Если взаимодействие в системе зависит лишь от относит. расстояний между частицами и отсутствуют внеш. поля, нарушающие однородность пространства, то полный импульс $\boldsymbol{P}=\boldsymbol{p}_1+\boldsymbol{p}_2+\ldots+\boldsymbol{p}_n$ сохраняется и его можно обратить в 0, переходя в систему центра масс частиц. В результате число независимых импульсов, от к-рых зависит волновая ф-ция, уменьшается на единицу.

Сопоставим И. п. с *конфигурационным представлением*, ограничиваясь для простоты случаем одной частицы. Пусть $\varphi(\boldsymbol{p})=\langle p|\psi\rangle$ — волновая ф-ция данной частицы в И. п. По определению, оператор импульса $\hat{\boldsymbol{p}}$ при этом диагонален: $\hat{\boldsymbol{p}}\varphi(\boldsymbol{p})=\boldsymbol{p}\varphi(\boldsymbol{p})$. Оператор координаты выглядит как $\hat{\boldsymbol{x}}=i\hbar\partial/\partial\boldsymbol{p}$, что согласуется с перестановочными соотношениями $[x_i, p_k]=i\hbar\delta_{ik}$ ($i=1, 2, 3$), δ_{ik} — символ Кронекера. Переход к конфигурац. представлению, в к-ром волновая ф-ция частицы имеет вид $\varphi(\boldsymbol{x})=\langle\boldsymbol{x}|\psi\rangle$, осуществляется с помощью трёхмерного преобразования Фурье:

$$\varphi(\boldsymbol{x})=\langle\boldsymbol{x}\mid\psi\rangle=\int\langle\boldsymbol{x}\mid\boldsymbol{p}\rangle d\boldsymbol{p}\langle\boldsymbol{p}|\psi\rangle=$$

$$=\frac{1}{(2\pi)^{3/2}}\int\exp(i\boldsymbol{x}\boldsymbol{p})\,d\boldsymbol{p}\,\varphi(\boldsymbol{p}).$$

Обратное преобразование отличается знаком в показателе экспоненты:

$$\varphi(\boldsymbol{p})=\frac{1}{(2\pi)^{3/2}}\int\exp(-i\boldsymbol{p}\boldsymbol{x})\,d\boldsymbol{x}\,\varphi(\boldsymbol{x}).$$

Симметрия между прямым и обратным преобразованиями Фурье является причиной сходства формулировок теории в импульсном и конфигурац. представлениях. В нек-рых случаях эти две формулировки оказываются тождественными. Так, операторы угл. момента $\hat{L}_i (i=1, 2, 3)$ имеют один и тот же вид в обоих представлениях:

$$\hat{L}_3\varphi(\boldsymbol{x})=\frac{\hbar}{i}\left(x_1\frac{\partial}{\partial x_2}-x_2\frac{\partial}{\partial x_1}\right)\varphi(\boldsymbol{x}),$$

$$\hat{L}_3\varphi(\boldsymbol{p})=\frac{\hbar}{i}\left(p_1\frac{\partial}{\partial p_2}-p_2\frac{\partial}{\partial p_1}\right)\varphi(\boldsymbol{p})$$

и т. п. Ещё один подобный пример даёт задача о линейном гармонич. *осцилляторе* с гамильтонианом

$$\hat{H}=\hat{p}^2/2m+m\omega^2\hat{x}^2/2$$

(m — масса осциллятора, ω — частота). При её решении можно применять как И. п., так и конфигурац. представление. В обоих случаях волновая ф-ция будет выражаться через полиномы Эрмита (см. *Ортогональные полиномы*), что находится в соответствии с инвариантностью этих полиномов относительно преобразования Фурье.

Наиб. важное и адекватное применение И. п. находит в квантовомеханич. теории рассеяния, в частности в формализме Липмана—Швингера (см. *Липмана—Швингера уравнение*). Особенно возрастает роль И. п. при переходе к релятивистскому описанию взаимодействий частиц в *квантовой теории поля*, где оно объединяется с энергетич. представлением в рамках одного четырёхмерного p-представления. Конфигурац. представление здесь менее употребительно ввиду невозможности локализации релятивистских частиц с точностью лучшей, чем комптоновская длина волны $\hbar/mc$.

