

© М.Х. Шульман (shulman@dol.ru)

О понятии энергии и импульса

(08.03.2011. Обновлено 10.03.2011)

Обсуждаются фундаментальные вопросы, связанные с понятиями энергии и импульса, а также с законами их сохранения.

1. Введение

В 1842 году немецкий естествоиспытатель Юлиус фон Майер отправил в физический журнал статью, в которой одним из первых указал на эквивалентность затраченной работы и производимого тепла, т.е. фактически открыл закон сохранения энергии. Редактор научного журнала – известный физик Иоганн Кристиан Поггендорф - бросил эту статью в корзину, так что она стала известна ученым лишь после смерти Майера [Дуков, 2002].

В настоящей статье я попытаюсь показать, что закон сохранения энергии в нашей Вселенной *не точен* (хотя относительная ошибка составляет в нашу эпоху всего лишь 10^{-10} в год). И у меня нет сомнений в том, что любой современный редактор научного журнала без колебаний отправит ее (статью) в корзину. Как удачливые, так и неудачливые “еретики” обречены штурмовать бастионы, воздвигнутые “ортодоксами” – ничего личного, всего лишь хорошо отлаженный механизм самофилтрации любой (в том числе, научной) идеологии¹.

В современной механике энергия E и компоненты p_i импульса частицы определяются как частные производные от действия S по времени t и координатам q_i :

$$E = -\partial S/\partial t, \quad p_i = \partial S/\partial q_i.$$

В *квантовой* механике, где физическим величинам отвечают операторы, действующие на волновую функцию, энергии и компонентам импульса ставятся в соответствие *операторы дифференцирования* по времени и координатам, которые умножаются на постоянную Планка, имеющую размерность действия. Осознано и понято, что законы сохранения энергии и импульса связаны с *однородностью* пространства-времени (теорема Нётер), т.е. с его геометрическими свойствами. Но нет, по моему мнению, ясного ответа на следующий вопрос: а что такое *действие*, можно ли и это понятие вывести из простых геометрических представлений.

2. Энергия и импульс в новой модели Вселенной

С 1993 года автором настоящей статьи развивается новая космологическая модель Вселенной (см. [Шульман, 2006, 2007]). Она строится на предположении, что наша Вселенная представляет собой раздувающуюся 3-мерную оболочку 4-мерного шара в некотором внешнем мире и при этом является в нем черной дырой, т.е. *необратимо* поглощает из него материю и энергию. В *термодинамическом* отношении, следовательно, наша Вселенная является

¹ Число историй, подобных судьбе открытия Майера, удивительно велико, см. раздел “Курьезы истории науки” на моем сайте www.timeorigin21.narod.ru.

открытой, т.е. незамкнутой. С другой стороны, в *геометрическом* отношении такая Вселенная оказывается *замкнутой*, обладая сферической метрикой и положительной кривизной. Очевидно, в каждый момент времени такая оболочка характеризуется соответствующим периметром L .

Эти исходные идеи позволяют чисто геометрически сконструировать представления об энергии и импульсе, опираясь на две общеизвестные аналогии – теорию колебаний оболочек и элементарную теорию электронных орбит Бора. Из теории колебаний сферических оболочек известно, что в ней могут возникать моды колебаний, причем периметр сферы кратен длине поверхностной волны. Сходная модель была предложена Нильсом Бором для определения устойчивых орбит электрона в атоме.

Как известно, каждой квантовой частице ставится в соответствие волна де Бройля. В новой модели Вселенной предлагается считать импульсом квантовой частицы отношение текущего периметра L Вселенной к длине λ волны де Бройля данной частицы, а энергией – отношению L к периоду τ этой волны. Таким образом, для свободной частицы мы получаем соотношения:

$$E = L/\tau, \quad p = L/\lambda.$$

Чтобы получить известные соотношения квантовой механики вида $E=h/\tau$, $p=h/\lambda$, достаточно (с учетом свободы выбора размерности для энергии и импульса) отождествить постоянную Планка h с периметром Вселенной в нашей модели. Таким образом, понятие действия оказывается практически тождественным с понятием текущего периметра Вселенной.

3. Однородно ли время?

Напомним еще раз, что законы сохранения импульса и энергии обусловлены однородностью пространства-времени. В отношении пространства однородность Вселенной в больших масштабах сомнению не подвергается, в каждый данный момент времени (раздувающаяся) 3-мерная оболочка однородна и изотропна. Но вот в отношении времени тезис об однородности требует дополнительного обсуждения.

В настоящую эпоху относительный прирост радиуса Вселенной за год составляет ничтожную величину – порядка 10^{-10} . Однако на начальных стадиях своего существования (скажем, в течение первого года) это были величины заведомо одного порядка. А ведь физика нашего мира в очень большой мере *зависит* его геометрии. Действительно, силы гравитации определяются компонентами фундаментального метрического тензора, т.е. радиусом кривизны Вселенной. Поэтому в общем случае нельзя полагать время в нашей Вселенной однородным, а энергию – строго сохраняющейся величиной.

4. Заключение

Таким образом, идею о том, что наша Вселенная не является термодинамически замкнутой Вселенной, не только *можно* рассматривать в качестве допустимой гипотезы. Факт расширения Вселенной заведомо *противоречит* концепции однородности времени и с *неизбежностью* приводит к глобальному несохранению энергии во Вселенной (нарушению первого начала термодинамики) и, более того, к прогрессирующей со временем ее эволюции (нарушению второго начала, см. [Шульман, 2011]). Подчеркнем, что речь идет о нарушении законов термодинамики в масштабах Вселенной, но не в масштабах

внешнего по отношению к ней мира или ее сравнительно мелких внутренних частей.

Увеличение энергии во Вселенной с течением времени неожиданным образом подтверждает догадку замечательного российского астронома Н.А. Козырева, согласно которой “время трансформируется в энергию”². Этот прирост энергии очень сложно обнаружить для обычных тел, но для Солнца и других звезд может на порядки превышать потери энергии на излучение.

Если действительно такая физическая величина, как квант действия, пропорциональна периметру Вселенной, то “постоянная Планка” оказывается вовсе не постоянной, и более подходящим для нее названием было бы “параметр Планка”. Подобное непостоянство этой и других физических величин в принципе должно поддаваться экспериментальному подтверждению и имеет огромное значение для моделей эволюции нашей Вселенной.

Ссылки

[Дуков, 2002] В. М. Дуков. [История формулировки закона сохранения энергии](#). Физика: Учебно-методическая газета. — М.: Издательский дом «Первое сентября», 2002. — № 31/02.

[Шульман, 2006] Шульман М.Х. Парадоксы, логика и физическая природа времени. Доступно по ссылке: http://timeorigin21.narod.ru/rus_time/Origin.pdf

[Шульман, 2007] Шульман М.Х. Космология: новый подход. Доступно по ссылке: http://www.timeorigin21.narod.ru/rus_time/New_approach.pdf

[Шульман, 2011] Шульман М.Х. Размышления о втором начале термодинамики. Доступно по ссылке:

http://www.timeorigin21.narod.ru/rus_time/Refl_on_thermo_rus.pdf

² Этот результат был получен мной вне всякой связи с “причинной механикой” Козырева.