

СТРОГОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЙ В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ. 6. ТОЧЕЧНЫЙ ЗАРЯД И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ДИПОЛЬ

Строгость и корректность определений в курсе общей физики особенно актуальна в последнее время, когда начала активно применяться тестовая система оценки знаний учащихся (например, в рамках Единого государственного экзамена или тестирования остаточных знаний в ВУЗах) [1, 2, с. 18-19].

В курсе общей физики принцип суперпозиции электростатических взаимодействий может быть проиллюстрирован на примере простейшей электрической системы – электрического диполя. Рассмотрим, как обычно вводится понятие **электрический диполь** (electric dipole).

Физическая энциклопедия даёт следующее определение электрического диполя: «Система, состоящая из двух одинаковых по величине, но разноимённых точечных зарядов ($\pm q$), расположенных на конечном расстоянии l друг от друга». А дальше вводится дополнительное определение: «Элементарным или точечным [диполем электрическим] наз. предельная система с $l \rightarrow 0$, $|q| \rightarrow \infty$ при конечном [дипольном моменте] p » [7, с. 629]. Возможно, такой подход и является самым корректным, но он способен серьёзно запутать – ведь в большинстве учебных пособий электрическим диполем называется как раз «элементарный или точечный электрический диполь» в «энциклопедическом» понимании этого термина. Тем более, что Физический энциклопедический словарь определяет электрический диполь аналогично Физической энциклопедии, но понятие «элементарный или точечный электрический диполь» не вводит вообще. Правда, указывается, что «электрич. поле любой в целом нейтр. системы на расстояниях, значительно больших её размеров, приближённо совпадает с полем эквивалентного [диполя] – электрич. полем [диполя] с таким же [дипольным моментом], как и у системы зарядов» [8, с. 161-162].

Логично, таким образом, в курсе общей физики электрическим диполем называть «систему, образованную двумя равными точечными зарядами противоположных знаков, жёстко связанными между собой и отстоящими друг от друга на расстоянии, значительно меньшем, чем расстояние до точки, в которой измеряется электростатическое поле» [3, с. 58] или (что аналогично) «систему двух разноимённых по модулю точечных зарядов, расстояние между которыми значительно меньше расстояния до рассматриваемых точек поля» [3, с. 353].

В популярном школьном учебнике определение электрического диполя дано на примере молекулы: «На большом расстоянии молекулу можно приближённо рассматривать как совокупность двух точечных зарядов, равных по модулю и противоположных по знаку, находящихся на некотором расстоянии друг от друга. Такую в целом нейтральную систему зарядов называют электрическим диполем» [4, с. 268]. Таким образом, получается, что молекулу можно «рассматривать как совокупность двух точечных зарядов» только «на большом расстоянии», а вот собственно к электрическому диполю это требование и не относится – о величине расстояния между точечными зарядами ничего не сказано. Ничего не сказано и о неизменности этого расстояния.

Ничего не говорится об ограничениях, накладываемых на расстояние между «разноимёнными зарядами» в [6, с. 25-26].

Но в любом случае возникает вопрос – а как определить **точечный заряд** (point charge)?

Иногда точечным зарядом называют «заряженное тело, размерами которого можно пренебречь по сравнению с расстояниями от этого тела до других тел, несущих электрический заряд» [5, с. 11]. Такое определение представляется недостаточно корректным, так как далеко не всегда даже маленькое (по сравнению с расстояниями до других тел) тело можно рассматривать как материальную точку [1].

В школьном учебнике хоть конкретное определение точечного заряда и не дано, но приводится разъяснение, старательно избегающее понятия «материальная точка»: «В природе точечных заряженных тел не существует, но если расстояние между телами во много раз больше их размеров, то ни форма, ни размеры заряженных тел существенно не влияют на взаимодействия между ними. В таком случае эти тела можно рассматривать как точечные. Вспомните, что и закон всемирного тяготения тоже сформулирован для точечных тел» [4, с. 250].

