

УДК 372.853

А. И. СЕРЫЙ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

**О ВЗАИМОСВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ
ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ С ДРУГИМИ РАЗДЕЛАМИ ФИЗИКИ**

Дискуссии методического характера, касающиеся преподавания основ специальной теории относительности (СТО) в школе и вузе, продолжаются и в настоящее время.

В связи с этим представляется интересным рассмотреть вопросы, связанные с влиянием СТО на другие разделы физики, в виде таблиц. Под ИСО везде понимается инерциальная система отсчета.

Таблица 1 – Основные типы объектов, изучаемых в СТО

Типы объектов	Примеры вопросов, имеющих отношение к СТО	Разделы физики, с которыми связана СТО
Электромагнитные поля	Преобразования полей при переходе от одной ИСО к другой	Электродинамика
Элементарные частицы	1) кинематические релятивистские эффекты; 2) пороговая энергия реакций; 3) энергия, выделяемая при распаде; 4) зависимость полной энергии от скорости; 5) движение частиц во внешнем электромагнитном поле	Физика элементарных частиц (хотя нахождение траектории во внешнем поле может быть предметом и механики, и электродинамики)
Атомные ядра	1) энергия связи; 2) лоренц-сжатие релятивистских ядер в реакциях [1, с. 34]; 3) зависимость полной энергии от скорости	1) физика атомного ядра; 2) релятивистская ядерная физика (РЯФ)
Обычные макроскопические тела	1) кинематические релятивистские эффекты; 2) зависимость полной энергии от скорости	Механика (хотя часто такие примеры похожи на научную фантастику)
Звезды	1) гравитационный дефект массы; 2) источники энергии звезд	Астрофизика

По таблице 1 можно сделать следующие замечания.

1. Релятивистские кинематические и динамические эффекты, относящиеся к обычным макроскопическим телам, в настоящее время нередко похожи на научную фантастику просто в силу того, что инженерно-технические возможности пока еще не позволяют их наблюдать.

2. В РЯФ используются определенные результаты, полученные в рамках СТО; т.е. РЯФ базируется на СТО (и не только на СТО), но не наоборот.

Таблица 2 – Примеры связи отдельных вопросов, изучаемых в СТО, с фундаментальными взаимодействиями

Взаимодействие	Преобразования полей	Энергия связи и дефект массы
Сильное	Такие примеры не рассматриваются, поскольку соответствующие поля не являются макроскопическими	1) в атомных ядрах; 2) источники энергии звезд
Электромагнитное	Преобразования Лоренца для электромагнитного поля	1) различие между удельной энергией связи для зеркальных изобарных ядер; 2) выделение электромагнитной энергии в звездах
Слабое	Такие примеры не рассматриваются, поскольку соответствующие поля не являются макроскопическими	1) энергия, выделяемая при бета-распаде; 2) нейтринное излучение звезд
Гравитационное	Это является предметом исследования общей теории относительности (ОТО)	гравитационный дефект массы у нейтронных звезд (хотя это можно отнести к ОТО)

По таблице 2 можно сделать следующие замечания.

1. Под преобразованиями полей понимаются преобразования Лоренца (а не калибровочные).

2. Различные преобразования полей, имеющих отношение к сильному и слабому взаимодействию, изучаются в рамках квантовой теории поля (КТП), при построении которой также учитываются определенные результаты, полученные в рамках СТО; т. е. КТП базируется на СТО (и не только на СТО), но не наоборот.

Таблица 3 – Взаимосвязь релятивистской динамики с квантовой механикой (КМ) и статистической физикой (СФ)

	1 частица	N частиц ($N \rightarrow \infty$)
Нет квантовых эффектов	Простейшая задача релятивистской динамики, выражение для энергии 1 релятивистской частицы	СФ релятивистских частиц с выражением для энергии 1 частицы, взятым из релятивистской механики (<i>непосредственное влияние СТО</i>)
Учет квантовых эффектов	Построение гамильтониана 1-частичного релятивистского волнового уравнения (РВУ) на основе выражения для энергии 1 частицы, взятого из релятивистской механики (<i>непосредственное влияние СТО</i>)	СФ релятивистских частиц с выражением для энергии 1 частицы, взятым из решения 1-частичного РВУ (<i>опосредованное влияние СТО</i>)

По таблице 3 можно сделать следующие замечания:

1. Аналогичную таблицу можно составить и для нерелятивистских примеров (с механикой Ньютона как «отправной точкой»)

2. Общие формулы для отдельных величин (например, Ω -потенциала или полной энергии Ферми-газа [2, с. 190, 198, 199, 211, 212]), вычисляемых в рамках статистической физики, без учета конкретных выражений для 1-частичной энергии, могут выглядеть одинаково в нерелятивистском и релятивистском случаях и различаться после всех подстановок и вычислений.

3. Таким образом, СТО хотя и влияет на конечные выражения для величин, которые вычисляются в КМ и СФ (по сравнению с нерелятивистскими случаями), но не влияет на самые общие исходные принципы, используемые при построении этих разделов физики (хотя в отношении некоторых РВУ такое утверждение может показаться спорным), поэтому релятивистские пределы этих разделов физики обычно не принято считать частью СТО.

Таблица 4 – Различие между релятивистской термодинамикой и релятивистской статистической физикой

Релятивистская	Термодинамика	Статистическая физика
Объекты исследования	Макроскопические термодинамические системы (МТДС)	МТДС
Предмет исследования	Взаимосвязь между термодинамическими величинами (ТДВ) при переходе от одной ИСО к другой	ТДВ, характеризующие МТДС
Методы исследования	Преобразования Лоренца для ТДВ при движении МТДС с релятивистскими скоростями	Микроскопический подход с релятивистскими формулами для энергий частиц
В инерциальной системе отсчета (ИСО), в которой центр масс МТДС покоится, частицы, входящие в МТДС	Могут быть как релятивистскими, так и нерелятивистскими (это не оказывает влияния на преобразования Лоренца при переходе к другой ИСО)	Могут быть как релятивистскими, так и нерелятивистскими (хотя в последнем случае применение релятивистских формул является неоправданным математическим усложнением при расчете ТДВ)

Список использованной литературы

1. Емельянов, В. М. Введение в релятивистскую ядерную физику / В. М. Емельянов, С. Л. Тимошенко, М. Н. Стриханов. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 184 с.

2. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учеб. пособие для вузов : в 10 т. / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – 5-е изд., стер. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2001. – Т. 5 : Статистическая физика, ч. 1. – 616 с.