

А. В. Лонская, Н. В. Лукашевич

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины
(ГГУ имени Ф. Скорины), г. Гомель, Республика Беларусь

СВОЙСТВА СИММЕТРИИ ПРОСТРАНСТВА И ВРЕМЕНИ

В статье рассматриваются наиболее общие характеристики пространства и времени, к которым относятся свойства симметрии. Со свойствами симметрии связаны законы сохранения.

Ключевые слова: симметрия, однородность, изотропность, время, пространство.

Anna V. Lonskaya, Nikita V. Lukashevich

Francisk Skorina Gomel State University, Gomel, Republic of Belarus

PROPERTIES OF SPACE-TIME SYMMETRY

The article deals with the most general characteristics of space and time, which include the properties of symmetry. The conservation laws are related to the properties of symmetry.

Keywords: symmetry, homogeneity, isotropy, time, space.

Проблемы симметрии пространства и времени обсуждались еще в глубокой древности. Тогда вопрос относился к числу измерений пространства и времени. В познании физического мира первоначальное значение имеет установление взаимосвязи между законами механического движения и свойствами пространства. Изучая курс общей физики, было отмечено, что на уровне эмпирического познания были открыты законы динамики в результате обобщения опытных данных. В рамках воззрений Ньютона на пространство и время возникал вопрос о связи законов динамики со свойствами пространства

и времени, так как последние рассматривались вне связи с движущейся материей.

В современной физике, которая унаследовала лейбницево учение о пространстве и времени, проблему связи закономерностей движения вещей материального мира необходимо связать со свойствами пространства и времени. Большую роль играют такие свойства пространства, как однородность и изотропность, а для времени – однородность. Однородность пространства заключается в равноценности всех его точек. Это означает, что перенос начала системы отсчета от одного тела материального базиса к другому не влияет на характеристики и закономерности физических процессов. Однородность времени также состоит в равноценности всех точек времени; это означает, что перенос начала отсчета времени так же не влияет на характеристики и закономерности движения. Изотропность пространства состоит в равноценности всех направлений. Если пространство изотропно, то поворот системы отсчета на некоторый угол не влияет на закономерности процесса. Однородность пространства и времени характерна для инерциальных систем отсчета. Требование однородности пространства и времени является одним из исходных положений специальной теории относительности (СТО).

Неевклидовы пространства и время в общем случае неоднородны. Наличие поля тяготения вообще создает неравноценность различных точек пространства и времени. Это проявляется в том, что при движении тела в поле тяготения связанные с ним часы будут изменять свой ход по сравнению с часами, расположенными в инерциальной системе отсчета. То же будет иметь место в ускоренной системе отсчета. Данные свойства пространства и времени играют очень важную роль в физике.

В 1918г. Э.Нетер сформулировала теорему, носящую ее имя. Согласно теореме Нетер, имеется глубокая связь между свойствами симметрии пространства и времени и наиболее общими физическими законами сохранения импульса, энергии и момента количества движения.

Однородность пространства, т.е. инвариантность законов физики по отношению к преобразованиям систем отсчета, заключающимся в переносе

начала системы пространственных координат, однозначно связана с законом сохранения импульса замкнутой материальной системы; однородность времени, или инвариантность физических законов по отношению к преобразованиям систем отсчета, заключающимся в переносе начала отсчета времени, связана с законом сохранения энергии; наконец, изотропность пространства, или инвариантность по отношению к преобразованиям, заключающимся в поворотах системы отсчета, связана с законом сохранения момента количества движения. Нетрудно убедиться, что при отклонении от этих свойств пространства и времени указанные законы сохранения действительно не имеют места. Например, импульс частицы, движущейся относительно ускоренной системы отсчета, не сохраняется. Импульс не будет сохраняться и при отсутствии непосредственного внешнего воздействия на частицу. Энергия фотона, распространяющегося в поле тяготения, также в общем случае не сохраняется. Наличие указанных связей геометрических и динамических величин свидетельствует о правильности понимания пространства и времени как общих форм материй.

Перечисленные здесь законы сохранения являются следствиями второго закона Ньютона, если его дополнить некоторыми утверждениями относительно действующих сил. Так при выводе законов сохранения импульса и моменты импульса достаточно предположить, что силы подчиняются закону равенства действия и противодействия. Но вместо этого закона можно воспользоваться и другими положениями. Данные законы сохранения можно получить из второго закона Ньютона, если к нему присоединить свойства симметрии пространства и времени, а именно: однородность пространства и времени, а также изотропию пространства. Однако при выводе закона сохранения энергии надо ввести и некоторые более специальные предположения относительно характера действующих сил.

В последние годы большой интерес вызвал вопрос о симметрии «правого» и «левого», связанный с одним из фундаментальных законов квантовой теории законом *сохранения четности*. Долгое время считалось, что физические процессы в микромире не зависят от замены «левой» системы

координат на «правую» (инвариантны относительно пространственной инверсии). С инвариантностью волновых функций относительно пространственной инверсии связана величина, называемая четностью.

Четность состояния микросистемы определяется не только природой частицы, но и характером их движения, а именно орбитальным моментом количества движения l ; орбитальная четность равна $(-1)^l$. Полная пространственная четность системы равна произведению внутренней четности на орбитальную.

Опыт показывает, что при всех ядерных и электромагнитных взаимодействиях элементарных частиц (в так называемых сильных взаимодействиях, или же быстро протекающих) пространственная четность системы сохраняется; система в конечном состоянии в результате взаимодействий такого рода сохраняет именно то значение четности, что и в начальном состоянии. Реакций между элементарными частицами, которые могли бы привести к не сохранению четности не наблюдаются. Таким образом, пространственной симметрии «правого» и «левого» соответствует закон сохранения четности.

Научный руководитель – старший преподаватель кафедры теоретической физики С. А. Лукашевич, УО ГГУ имени Ф. Скорины.

Список литературы

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики. Т.1. Механика / Д. В. Сивухин. – Москва : Наука, 1974. – 520 с. — Текст : непосредственный
2. Фейнман, Р., Фейнмановские лекции по физике / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. – Москва : Мир, 1976. – 496 с. — Текст : непосредственный