В. Г. Кадышевский.

ИМПУЛЬСНОЕ ПРОСТРА́НСТВО, пространство, точки к-рого определяют значения импульсов структурных элементов (частиц) системы. В общем случае — пространство обобщённых импульсов — переменных, канонически сопряжённых *обобщённым координатам*. Размерность И. п. равна полному числу обобщённых координат, т. е. числу степеней свободы S. Так, для системы N частиц без внутр. степеней свободы размерность И. п. $S=3N$.

И. п. является подпространством, образующим вместе с пространством обобщённых координат *фазовое пространство* системы. При классич. описании (замкнутой) системы с S степенями свободы каждое состояние системы в любой момент времени полностью определяется значением S обобщённых координат q_i и S обобщённых импульсов p_i, т. е. задаётся определ. точкой в фазовом пространстве. Соответственно каждая точка И. п. однозначно фиксирует импульсы составляющих систему частиц. В квантовой механике, согласно *неопределённостей соотношению*, частицы не могут характеризоваться одновременно точно определёнными значениями координат и импульсов. Поэтому имеет смысл говорить только о числе состояний $\Delta\Gamma(q_i, p_i)$ в данном (малом) объёме фазового пространства $\prod_i\Delta p_i\Delta q_i$ вокруг точки с координатами $\{q_i, p_i\}$. При этом число состояний в И. п. $\Delta\Gamma(p_i)$ получается из $\Delta\Gamma(q_i, p_i)$ суммированием по всем точкам пространства обобщённых координат q_i (см. *Плотность состояний*). Для систем, допускающих квазиклассич. описание, $\Delta\Gamma=\prod_i\Delta q_i\Delta p_i/(2\pi\hbar)^S$. Кроме того, описание квантовомеханич. систем носит вероятностный характер и обеспечивается заданием матрицы плотности (для замкнутых систем — волновых ф-ций). Каждой точке И. п. соответствует определ. матрица плотности системы в импульсном представлении, что позволяет определить все усреднённые характеристики системы в этой точке и импульсные распределения (см. *Импульсное представление* квантовой механики). Состояние системы полностью характеризуется определ. значениями импульсов составляющих её частиц только для системы свободных невзаимодействующих частиц.

Во мн. задачах удобно переходить от пространств. описания систем к импульсному, при к-ром обычное конфигурац. пространство отображается, как правило преобразованием Фурье, в И. п., а пространств. дифференцированию или интегрированию соответствуют алгебраич. операции.

В физике твёрдого тела под И. п. понимают пространство *квазиимпульсов*. В этом случае области физически различных состояний *квазичастиц* в И. п. соответствует одна элементарная ячейка *обратной решётки* кристалла (см. *Бриллюэна зона*). В И. п. задаётся большинство свойств квазичастиц в твёрдых телах — энергетич. спектры и зоны, поверхность Ферми и пр. (см. *Зонная теория*), а также ф-ции распределения (матрицы плотности), волновые ф-ции и Грина функции квазичастиц в импульсном представлении.

А. Э. Мейерович.

ИМПУЛЬСНЫЕ УСТРО́ЙСТВА — устройства, предназначенные для генерирования и преобразования импульсных сигналов, а также сигналов, форма к-рых характеризуется быстрыми изменениями, чередующимися со сравнительно медленными процессами (паузами).

И. у. применяют в разл. радиоэлектронных устройствах и электронных системах, включая ЭВМ. Они входят в состав многих физ. приборов и установок, в частности связанных с физикой элементарных частиц: ускорителей, анализаторов излучений и др. В эксперим. ядерной физике процессы в *детекторах* частиц преобразуются в электрич. импульсы, к-рые затем подвергают временно́му и амплитудному анализу. При временно́м анализе устанавливают временны́е характеристики одиночных импульсов и потоков импульсов. Амплитудный анализ состоит в установлении распределения амплитуд импульсов (см. *Амплитудный анализатор*, *Амплитудный дискриминатор*).

Импульсы. В большинстве случаев в И. у. используют видеоимпульсы — кратковрем. униполярные изменения тока или напряжения, разделённые паузами (см. также *Импульсный сигнал*). Различают след. элементы видеоимпульса: резкий подъём (фронт), медленно меняющуюся часть (вершину), быстрый спад