МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РЕФЕРАТ

По теме

Симметрия в природе: законы сохранения

Выполнил: ст.1курса, С.Ю. Черкашина

Проверил: к. псих. н Э.Б. Селиванова

НОВОСИБИРСК

Содержание

I. Введение. Фундаментальные законы сохранения. Связь законов сохранения с симметрией пространства и времени. Симметрия как основа описания объектов и процессов в микромире

Итоги

Список литературы

I. Введение

Фундаментальные физические законы - это наиболее полное на сегодняшний день, но приближенное отражение объективных процессов в природе. Различные формы движения материи описываются различными фундаментальными теориями. Каждая из этих теорий описывает вполне определенные явления: механическое или тепловое движение, электромагнитные явления.

Существуют более общие законы в структуре фундаментальных физических теорий, охватывающие все формы движения материи и все процессы. Это законы симметрии, или инвариантности, и связанные с ними законы сохранения физических величин.

Законы сохранения физических величин - это утверждения, согласно которым численные значения этих величин не меняются со временем в любых процессах или классах процессов. Фактически во многих случаях законы сохранения просто вытекают из принципов симметрии.

Идея сохранения появилась сначала как чисто философская догадка о наличии неизменного, стабильного в вечно меняющемся мире. Еще античные философы - материалисты пришли к понятию материи как неуничтожимой и несотворимой основы всего сущего. С другой стороны, наблюдение постоянных изменений в природе приводило к представлению о вечном движении материи как важном ее свойстве. С появлением материалистической формулировки механики на этой основе появились законы сохранения.

Законы сохранения тесно связаны со свойствами симметрии физических систем. При этом симметрия понимается как инвариантность физических законов относительно некоторой группы преобразований входящих в них величин. Наличие симметрии приводит к тому, что для данной системы существует сохраняющаяся физическая величина. Если известны свойства симметрии системы, как правило, можно найти для нее закон сохранения и наоборот.

Важнейшими законами сохранения, справедливыми для любых изолированных систем, являются: закон сохранения энергии; закон сохранения импульса; закон сохранения момента импульса.

II. Фундаментальные законы сохранения

Закон сохранения энергии в механических процессах.

Механическая энергия подразделяется на два вида: потенциальную и кинетическую. Потенциальная энергия характеризует взаимодействующие тела, а кинетическая - движущиеся. И потенциальная и кинетическая энергии изменяются только в результате такого взаимодействия тел, при котором действующие на тела силы совершают работу, отличную от нуля.

Рассмотрим теперь вопрос об изменении энергии при взаимодействии тел, образующих замкнутую систему. Если несколько тел взаимодействуют между собой только силами тяготения и силами упругости и никакие внешние силы не действуют, то при любых взаимодействиях сумма кинетической и потенциальной энергий тел остается постоянной. Это утверждение называется законом сохранения энергии в механических процессах.

Сумма кинетической и потенциальной энергий тел называется полной механической энергией. Поэтому закон сохранения энергии можно сформулировать так: полная механическая энергия замкнутой системы тел, взаимодействующих силами тяготения и упругости, остается постоянной.

Основное содержание закона сохранения энергии заключается не только в установлении факта сохранения полной механической энергии, но и в установлении возможности взаимных превращений кинетической и потенциальной энергий в равной количественной мере при взаимодействии тел.

Закон сохранения полной механической энергии в процессах с участием сил упругости и гравитационных сил является одним из основных законов механики. Знание этого закона упрощает решение многих задач, имеющих большое практическое значение в практической жизни.

Например, для получения электроэнергии широко используется энергия рек. С этой целью строят плотины, перегораживают реки. Под действием сил тяжести вода из водохранилища за плотиной движется вниз по колодцу ускоренно и приобретает некоторую кинетическую энергию. При столкновении быстро движущегося потока воды с лопатками гидравлической турбины происходит преобразование кинетической энергии поступательного движения воды в кинетическую энергию вращательного движения роторов турбины, а затем с помощью электрического генератора - в электрическую энергию.