В кн.: «Тезисы докладов Международной школы-семинара «Физика в системе высшего и среднего образования России» (Москва, 2010 г.) / Под ред. проф. Г.Г. Спирина. – М.: АПР, 2010. – 328 с. – С. 65-66.

Другой школьный учебник понятия «материальная точка» не боится и кратко определяет: «Точечным зарядом называется заряженная материальная точка» [6, с. 8]. Правда, когда в механике вводится понятие «материальная точка» [1], возможность материальной точки быть «заряженной» не предусматривается.

Поэтому наиболее корректным представляется такое определение: «Точечный заряд – заряд, сосредоточенный на теле, размеры которого пренебрежимо малы по сравнению с расстоянием до других заряженных тел, с которыми он взаимодействует, т. е. на материальной точке. При этом нужно помнить, что электрические заряды распределены в объёме, и, следовательно, никаких конечных зарядов в материальной точке быть не может. Поэтому понятие точечного заряда является физической абстракцией (как и само понятие материальной точки)» [3, с. 31, с. 355].

Кстати, отрезок прямой, проходящей через заряды электрического диполя, называется осью диполя. Ось диполя некоторые учебные пособия называют вектором (или векторной величиной¹), так как она помимо абсолютного значения (длины) имеет и направление (от отрицательного заряда к положительному). Здесь стоит отметить, что, строго говоря, ось диполя, скорее не вектор, а своего рода «псевдовектор», так как её направление не определено объективно, а задаётся искусственно в определении [3, с. 58]. Другие учебные пособия не считают ось диполя векторной величиной, вводя направление только в определении дипольного момента (момента диполя). Но это ничего не меняет – ведь и направление дипольного момента определяется согласно тому же условному правилу.

1. Бармасов А.В., Бармасова А.М., Яковлева Т.Ю. Строгость определений в курсе общей физики. 1. Материальная точка / В материалах Совещания заведующих кафедрами физики ВУЗов России: «Актуальные проблемы преподавания физики в ВУЗах России». – М., 29 июня – 2 июля 2009 г.
2. Бармасов А.В., Бармасова А.М., Яковлева Т.Ю. Строгость определений в курсе общей физики. 4. Вектор и векторная величина / В кн.: «Школа и ВУЗ: Инновации в образовании. Межпредметные связи естественных наук: сборник научных трудов Всероссийской научно-практической интернет-конференции» / отв. за вып. А.В. Бармин. – Орёл: ОрёлГТУ, 2009. – 180 с. – С. 18-19.
3. Бармасов А.В., Холмогоров В.Е. Курс общей физики для природопользователей. Электричество / Под ред. А.П. Бобровского. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 448 с. – Серия «Учебная литература для вузов». – ISBN 978-5-9775-0420-1.
4. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика: учеб. для 10 кл. общеобразоват. учреждений. – 14-е изд. – М.: Просвещение, 2005. – 366 с.: ил. – ISBN 5-09-014170-3.
5. Савельев И.В. Курс общей физики: Учеб. пособие: Для вузов. В 5 кн. Кн. 2. Электричество и магнетизм. – 4-е изд., перераб. – М.: Наука. Физматлит., 1998. – 336 с. – ISBN 5-02-015001-0 (Кн.2).
6. Степанова Г.Н. Физика. 10 класс. Электродинамика. II: Учебник для общеобразовательных учреждений. – 2-ое изд., перераб., доп. – СПб.: ООО «СТП Школа», 2004. – 192 с., ил. – ISBN 5-98198-007-9.
7. Физическая энциклопедия / Гл. ред. А.М. Прохоров. Ред. кол. Д.М. Алексеев, А.М. Балдин, А.М. Бонч-Бруевич, А.С. Боровик-Романов и др. – М.: Сов. энциклопедия. Т. I Ааронова-Бома эффект – Длинные линии. 1988. – 704 с., ил.
8. Физический энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров. Ред. кол. