

Физико-математическое направление

УДК 536.077.314

DOI 10.24411/2409-3203-2020-12274

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПОНЯТИЙ ФИЗИКИ ЧЕРЕЗ ЗАКОН

Лукашевич Светлана Анатольевна

старший преподаватель кафедры теоретической физики
УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»
Беларусь, Гомель

Садовский Александр Андреевич

студент факультета физики и информационных технологий
УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»
Беларусь, Гомель

Аннотация: В статье рассматриваются основные понятия физики, которые еще называют фундаментальными, так как они эти понятия в ходят в законы физики, играющие основную роль в построении физической картины мира. Известно, что все понятия физики можно условно разделить на классификационные, сравнительные и количественные. К классификационным относятся такие понятия, которые по каким-то признакам (известным свойствам) соотносят вещь с определенным классом. Эти понятия различаются по количеству информации, которая заключена в них о свойствах вещи. Такие понятия являются фундаментальными в физике, и они определяются через закон.

Ключевые слова: понятие физики, физический закон, частица, волна, масса, энергия, импульс, момент импульса, симметрия.

DEFINITION OF FUNDAMENTAL CONCEPTS OF PHYSICS THROUGH THE LAW

Lukashevich Svetlana A.

Lecturer, Department of Theoretical Physics
Francisk Skorina Gomel State University
Belarus Gomel

Sadovsky Alexander A

student of the Faculty of Physics and Information Technology
Francisk Skorina Gomel State University
Belarus Gomel

Abstract: The article discusses the basic concepts of physics, which are still called fundamental, since these concepts are included in the laws of physics, which play a major role in building a physical picture of the world. It is known that all the concepts of physics can be divided into classification, comparative and quantitative. Classification refers to such concepts that, for some reason (known properties), relate a thing to a particular class. These concepts differ in the

amount of information that is contained in them about the properties of a thing. Such concepts are fundamental in physics, and they are defined through law.

Keywords: concept of physics, physical law, particle, wave, mass, energy, momentum, angular momentum, symmetry.

К фундаментальным понятиям физики, через которые формируются основные законы природы, составляющие основу всех ее разделов, начиная с механики и до теории квантовых полей, относится «частица», «волна», «масса», «заряд», «импульс», «момент импульса», «энергия» и др. Эмпирическим основанием физического понятия должны быть законы физического мира.

С понятием частицы, как структурного элемента вещества, мы сталкиваемся при изучении механики, где отмечаем, что частица – это микроскопический образ вещей физического мира. Введение понятия частицы основывается на структурно-системном анализе материи и на физических законах, в которых отражается упорядочение событий, порождаемых структурными элементами вещества.

От понятия вещи мы приходим к понятию тела. Тела, исторически, рассматривались как структурные элементы физических систем, часть тела было принято называть частицей. По классическим представлениям часть целого качественно тождественно самому целому: частица подобна телу. Последней инстанцией делимости тел, по Демокриту, были атомы. Атом – наименьшая частица тела.

Исходя из понятия физической системы, в общем случае, отвлекаясь от качественных особенностей структурных элементов физической системы, опираясь только на понятие тела и отношения, отметим: частицей называется тело, линейными размерами, которого можно пренебречь по сравнению с линейными размерами физической системы, частью которой она является.

Планеты и звезды в планетных системах, электроны и ядра в атомах по этому определению подходят под понятие частицы. Планеты и Солнце имеют диаметры примерно в 10^5 раз меньше линейных размеров Солнечной системы; линейные размеры электронов и ядер составляют 10^{-5} части линейных размеров атома.

Такие требования предъявляются к частям физической системы при формулировке законов взаимодействия между ними: закона Кулона, закона всемирного тяготения, закона Ньютона. Эти законы предполагают *точечные* размеры взаимодействующих вещей – точное их выполнение будет в определенном случае, когда линейные размеры частей системы стремятся к нулю. Реальные вещи, которые названы частицами, имеют конечные размеры, а поэтому указанные законы взаимодействия практически выполняются приближенно, но с точностью, удовлетворяющие интересам практики. В предельном случае заряда (в формулировке закона Кулона) и массы (в формулировке закона тяготения Ньютона) частиц предполагаются сосредоточенными в точке, которую принято называть *материальной точкой*. Естественно, что понятие материальной точки линейно физического содержания. А, если материальной точкой назвать тела, линейными размерами которых можно пренебречь по сравнению с расстоянием между ними, то это будет то, что мы называем частицей.