Механическая энергия не сохраняется, если между телами действует сила трения. Автомобиль, двигавшийся по горизонтальному участку дороги, после выключения двигателя проходит некоторый путь и под действием сил трения останавливается.

Таким образом, при любых физических взаимодействиях энергия не возникает, а только превращается из одной формы в другую. Этот экспериментально установленный факт называется законом сохранения и превращения энергии.

Источники энергии на земле велики и разнообразны. Когда - то в древности люди знали только один источник энергии - мускульную силу и силу домашних животных. Энергия возобновлялась за счет пищи. Теперь большую часть работы делают машины, источником энергии для них служат различные виды ископаемого топлива: каменный уголь, торф, нефть, а также энергия воды и ветра.

Если проследить «родословную» всех этих разнообразных видов энергии, то окажется, что все они являются энергией солнечных лучей. Энергия окружающего нас космического пространства аккумулируется Солнцем в виде энергии атомных ядер, химических элементов, электромагнитных и гравитационных полей. Солнце в свою очередь, обеспечивает Землю энергией, проявляющейся в виде энергии ветра и волн, приливов и отливов, в форме геомагнетизма, различного вида излучений, мускульной энергии животного мира.

Геофизическая энергия высвобождается в виде природных стихийных явлений, обмена веществ в живых организмах, полезной работы по перемещению тел, изменению их структуры, качества, передачи информации, запасания энергии в различного рода аккумуляторах, конденсаторах, в упругой деформации пружин, мембран.

Любые формы энергии, превращаясь друг в друга посредством механического движения, химических реакций и электромагнитных излучений, в конце концов, переходят в тепло и рассеиваются в окружающее пространство. Это явление проявляется в виде взрывных процессов, горения, гниения, плавления, испарения, деформации, радиоактивного распада. Происходит круговорот энергии в природе, характеризующийся тем, что в космическом пространстве реализуется не только хаотизация, но и обратный ей процесс - упорядочения структуры, которые наглядно прослеживаются прежде всего в звездообразовании, трансформации и возникновении новых электромагнитных и гравитационных полей, и они снова несут свою энергию новым «солнечным системам». И все возвращается на круги своя.

Закон сохранения механической энергии был сформулирован немецким ученым А. Лейбницем. Затем немецкий ученый Ю. Р. Майер, английский физик Дж. Джоуль и немецкий ученый Г. Гельмгольц экспериментально открыли законы сохранения энергии в немеханических явлениях.

Закон сохранения импульса.

Покой и движение тела относительны, скорость движения зависит от выбора системы отсчета. По второму закону Ньютона, независимо от того, находилось ли тело в покое, или двигалось равномерно и прямолинейно, изменение его скорости движения может происходить только под действием силы, то есть в результате взаимодействия с другими телами.

Импульс тела - физическая величина, одинаково изменяющаяся у всех тел под действием одинаковых сил, если время действия силы также одинаково. Импульс - величина векторная, совпадающая по направлению со скоростью и равная произведению массы тела на его скорость. Изменение импульса равно импульсу приложенной силы. Импульс тела является количественной характеристикой поступательного движения тел.

Экспериментальные исследования взаимодействий различных тел - от планет и звезд до атомов и электронов - показали, что в любой системе взаимодействующих между собой тел при отсутствии действия сил со стороны других тел, не входящих в систему, или равенстве нулю суммы действующих сил, геометрическая сумма импульсов тел остается постоянной.

Система тел, не взаимодействующих с другими телами, не входящими в эту систему, называется замкнутой. Таким образом, в замкнутой системе геометрическая сумма импульсов тел остается постоянной при любых взаимодействиях тел этой системы между собой. Этот фундаментальный закон природы называется законом сохранения импульса.

Необходимым условием применимости закона сохранения импульса к системе взаимодействующих тел является использование инерциальной системы отсчета. На законе сохранения импульса основано реактивное движение, его используют при расчете направленных взрывов, например, при прокладке туннелей в горах.

Закон сохранения момента импульса.

