

ний осей четырёхмерной системы относительно начала координат. В отличие от трансляций и вращений, эта симметрия не является точной. Соответствующий ей закон сохранения чётности (см. *Чётность* нарушается в слабых взаимодействиях).

В квантовой теории поля (КТП) существует глубокая, по ещё не понятая до конца связь между П. с. и *внутренними симметриями*. Наиб. ярким примером такой связи являются теорема СРТ и тот факт, что *СР-чётность* сохраняется с большей точностью, чем пространственная чётность (*Р-чётность*). Другой пример: некие модели КТП формулируются в пространстве с числом измерений, большим четырёх. При этом многие внутр. симметрии в «нашем» четырёхмерном пространстве являются следствием П. с. в пространстве большего числа измерений.

**ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ ЗАРЯД** (объёмный заряд) — электрич. заряд  $q$ , распределённый в объёме  $V$  так, что его плотность  $\rho = dq/dV$  конечна. П. з. определяет пространственное распределение потенциала  $\phi$  и напряжённости поля  $E$  согласно *Пуассона уравнению*, к-рое для среды с постоянной диэлектрич. проницаемостью  $\epsilon$  можно записать так:  $\Delta\phi = \text{div}E = -4\pi\rho/\epsilon$ . П. з. образуется, когда локальные концентрации положит. и отрицат. носителей заряда взаимно не компенсируются, а это в свою очередь связано с различием в механизмах образования заряд. частиц разного знака и различием в скоростях ухода таких частиц на границы объёма. Плотность П. з.  $\rho = e\sum Z_i n_i$ , где  $n_i$  — концентрация и  $Z_i e$  — заряд носителей данного  $i$ -го сорта;  $Z_i$  имеет знак носителя, так что для электрона или одновалентного отрицат. иона  $Z = -1$ .

Поскольку свободные электрич. заряды не могут образовать объёмную статически равновесную систему (см. *Ирришюу теорема*), реальные условия возникновения П. з. связаны обычно с процессом прохождения тока. П. з. образуются вблизи электродов при прохождении тока через электролит, на границе двух полупроводников с разл. проводимостью, в вакууме вблизи эмитирующего электроны катода, в газовом разряде вблизи электродов, стенок, в местах с резким изменением поперечного сечения. Образованию П. з. способствует наличие в среде носителей заряда с разными коэф. диффузии. Напр., в плазме большой коэф. диффузии электронов по сравнению с положит. ионами приводит к возникновению избыточного положит. заряда и, как следствие, — направленного из плазмы поля. Под действием этого поля диффузия электронов замедляется, в результате макроскопич. диффузионные потоки ионов и электронов выравниваются (*амбиполярная диффузия*). П. з. экранирует и внешнее электрич. поле, приложенное к плазме, препятствуя его проникновению в плазму. Вследствие такой экранировки характерная глубина проникновения электрич. поля в плазму порядка *дебаевского радиуса экранирования*. Этот эффект определяет также значение *диэлектрической проницаемости* плазмы, к-рое меньше соответствующего значения в вакууме.

Образование П. з. определяет распределение потенциала и вид *вольт-амперных характеристик* при прохождении тока в вакууме и отд. областях газового разряда. Плотность П. з. зависит от плотностей тока  $j_i$  и скоростей  $u_i$  соответствующих носителей заряда. Т. к. ток направлен от большего потенциала к меньшему, то, понимая под  $j_i$  абс. величину плотности тока и учитывая знак  $u_i$ , можно написать  $\rho = -\sum j_i/u_i$ . При движении электронов в вакууме с нулевой нач. скоростью на катоде скорость  $u_i$  задаётся пройденной разностью потенциалов, так что для одномерной задачи

$$\frac{d^2\phi}{dx^2} = 4\pi j \left( \frac{2e\phi}{m} \right)^{-1/2},$$

где  $m$  — масса электрона. Интегрирование этого ур-ния при нач. условиях  $\phi = 0$  и  $E = 0$  при  $x = 0$  приводит к зависимости  $\phi \propto x^{3/2}$  и к вольт-амперной характери-

стике, определяемой «законом  $3/2$ » (см. *Ленгмюра формула*).

Решение аналогичной задачи для положит. ионов в газе зависит от характера движения ионов (см. *Поведенность* электронов и ионов). В слабых полях  $u \propto E$ , в сильных  $u \propto E^{1/2}$ . В первом случае получается  $j \propto \phi_a^2$ , во втором  $j \propto \phi_a^{3/2}$ . Поля, создаваемые П. з. в газе, определяют многие свойства разряда (временной ход развития разряда, образование *стримеров*, плазменные колебания и пр.). Образование П. з. влияет на нарастание электронной лавины, распространяющейся в газе высокого давления. В этом случае при превышении определённого числа зарядов в лавине ( $\sim 10^6$ ) П. з. ионов, поле к-рого направлено противоположно внеш. электрич. полю, частично экранирует его и тем самым снижает эффективность размножения носителей в лавине и уменьшает скорость её распространения (см. *Лавина электронная*).

П. з., возникающий при распространении пучка электронов через вакуум, служит причиной угл. расходимости пучка. В результате магн. взаимодействия электронов пучка эффект расходимости с ростом энергии электронов пучка уменьшается. При распространении электронного пучка в газе расходимость также уменьшается в связи с экранирующим действием П. з. положит. ионов.

Поскольку  $\rho$  определяется алгебраич. суммой зарядов разных носителей, наличие в объёме зарядов противоположных знаков может привести к частичной или полной компенсации П. з. Примерами могут служить плазма, в к-рой концентрации ионов и электронов почти равны, и прикатодная область в разряде с накалённым катодом, где положит. ионы практически компенсируют заряд электронов, благодаря чему падение потенциала в таком разряде невелико и почти не зависит от тока.

Ур-ние Пуассона, применяющееся в указанных выше случаях, предполагает, что П. з. распределён непрерывно по всему рассматриваемому объёму. В действительности поле П. з. складывается из полей отд. носителей. Поэтому приведённые зависимости  $\phi$  и  $E$  есть величины, усреднённые для областей, линейные размеры к-рых велики по сравнению со средним расстоянием между носителями, т. е. с длиной порядка  $(\lambda_{De})^{-1/2}$ . Хаотически меняющиеся во времени локальные поля должны вычисляться непосредств. наложением полей отд. носителей с учётом их статистич. распределения.

Лит.: Капцов Н. А., Электрические явления в газах и вакууме, 2 изд., М.—Л., 1950; Петер Г., Электронные лавины и пробой в газах, пер. с англ., М., 1968; Лозанский Э. Д., Фирсов О. Б., Теория искры, М., 1975; Райзер Ю. П., Физика газового разряда, М., 1987.

Л. А. Сена, А. В. Елецкий,

**ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ** в физике определяются в общем виде как фундам. структуры координации материальных объектов и их состояний: система отношений, отображающая координацию сосуществующих объектов (расстояния, ориентацию и т. д.), образует пространство, а система отношений, отображающая координацию сменяющих друг друга состояний или явлений (последовательность, длительность и т. д.), образует время. П. и в. являются организующими структурами разл. уровней физ. познания и играют важную роль в межуровневых взаимоотношениях. Они (или сопряжённые с ними конструкции) во многом определяют структуру (метрическую, топологическую и т. д.) фундам. физ. теорий, задают структуру эмпирич. интерпретации и верификации физ. теорий, структуру операциональных процедур (в основе к-рых лежат фиксации пространственно-временных совпадений в измерит. актах, с учётом специфики используемых физ. взаимодействий), а также организуют физ. картины мира. К такому представлению вёл весь историч. путь концептуального развития.