

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОНЯТИЯ СИММЕТРИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

Якупов Г. С.

Оренбургский государственный университет

Одним из важнейших понятий современного естествознания является понятие симметрии и противоположного ему по смыслу асимметрии. Научные исследования, носящие фундаментальный характер, так или иначе базируются на рассмотрении данных терминов. Симметрия издавна представляла интерес для ученых, наводила их на мысль о том, что понятие симметрии можно применить к изучению законов природы. Термин «симметрия» имеет античное происхождение, в переводе с древнегреческого он означает соразмерность (однородность, гармоничность). Древнегреческие мыслители считали порядок и симметрию обязательным условием прекрасного. Известный физик Луи Де Бройль писал: «Красота – является критерием истинности физической теории», или «физический закон должен обладать математической красотой». Как подтверждением его словам академик А. Б. Мигдал напишет: «...и формулы, не монстры Шредингера, а изящные Максвелла в электродинамике, Ньютона в гравитации, Кулона в электричестве, Эйнштейна в теории относительности». Конечно надо помнить, что «некрасивая» теория может быть вполне верной и, соответственно, наоборот. Тем не менее, при построении новых теорий, эстетический фактор играет важную роль. Известный математик Г. Вейль указывал на то что симметрия «является той идеей, посредством которой человек на протяжении веков пытался достичь и создать порядок, красоту и совершенство» [1]. Выдающиеся деятели искусства культуры с древних времен знали законы симметрии. Симметрию можно встретить в геометрическом орнаменте, узоре, в архитектуре преобладают прямые линии, углы и круги, симметрия — это не просто однообразие того или иного элемента, а их глубокая согласованность. Поэтому часто можно встретиться с такими параллелями: симметрия и красота, симметрия и совершенство или симметрия и гармония. Другой стороной симметрии является асимметрия, поскольку точных симметрий нет ни в природе, ни в искусстве. Часто проводят параллели: симметрия и уравнищенность, симметрия и совершенство.

В то же время в школьных учебниках по физике упоминания о симметрии практически не содержится, даже при рассмотрении законов сохранения и кристаллических тел в 9 и 10 классах и лишь в учебнике по физике 11 класса при рассмотрении кварк-лептонной симметрии можно встретить использование термина симметрия [2]. В школьном курсе физики большое внимание уделяют явлениям, законам, умению решать задачи на различные темы. В то же время изучаемый материал требует осмысления, то зачастую этот элемент образовательного процесса остается за рамками школьной программы.

Рассматривая на уроках физики в 9 классе законы сохранения энергии и импульса, необходимо обратить внимание учащихся на то, что эти законы явля-

ются следствием пространственно-временной симметрии законов природы. Исходя из этого, можно сделать заключение о том какую важную методологическую функцию они выполняют, а именно, указывают на условность деления на разделы дисциплины «Физика». Эти законы работают везде, что бы ни изучалось по программе в данный момент: механика, тепловые явления, электродинамика или квантовая физика. Законы сохранения встречаются не только в физике, но и во всех естественных науках, например, в химии и биологии также широко используется закон сохранения энергии. Все это связано с симметрией законов природы, которые вовсе не ограничены рамками физики.

Симметрия в школьном курсе физики не должна ограничиваться только законами сохранения. Ее необходимо видеть и уделять ей внимание при рассмотрении материала во всех разделах школьного курса физики. В качестве примера можно привести симметрию траектории тела, брошенного под углом к горизонту, симметрия графика плавления и кристаллизации твердого тела, симметрия формул, описывающих кинематику и динамику поступательного и вращательного движения, симметрия закона Кулона и закона всемирного тяготения, а также симметрия между механическими и электрическими колебаниями.

Использование симметрии при изучении физики позволяет глубже разобраться в изучаемых явлениях и законах. Использовать симметрию можно и при решении различных физических задач. При этом кажущаяся на первый взгляд сложно задача может оказаться весьма простой. В качестве примера можно рассмотреть ряд задач, часто встречающихся на олимпиадах по физике. На рис. 1 представлена электрическая схема, для которой нужно найти сопротивление между точками А и В. Сопротивление каждого участка равно R .

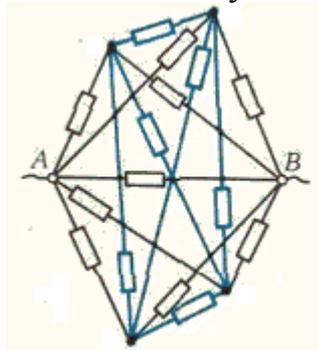


Рис. 1. Исходная схема

Данная задача решается достаточно просто если при ее решении использовать симметрию. Разместим интересующие нас точки на прямой OO , относительно которой точки А и В симметричны. То есть, перейдем от несимметричной схемы к симметричной.

