ре с отождествлёнными диаметрально противоположными точками). Группа $O(3)$ состоит из двух связных компонент, каждая из к-рых совпадает с $SO(3)$. В качестве параметров удобно выбрать т.н. *Эйлера углы* φ, θ и ψ.

Связь новых координат со старыми имеет вид

$$x'_i = M_{ik}(\varphi,\ \theta,\ \psi)\, x_k, \qquad (*)$$

где

$$M_{ik}(\varphi,\ \theta,\ \psi) = g_1(\varphi)\, g_2(\theta)\, g_1(\psi),$$

$$g_1(\varphi) = \begin{pmatrix} \cos\varphi & -\sin\varphi & 0 \\ \sin\varphi & \cos\varphi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad g_2(\theta) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & -\sin\theta \\ 0 & \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}.$$

При последоват. выполнении двух вращений матрицы M_{ik} перемножаются.

Матрицы M_{ik} образуют одно из представлений В. г., наз. присоединённым. Матрица M_{ik} определяет преобразование при повороте не только самих координат, но и любых векторов: связь компонент вектора в старых координатах и в новых также определяется ф-лой (*). Существуют и др. представления В. г. Простейшее представление — скалярное: скаляры вообще не преобразуются при повороте. Более сложные представления связаны с преобразованием компонент тензоров второго и более высокого рангов. В пространстве дифференцируемых ф-ций $f(\theta,\ \varphi)$, заданных на поверхности сферы единичного радиуса, базис представлений В. г. образуют *сферические функции*. Преобразование этого базиса при вращениях описывается матрицей представления, элементами которой являются *Вигнера функции*.

В квантовой механике важную роль играют представления, связанные с преобразованием при повороте волновой ф-ции системы с определ. значением углового момента J. Скалярное представление соответствует $J=0$, векторное — случаю $J=1$ (в единицах $\hbar$), $J=2$ соответствует симметричному тензору второго ранга с равным нулю следом и т. д. Представлениями с определ. значением J исчерпываются все возможные представления $SO(3)$.

Часто вводят также представления в виде матриц чётного ранга, связанные с преобразованием при повороте волновых ф-ций систем с полуцелым *спином*. Они не являются настоящими представлениями В.г., т. к. волновая ф-ция при повороте на 2π вокруг нек-рой оси меняет знак. Причина этого в том, что полуцелый спин не описывается последовательно в рамках нерелятивистской квантовой механики, для его описания следует привлекать *Лоренца группу*. Однако в ряде задач, когда все релятивистские явления сводятся к наличию спина, можно рассматривать двузначные представления В.г., где каждому вращению соответствует не одна унитарная матрица, а две, различающиеся знаком матрицы. Двузначным (спинорным) представлениям $SO(3)$ соответствуют истинные представления накрывающей группы $SU(2)$.

Произведение неприводимых представлений В. г. не является неприводимым, но может быть разложено в прямую сумму неприводимых представлений. Коэф. этого разложения (*Клебша — Гордана коэффициенты*) используют в квантовой механике при вычислении матричных элементов разл. операторов и при построении волновых ф-ций составных систем.

Вращение на малый угол можно представить в виде $\hat{M} = 1 + \hat{T}_{12}\varphi_{12} + \hat{T}_{13}\varphi_{13} + \hat{T}_{23}\varphi_{23}$, где $\hat{M}$ — матрица вращения в нек-ром представлении, φ_{mn} — малые углы поворота в трёх независимых плоскостях, а $\hat{T}_{mn}$ — фиксиров. матрицы, к-рые в данном представлении наз. генераторами В. г. В квантовой механике генераторы В. г. имеют наглядный физ. смысл и совпадают с операторами углового момента $\hat{J}$. Некоммутативность В. г. отражается в том факте, что коммутатор $[\hat{J}_m,\ \hat{J}_n]$ отличен от нуля при $m \neq n$.

Отметим, что в нек-рых физ. задачах находят применение и группы $O(n)$ с $n>3$. Так, группа $O(4)$ оказалась полезной при классификации состояний атома водорода, в теории гравитации интерес представляет связанная с группой $O(5)$ *де Ситтера группа*, при попытках построения единой квантовой теории поля используют В.г. высших размерностей вплоть до $O(32)$.

