Аналогично (2), схемам связи (1б, 1в) отвечают векторы состояния $|j_2j_3(j_{23})j_1jm\rangle$ и $|j_1j_3(j_{13})j_2jm\rangle$.

Р. к. характеризуют соотношения между состояниями, отвечающими указанным разл. схемам связи. Переход от одной схемы связи к другой осуществляется унитарным преобразованием (матрицей), элементы к-рого отличаются от Р. к. $W(j_1j_2jj_3;\ j_{12},\ j_{23})$ только нормировочными множителями:

$$|j_1j_2j_3(j_{23})jm\rangle=\sum_{j_{12}}U(j_{12},j_{23})|j_1j_2(j_{12})j_3jm\rangle,$$
$$U(j_{12},j_{23})=[(2j_{12}+1)(2j_{23}+1)]^{1/2}W(j_1j_2jj_3;j_{12},j_{23}). \tag{3}$$

Отсюда следует, что Р. к. могут быть выражены через суммы от произведения четырёх коэффициентов Клебша — Гордана. Поэтому Р. к. всегда вещественны и отличны от нуля только в том случае, когда для каждой из троек моментов $(j_1,\ j_2,\ j_{12})$, $(j_2,\ j_3,\ j_{23})$, $(j_{12},\ j_3,\ j)$ и $(j_1,\ j_{23},\ j)$ выполнено условие треугольника (т. е., напр., $|j_1-j_2|\leqslant j_{12}\leqslant j_1+j_2$ и т. д.).

Вместо Р. к. часто используют *Вигнера 6j-символы*, к-рые отличаются от Р.к. выбором фазового множителя:

$$\begin{Bmatrix} j_1 j_2 j_{12} \\ j_3 j j_{23} \end{Bmatrix}=(-1)^{j_1+j_2+j_3+j}W(j_1j_2jj_3;j_{12},j_{23}). \tag{4}$$

Р. к. обладают многочисл. свойствами симметрии, напр.,

$$W(abcd;ef)=W(cdab;ef)=W(acbd;fe)=$$
$$=(-1)^{b+c-e-f}W(aefd;bc)=(-1)^{a+d-e-f}W(ebcf;ad) \tag{5}$$

(полный список соотношений симметрии см. в [1—3]). Имеются также рекуррентные соотношения, связывающие между собой Р. к., в к-рых индексы изменяются на $^1/_2$ или 1.

Общие ф-лы для Р. к., справедливые при произвольных значениях моментов, чрезвычайно громоздки и мало пригодны для вычислений. Однако в тех случаях, когда один из моментов (напр., j_3) невелик, Р. к. нетрудно подсчитать по сравнительно простым алгебраич. ф-лам. Простейшие из них имеют вид

$$W(j_1j_2j0;j,j_2)=[(2j_2+1)(2j+1)]^{-1/2},$$
$$W(j_1j_2j{}^1/_2;j-{}^1/_2,j_2+{}^1/_2)=$$
$$=\left[\frac{(j+j_1+j_2+{}^3/_2)(1-j_1+j_2+{}^1/_2)}{j(2j+1)(j_2+1)(2j_2+1)}\right]^{1/2},\ldots$$

(табл. таких ф-л вплоть до $j_3=4$ см. в [1]). Имеются также численные табл. Р. к. и 6j-символов для конкретных (и не очень больших, $j_i\leqslant 3$) значений моментов [1, 2]. Подробное изложение теории Р. к., основанное на методах теории групп, содержится в [3].

Обобщением Р. к. являются 9j-символы, или коэф. Фано (к-рые определяются как коэф. преобразования между разл. схемами сложения четырёх моментов), и в общем случае 3nj-символы [1, 3]. Для упрощения громоздких вычислений в задачах сложения большого числа моментов можно использовать спец. диаграммную технику [1, 3].

Лит.: 1) Варшалович Д. А., Москалев А. Н., Херсонский В. К., Квантовая теория углового момента, Л., 1975; 2) Юцис А. П., Бандзайтис А. А., Теория момента количества движения в квантовой механике, Вильнюс, 1977; 3) Баденхари Л., Лаук Дж., Угловой момент в квантовой физике, пер. с англ., т. 1—2, М., 1984. *В. С. Попов.*

РАМАНА ЭФФЕКТ (комбинационное рассеяние света) — рассеяние света веществом, сопровождающееся изменением его длины волны, к-рое связано с колебаниями и вращениями молекул вещества. Открыт в 1928 Г. С. Ландсбергом и Л. И. Мандельштамом на кристаллах и Ч. В. Раманом (Ch. V. Raman) и К. С. Кришнаном (K. S. Krishnan) на жидкостях. Термин «Р. э.» распространён в заруб. литературе. Подробнее см. *Комбинационное рассеяние света.*

РАМЗАУЭРА ЭФФЕКТ — аномальное (с позиций класcич. физики) взаимодействие электронов с нейтральными атомами нек-рых газов, заключающееся в резком уменьшении сечения упругого рассеяния электронов при небольших ($\lesssim 1$ эВ) энергиях столкновения. Р. э. выражается в наличии глубокого минимума в сечении рассеяния, в неск. раз меньшего, чем сечение рассеяния при нулевой энергии электронов, так что электроны с энергией $\lesssim 1$ эВ проходят сквозь газ, слабо рассеиваясь. Эффект установлен в 1921 К. Рамзауэром (C. Ramsauer) при изучении рассеяния электронов в аргоне. Р. э. относится как к полному сечению рассеяния, так и к сечению переноса (диффузионному и др.).

Для понимания природы Р. э. сечение рассеяния можно представить в виде суммы парциальных сечений, отвечающих разным моментам столкновения. При нулевой энергии электрона только парциальное сечение для нулевого момента столкновения отлично от нуля. При небольших энергиях электрона, когда др. парциальные сечения ещё малы, это сечение обращается в нуль, что приводит к глубокому минимуму в сечении. Р. э. возможен только при рассеянии электрона на атомах с замкнутой электронной оболочкой, когда имеется только одно электронное состояние системы электрон — атом. Др. условием реализации Р. э. является отрицат. длина рассеяния электрона на атоме (см. *Рассеяние микрочастиц*), что обеспечивает обращение в нуль парциального сечения рассеяния с нулевым моментом электрона при небольших его энергиях. Указанные условия выполняются при рассеянии электрона на атомах аргона, криптона, ксенона, где и наблюдается эффект.

Лит.: Друкарев Г. Ф., Столкновения электронов с атомами и молекулами, М., 1978. *Б. М. Смирнов.*

РАНГ ГРУППЫ Ли — размерность любой из её подгрупп Картана, генерируемых подалгеброй Картана (см. *Ли алгебра*). Р. г. Ли равен рангу её алгебры Ли. Для матричных групп рангом группы является ранг матриц, образующих группу. Так как всякая группа Ли локально изоморфна нек-рой матричной группе, то её ранг равен рангу соответствующих матриц.

Лит. см. при ст. *Группа, Ли алгебра.*

РАНГ МАТРИЦЫ — число r, такое, что определитель по крайней мере одной $r\times r$-матрицы, полученной из данной *матрицы* удалением нек-рых строк и (или) столбцов, отличен от нуля, а определители всех матриц размерности больше r равны нулю. Р. м. равен наиб. числу линейно независимых строк или столбцов. Квадратная матрица порядка n является невырожденной тогда и только тогда, когда её ранг $r=n$. Понятие Р. м. позволяет наиб. просто сформулировать условие совместности системы линейных ур-ний: m линейных алгебраич. ур-ний с n неизвестными совместны тогда и только тогда, когда Р. м. коэффициентов равен рангу расширенной матрицы. *С. И. Азаков.*

РАСКЛИНИВАЮЩЕЕ ДАВЛЕНИЕ — понятие, относящееся к термодинамике тонких жидких плёнок и характеризующее интенсивность силового взаимодействия между разделяющими (по Дж. У. Гиббсу; J. W. Gibbs) поверхностями в таких плёнках. Подробнее см. *Термодинамика тонких плёнок.* *В. Г. Бабак.*

РАСПАДНАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ ВОЛН — одна из разновидностей параметрич. неустойчивостей, возникающая в нелинейной среде при распространении в ней волн (напр., в плазме). Р. н. в. заключается в том, что в присутствии волны накачки (с частотой ω_0 и волновым вектором $\mathbf{k}_0$), превышающей нек-рый порог по амплитуде, возбуждаются и нарастают по экспоненте одновремен. две волны ω_1, $\mathbf{k}_1$ и ω_2, $\mathbf{k}_2$, удовлетворяющие условию:

$$\omega_0=\omega_1+\omega_2,$$
$$\mathbf{k}_0=\mathbf{k}_1+\mathbf{k}_2.$$