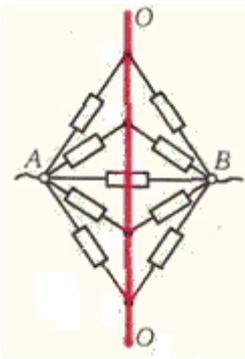


Рис. 2. Симметричная схема

Исходя из соображений симметрии можно сделать вывод, что потенциалы точек, лежащих на прямой OO одинаковы, следовательно, эти точки можно соединить друг с другом. Таким образом, сопротивление между точками A и B будет равно $2R/6$. Простор фантазии авторов подобных задач неограничен, так вместо резисторов в схемах могут использоваться, например, конденсаторы. Но если при решении подобных заданий использовать общий принцип симметрии, то их решение в значительной степени упрощается [3].

Следует отметить, что идея использования понятия симметрии в школьном курсе физики, не является новшеством. Ее предлагал использовать еще в конце 60-х годов прошлого столетия В. А. Фабрикант. Он отмечал, что во всех разделах классической физики, в частности при решении задач, необходимо отмечать следствия, вытекающие из свойств симметрии. Изучение свойств симметрии существенно во всех разделах физики [4].

Рассмотрение симметрии в школьном курсе физики еще важно тем, что без ее использования курс физики в школе не может считаться современным. Кроме того, понятие симметрии необходимо применять при изучении таких предметов как математика, химия, география, биология.

Крайне важным является использования понятия симметрии при рассмотрении законов сохранения. Учащихся можно ознакомить с одной из формулировок теоремы Э. Нётер: различным симметриям физических законов соответствуют определенные законы сохранения. Эта теорема доказывает математически связь законов сохранения с симметрией природы.

Если законы, которые устанавливают соотношение между величинами, описывающими какую-либо физическую систему, или определяют изменение этих величин со временем не изменяются при определенных операциях (которые также называют преобразованиями), то говорят, что эти законы обладают симметрией относительно таких преобразований. Очень важную роль симметрия играет при изучении явлений микромира. Физик-теоретик А. Мигдал считал, что главными направлениями физики XX века были поиски симметрии и единства картины мира [5].

Сохранение величин, непосредственно не связанных со свойствами пространства-времени, принято называть «внутренней» симметрией. Примером такой величины является электрический заряд и связанный с ним закон сохранения электрического заряда. Смысл его в том, что сохраняется во времени алгебраическая сумма зарядов любой электрической изолированной системы. Мате-

матическом смысле закона сохранения заряда является уравнение непрерывности

$$\operatorname{div} \mathbf{j} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$$

где \mathbf{j} - плотность тока, ρ - объемная плотность заряда.

Физический смысл этого уравнения состоит в том, что $\operatorname{div} \mathbf{j}$ - расходимость тока (его движение) - связана с изменением во времени, т.е. перемещением электрического заряда. Электрический ток - направленное движение свободных электрических частиц. Физический смысл выражения (1) отражает факт несотворимости и неуничтожимости электрического заряда.

Необходимо отметить, что в случае сохранения электрического заряда в замкнутых (изолированных) системах вовсе не обязательно сохранение числа заряженных частиц. В качестве примера можно привести процесс β -распада нейтрона, который как известно, не имеет электрического заряда. В результате этого явления возникают протон, имеющий заряд e^+ , электрон (заряд e^-) и электронное антинейтрино, не имеющее электрического заряда. Таким образом в этой реакции возникли две частицы, имеющие электрический заряд, но их суммарный заряд равен нулю, как и у нейтрона, которых их породил. Еще одним важным моментом закона сохранения электрического заряда является устойчивость электрона. Электрон представляет самую легкую частицу, имеющую электрический заряд. Соответственно он не может распасться, так как при этом нарушился бы закон сохранения электрического заряда. Время жизни электрона составляет 10^{19} лет, что подтверждает правильность данного закона.

На рубеже XX - XXI веков принцип симметрии распространяется на новые области, так, например, из кристаллографии, физики твердого тела он шагнул в область химии, молекулярных процессов, а также в физику атома.

В данной работе рассмотрены лишь некоторые примеры использования понятия симметрии в школьном курсе физики. В то же время симметрия играет важную роль в математике, логике, философии, искусстве, биологии, физике, химии и других науках, которые имеют дело с системами, а также исследованиями в области общей методологии.

Список литературы

1. Вейль Г. *Симметрия.* / Пер. с англ. – М.: Наука, 1968.
2. Мякишев Г. Я., Буховцев Б. Б. *Физика: Учебник для 11 класса средней школы.* – М.: Просвещение, 1989.
3. Тарасов Л. В. *Симметрия в задачах по физике // Квант.* – 1978. – №6.
4. Фабрикант В. А. *О современном курсе физики в средней школе // Советская педагогика.* – 1968. – №6.
5. Карасев В.П. *Симметрия в физике.* М.: «Знание», 1978.