Лит.: Любарский Г. Я., Теория групп и её применение в физике, М., 1958; Гельфанд И. М., Минлос Р. А., Шапиро З. Я., Представления группы вращений и группы Лоренца и их применения, М., 1958; Юцис А. П., Левинсон И. Б., Ванагас В. В., Математический аппарат теории момента количества движения, Вильнюс, 1960; Петрашень М. И., Трифонов Е. Д., Применение теории групп в квантовой механике, М., 1967. *А. В. Смилга.*

ВРАЩЕ́НИЯ ОБРАЗЦА́ МЕ́ТОД — один из методов *рентгеновского структурного анализа*.

ВРЕ́МЕНИ ОБРАЩЕ́НИЕ — см. *Обращение времени*.

ВРЕМЕНИПОДО́БНЫЙ ВЕ́КТОР — четырёхмерный вектор в пространстве-времени спец. теории относительности (*Минковского пространстве-времени*), квадрат временно́й компоненты к-рого больше суммы квадратов пространственных компонент. Квадрат длины В.в. (A) в метрике Минковского положителен:

$$(A)^2 = A^\mu A_\mu = (A^0)^2 - (A^1)^2 - (A^2)^2 - (A^3)^2.$$

Здесь A^0 — временна́я, A^1, A^2, A^3 — пространственные компоненты ($\mu = 0, 1, 2, 3$). С помощью *Лоренца преобразований* последние могут быть обращены в нуль, т. е. существует система отсчёта, в к-рой данный В. в. характеризуется единственной, временно́й компонентой $A^{0'}$. Поскольку величина $(A)^2$ инвариантна при преобразованиях Лоренца, $A^{0'} = \sqrt{(A)^2}$. Очевидно, любой В. в. остаётся времениподобным при переходе в произвольно движущуюся инерциальную систему отсчёта.

Важным примером В. в. в релятивистской механике является вектор четырёхмерной скорости частицы с ненулевой массой покоя: $u^\mu = dx^\mu/ds$ — касат. вектор к *мировой линии* $x^\mu(s)$ частицы (s — *интервал*). Этот вектор в метрике Минковского имеет единичную длину, $u^2 = 1$, а система отсчёта, в к-рой его пространственные компоненты равны нулю, является системой покоя частицы (*собственной системой отсчёта*). В этой системе направление u^μ совпадает с направлением оси времени. С В. в. u^μ связан соотношением пропорциональности другой В. в. — четырёхмерный импульс $p^\mu = mu^\mu$ (m — масса частицы; используется система единиц, в к-рой скорость света $c=1$). Временна́я компонента этого вектора равна полной энергии $\mathcal{E}$ частицы с учётом энергии покоя, $p^2 = p^\mu p_\mu = \mathcal{E}^2 - \boldsymbol{p}^2 = m^2$ ($\boldsymbol{p}$ — трёхмерный импульс).

В пространстве-времени Минковского времениподобным будет любой вектор, лежащий внутри *светового конуса*, вершина к-рого совмещена с его началом. Такой В. в. соединяет точки, отвечающие событиям, к-рые могут быть причинно связаны между собой. Соответствующий интервал (длина этого вектора) также наз. времениподобным. *Д. В. Гальцов.*

ВРЕМЕННО́Е СОПРОТИВЛЕ́НИЕ — см. *Прочности предел*.

ВРЕ́МЯ — форма существования материи, выражающая порядок изменения объектов и явлений действительности. См. *Пространство и время*.

ВРЕ́МЯ ВОЗВРА́ТА — промежуток времени, требующийся для возвращения замкнутой системы в первоначальное состояние. Согласно *Пуанкаре теореме*, стационарное движение консервативной механич. системы квазипериодично, т. е. по истечении нек-рого промежутка времени, наз. В.в., система вернётся с какой угодно степенью точности в своё первонач. положение.

ВРЕ́МЯ ЖИ́ЗНИ нестабильного состояния квантовомеханической системы — время, в течение к-рого вероятность обнаружить систему в данном состоянии уменьшается в e раз. В. ж. характеризует скорость перехода квантовомеханич. системы из данного во все др. состояния. Обычно поня-