Законы природы, в том числе и законы движения Ньютона, требуют, чтобы *частица сохранялась в процессе взаимодействий*. Только в таком случае эти законы будут выполняться.

Понятие частицы, поскольку оно определяется через закон классической физики, является классическим понятием классической механики.

В классической физике, наряду с понятием частицы, понятие волны является макроскопическим. Но по признакам объекты мира, названные волной отличны от частицы.

Понятие волны образовалось в процессе обобщения таких наблюдаемых явлений, как, например, расходящиеся круги на поверхности воды, бегущие вдоль веревки возмущения и т.д.

По классическим представлениям в образовании волны участвует множество частиц, взаимосвязанных между собой. Движения каждой частицы пространственно ограничено, а перенос движений от частицы к частице непрерывен и пространственно не ограничен. Поэтому и волна непрерывна в безграничной среде.

Признаками, характеризующими волну как вещь, являются: длина волны λ , частота ν и скорость v , связанные между собой соотношением $\lambda\nu = v$. В однородной среде – это сохраняющиеся характеристики волны.

По классическим представлениям волны удовлетворяют требованиям непрерывности: уравнениям непрерывности, массы и энергии, выражающим закон сохранения материальных субстанций (вещества и поля) и движения. И еще, что существенно, волны удовлетворяют принципу суперпозиции.

Частица и волна, по механическим представлениям, находятся в отношении как части целого. Часть не подобна целому. Частица и волна – различные вещи. По своим признакам они существенно различные вещи. Они относятся к различным классам понятий – логических форм мышления.

Начиная с первого десятилетия двадцатого столетия в физике одно за другим были сделаны открытия, которые коренным образом изменили представления об электронах, протонах и других объектах вещества о природе света. При определенных условиях электроны, протоны и другие объекты вещества обнаруживают признаки волны, что наблюдается, например, при дифракции электронов, протонов и т.д. А свет в явлениях фотоэффекта, эффекта Комптона в квантовых флуктуациях светового потока, обнаруживает признаки частицы.

В связи с этим в учении о веществе появилось новое понятие – микрочастица, а в учении о свете – фотон.

Микрочастица и фотон – это и не частицы и не волны, а что-то *третье*, что обладает свойствами и частицы, и волны; эти новые понятия являются понятиями квантовой механики и относятся к одному классу понятий.

К основным понятиям физики, которая также является фундаментальной является понятие массы. Понятие массы в физике имеет двоякое значение. С одной стороны, масса играет роль *меры инерции*; в этой роли она выступает во втором законе Ньютона. Это понятие массы является производным от понятия *инерция*. С другой стороны, масса в законе всемирного тяготения Ньютона выступает в роли заряда – *гравитационного заряда*, подобно электрическому заряду в законе Кулона. Исторически масса в законе тяготения Ньютона получила название *гравитационной массы*.

Масса частицы как мера инерции и как гравитационный заряд в законе Ньютона является постоянной и сохраняющейся величиной. Постоянство массы при гравитационных взаимодействиях аналогично постоянству электрического заряда при электрических взаимодействиях. Но инерциальная масса оказалась зависящей от скорости; при приближении скорости частицы к скорости света масса становится всё больше и больше и перестаёт удовлетворять второму закону Ньютона, а подчиняется более общим релятивистским законам движениям. Только собственная масса (масса покоя) остаётся неизменной до тех пор, пока частица существует.

Выводы Ньютона о пропорциональности гравитационной и инерционной массе, обоснованные Эйнштейном на основе принципа локальной эквивалентности инерциальных и гравитационных полей, свидетельствует о глубокой связи между законами динамики и законами всемирного тяготения.