Момент импульса - физическая величина, характеризующая количество вращательного движения. Подчиняется закону сохранения, вытекающему из изотропности пространства. (Пространство называется изотропным, если поворот системы отсчета на произвольный угол не приведет к изменению результатов измерений)

Все вращающиеся тела обладают моментом импульса. Из формулы для расчета момента импульса L=mVr, где m - масса, V - скорость, r - радиус, видно, что с уменьшением радиуса должна возрастать скорость. Этим законом пользуются балерины, исполняя фуэте. Особенно хорошо этот закон проявляется в фигурном катании. При начале вращения руки и нога разводятся на максимально возможное расстояние от тела. Прижимая части тела обратно, уменьшая радиус, фигурист и балерина начинают вращаться быстрее, вызывая, при удаче, восторг зрителей.

Сохранение момента импульса происходит как в процессах микромира, так и в масштабах вращающихся звезд и галактик - он имеет всеобщий характер.

симметрия микромир закон сохранение

III. Связь законов сохранения с симметрией пространства и времени

Принципы симметрии тесно связаны с законами сохранения физических величин - утверждениями, согласно которым численные значения некоторых физических величин не изменяются со временем в любых процессах или в определённых классах процессов. Фактически, во многих случаях законы сохранения просто вытекают из принципов симметрии.

Связь между симметрией пространства и законами сохранения установила в 1918 году немецкий математик Эмми Нетер (1882 - 1935). Она сформулировала и доказала фундаментальную теорему математической физики, названную ее именем, из которой следует, что если некоторая система инвариантна относительно некоторого глобального преобразования, то для нее существует определенная сохраняющаяся величина.

Теорема Нетер, доказанная ею во время участия в работе целой группы по проблемам общей теории относительности, как бы побочно, стала важнейшим инструментом теоретической физики, утвердившей особую роль принципов симметрии при построении физической теории. Можно сказать, что теоретико-инвариантный подход проник в физику и определил целесообразность формулирования физических теорий на языке лагранжианов. Так, упоминаемые законы сохранения являются следствиями симметрий, существующих в реальном пространстве - времени.

Закон сохранения энергии является следствием временной трансляционной симметрии - однородности времени. В силу однородности времени функция Лагранжа замкнутой системы явно от времени не зависит, а зависит от координат и импульсов всех элементов, составляющих эту систему. Несложными математическими преобразованиями можно показать, что это приводит к тому, что полная энергия системы в процессе движения остается неизменной.

Закон сохранения импульса является следствием трансляционной инвариантности пространства (однородности). Если потребовать, чтобы функция Лагранжа оставалась неизменной при любом бесконечно малом переносе замкнутой системы в пространстве, то получим закон сохранения импульса.

Закон сохранения момента импульса является следствием симметрии относительно поворотов в пространстве, свидетельствует об изотропности пространства. Если потребовать, чтобы функция Лагранжа оставалась неизменной при любом бесконечно малом повороте замкнутой системы в пространстве, то получим закон сохранения момента импульса.

Эти законы сохранения характерны для всех частиц, являются общими, выполняющимися во всех взаимодействиях.

До недавнего времени в физике проводилось четкое разделение на внешние и внутренние симметрии. Внутренние симметрии - симметрия, означающая неизменность явления ни при отражении, сдвиге или повороте пространства, а при изменении некоторых внутренних свойств полей или частиц. Внешние симметрии - симметрия физических объектов в реальном пространстве - времени, называемые также пространственно временными или геометрическими. Законы сохранения энергии, импульса и момента импульса являются следствиями внешних симметрий.

IV. Симметрия как основа описания объектов и процессов в микромире

Среди целой группы принципов современной физики важнейшим, пожалуй, является принцип симметрии, или инвариантность, на основе которого действует закон сохранения физических величин.

В той или иной степени представление о симметрии есть у всех людей, так как этим свойством обладают самые разные предметы, играющие важную роль в повседневной жизни. Более того, в силу самых разных причин и соображений многим творениям человеческих рук умышленно придается симметричная форма. Возможно, наиболее симметричным продуктом деятельности человека является мяч, который выглядит всегда одинаково, как бы его ни поворачивали.

