (2) нормировки собственных В. с. на единицу заменяется условием нормировки на *дельта-функцию*:

$$\langle n\,|\,n'\rangle=\delta(n-n').\tag{2'}$$

Квадрат модуля волновой ф-ции в этом случае равен плотности вероятности данного состояния. Вероятность dw того, что для системы с В. с. $|\Phi\rangle$ величины (n) будут обнаружены в интервалах $n+dn$, равна:

$$dw=|\,\psi(n)\,|^2\,dn.$$

Формально условие (2′) противоречит постулату квантовой механики, требующему существования конечной нормы В. с. Это связано с тем, что В. с., отвечающий