Понятие массы – это развивающееся понятие. Более полно содержание массы раскрывается в связи с понятием энергии и импульса. Определяя массу как меру инертности – меру устойчивости материальных объектов, мы тем самым как бы отрицаем их изменчивость, превращаемость. В действительности объекты материального мира изменчивы, они превращаются качественно и количественно. Изменение же вообще, в том числе и качественная превращаемость, есть движение – способ существования материи в пространстве-времени. Поэтому (наряду с понятием массы) в физике имеется физическая величина, количественно характеризующая движение. Этой величиной является *энергия*. Энергия есть мера движения материи при превращении её из одной формы в другую. По выражению Ф.Энгельса: « $E=mv^2/2$ – это механическое движение, измеряемое способностью превращаться в определённое количество другой формы движения». Таким образом, энергия – как мера движения, изменения, находит выражение в своей противоположности – массе, как мере инерции, устойчивости. Соотношение между энергией E и массой m – $E=mc^2$, где c – скорость света, выражает пропорциональность двух физических величин, в чём заключено единство инерции и движения материальных объектов [1].

Установлено, что известный в физике закон сохранения энергии находится в связи со свойствами времени: закон сохранения замкнутой системы есть следствие однородности времени. Поэтому мы утверждаем: *физическая величина, являющейся инвариантом преобразования симметрии сдвига во времени называется энергией*. В этом заключается определения энергии через закон.

Второй физической величиной, имеющей значения меры движения, является импульс $p=mv$. Импульс – это есть векторная величина, по своему физическому смыслу отличная от энергии – скалярной величины. Об импульсе Ф. Энгельс говорил: « mv – это механическое движение, измеряемое механическим же движением».

Можно сказать, что mv – это импульс механического движения, т.е. движения, суть которого состоит в изменении пространственного положения вещей в системе отсчета и поэтому импульс выступает как физическая величина, сохранения которой связано со свойствами пространства. А именно, если пространство однородно, то импульс свободно движущейся частицы не меняется, т.е. частица движется по инерции. Или иначе, *импульс является инвариантом преобразования симметрии сдвига* (перемещения, трансляции).

Но импульс и энергия частицы выражаются через массу. Поскольку же импульс свободной частицы сохраняется, если пространство однородно, а энергия – если однородно время, то *масса – это есть величина инвариантная при преобразовании симметрии пространственных и применяемых сдвигов в пространстве-времени*.

Для полной характеристики движения частиц, трех величин указанных выше, недостаточно, так как ими не учитывается вращательное движение. Второй закон Ньютона для вращательного движения частицы выражает взаимозависимость между величинами – моментом импульса и моментом силы, в которых учитывается отношение движущейся частицы к точке пространства, через которую проходит ось вращения. Момент импульса частицы как векторное произведение импульса на радиус-вектор, определяющий положение частицы относительно центра вращения, может быть выражен как произведение момента инерции J на угловую скорость ω : $\mathbf{R} = J \omega$, где $J=mR^2$, m – масса частицы, \mathbf{R} – радиус-вектор.

Следовательно, роль меры инерции вращательного движения играет момент инерции, а роль скорости – угловая скорость. Из закона вращательного движения следует, что при равенстве момента силы нулю момент импульса сохраняется. С другой стороны, теоретически доказано, что закон сохранения импульса есть следствие изотропности пространства, т.е. *момент импульса есть физическая величина инвариантная при преобразовании симметрии вращения в пространстве, если оно изотропно*.

В таком случае сохраняется и масса, через которую выражается момент инерции. Таким образом, мы видим, что понятие массы, энергии, импульса и момента импульса отличаются своим соотношением и типом симметрии – принципам инвариантности.

Список литературы:

1. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. — М.: Высшая школа, 1976 – 416 с.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том 1. Механика. – М.: Наука, 1974 – 520 с.
3. Стрелков С.П. Механика. – М.: Наука, 1975 – 560 с.
4. Фейман Р., Лейтон Р., Сэнде М. Феймановские лекции по физике. Том 3, 4 – М.: Мир, 1976 – 496 с.