В природе симметрия также встречается в изобилии. Снежинка обладает удивительнейшей гексагональной симметрией. Кристаллы также имеют характерные геометрические формы. Падающая дождевая капля имеет форму идеальной сферы и, замерзая, превращается в ледяной шарик - градину.



Другой вид симметрии, часто наблюдаемый в природе и в созданных человеком вещах, - так называемая зеркальная симметрия. Человеческое тело приближенно обладает зеркальной симметрией относительно вертикальной оси. Многие архитектурные сооружения, например, арки или соборы, обладают зеркальной симметрией.



Итоги

Подведем итоги, еще раз выделив взаимосвязь симметрии и законов сохранения.

Закон сохранения энергии является следствием временной трансляционной симметрии - однородности времени.

Закон сохранения импульса является следствием трансляционной инвариантности пространства (однородности).

Закон сохранения момента импульса является следствием симметрии относительно поворотов в пространстве, свидетельствует об изотропности пространства.

Симметрии, соответствующие вращению или отражению, наглядны и радуют глаз, но они не исчерпывают весь запас симметрий, существующих в природе. Исследуя математическое описание той или иной системы, физики открывают время от времени новые и неожиданные формы симметрии.

Сегодня математическое исследование, основанное на анализе симметрии, также может стать источником выдающихся достижений в физике. Даже если заложенные в математическом описании симметрии трудно или невозможно представить себе наглядно физически, они могут указать путь к выявлению новых фундаментальных принципов природы.

Симметрия (от греческого symmetria - соразмерность), в широком смысле - инвариантность (неизменность) структуры, свойств, формы (направление в геометрии, кристаллографии) материального объекта относительно его преобразований (то есть изменений ряда физических свойств). Симметрия лежит в основе законов сохранения. В "Кратком Оксфордском словаре" симметрия определяется как "красота, обусловленная пропорциональностью частей тела или любого целого, равновесием, подобием, гармонией, согласованностью"

Законы сохранения, наиболее общие физические законы, согласно которым численные значения некоторых физических величин, характеризующих физическую систему при определённых условиях, не изменяются с течением времени при различных процессах в этой системе.

Однако понятие симметрии можно расширить, включив в него более абстрактные понятия, никак не связанные с геометрией. Например, одна из симметрий связана с работой, совершённой при подъёме тела. Затрачиваемая энергия зависит от разности высот, которую требуется преодолеть при этом. Но энергия не зависит от абсолютной высоты: безразлично, измеряются высоты от уровня моря или от уровня суши - важна только разность высот. Этот пример - иллюстрация того, что физики называют калибровочными симметриями, связанными с изменениями масштаба. Все симметрии, которые связаны с законами микромира, являются калибровочными.

Приведённые выше описания различных типов симметрии и формулировки законов сохранения дают нам достаточно оснований говорить о громадной роли принципа симметрии в современной физике. Такая роль симметрии требует строго её определения.

Симметрия в физике - это свойство физических величин, детально описывающих поведение систем, остающихся неизменными (инвариантными) при определённых преобразованиях, которым могут быть подвергнуты входящие в них величины.

Понятие симметрии играет в жизни человека важную роль. Она имеет свои законы, нарушение которых может быть, как минимум, не эстетично, а, как максимум, опасно для самого человека.

Список литературы

1. Казакова А.А. «Концепции современного естествознания <…> для студентов ЗФ». - Новосибирск: НГТУ, 2009.

. Карненков С.Х. «Основные концепции естествознания». - М.: Культура и спорт, ЮНИТИ, 1998.

. Мигдал А.Б., Асламазов Л.Г. «Энциклопедический словарь юного физика». М.: Педагогика, 1984.

. Урманцев Ю.А. «Симметрия природы и природа симметрии». - Москва: Мысль, 1974.

. Симметрия в физике. [Внутренняя и внешняя симметрия] Режим доступа: http://www.physicedu.ru/phy-57.html