ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОЛЕЙ

Ре­ше­ния урав­не­ний сво­бод­но­го по­ля про­пор­цио­наль­ны опе­ра­то­рам ро­ж­де­ния и унич­то­же­ния час­тиц в ста­цио­нар­ных со­стоя­ни­ях, т. е. мо­гут опи­сы­вать лишь та­кие си­туа­ции, ко­гда с час­ти­ца­ми ни­че­го не про­ис­хо­дит.

Что­бы рас­смот­реть так­же слу­чаи, ко­гда од­ни час­ти­цы влия­ют на дви­же­ние дру­гих ли­бо пре­вра­ща­ют­ся в дру­гие, нуж­но сде­лать урав­не­ния дви­же­ния не­ли­ней­ны­ми, т. е. вклю­чить в ла­гран­жи­ан, кро­ме квад­ра­тич­ных по по­лям чле­нов, ещё и чле­ны с бо­лее вы­со­ки­ми сте­пе­ня­ми.

Ла­гран­жи­ан взаи­мо­дей­ст­вия Lint(x)Lint(x) мо­жет быть лю­бой функ­ци­ей по­лей и их пер­вых про­из­вод­ных, удов­лет­во­ряю­щей ря­ду ус­ло­вий: 1) ло­каль­но­сти взаи­мо­дей­ст­вия, тре­бую­щей, что­бы Lint(x)Lint(x) за­ви­сел от по­лей ua(x)ua(x) и их пер­вых про­из­вод­ных толь­ко в од­ной точ­ке про­стран­ст­ва-вре­ме­ни;

2) ре­ля­ти­ви­ст­ской ин­ва­ри­ант­но­сти, для вы­пол­не­ния ко­то­рой Lint(x)Lint(x) дол­жен быть ска­ля­ром от­но­си­тель­но пре­об­ра­зо­ва­ний Ло­рен­ца;

3) инвариантнoсти от­но­си­тель­но пре­об­ра­зо­ва­ний из групп внутренних сим­мет­рий, ес­ли та­ко­вые име­ют­ся у рас­смат­ри­вае­мой мо­де­ли. Для тео­рий с ком­п­лекс­ны­ми по­ля­ми су­ще­ст­ву­ет так­же тре­бо­ва­ние эр­ми­то­во­сти ла­гран­жиа­на, что обес­пе­чи­ва­ет по­ло­жи­тель­ность ве­ро­ят­но­стей всех про­цес­сов.

Кро­ме то­го, мож­но тре­бо­вать ин­ва­ри­ант­но­сти тео­рии от­но­си­тель­но не­ко­то­рых дис­крет­ных пре­об­ра­зо­ва­ний, та­ких как про­стран­ст­вен­ная ин­вер­сия, об­ра­ще­ние вре­ме­ни и за­ря­до­вое со­пря­же­ние (за­ме­няю­щее час­ти­цы на ан­ти­час­ти­цы).

До­ка­за­но (тео­ре­ма СРТ), что вся­кое взаи­мо­дей­ст­вие, удов­ле­тво­ряю­щее ус­ло­ви­ям 1–3, обя­за­тель­но долж­но быть ин­ва­ри­ант­ным от­но­си­тель­но од­но­вре­мен­но­го вы­пол­не­ния этих трёх дис­крет­ных пре­об­ра­зо­ва­ний.

Пол­ную сис­те­му урав­не­ний КТП со взаи­мо­дей­ст­ви­ем (в пред­став­ле­нии Гей­зен­бер­га) со­став­ля­ют урав­не­ния дви­же­ния, по­лу­чаю­щие­ся из пол­но­го ла­гран­жиа­на, и ка­но­ничного пе­ре­ста­но­воч­ного со­от­но­ше­ния. Точ­ное ре­ше­ние та­кой за­да­чи уда­ёт­ся най­ти лишь в не­боль­шом чис­ле слу­ча­ев (напр., для не­ко­то­рых мо­де­лей в дву­мер­ном про­стран­ст­ве-вре­ме­ни).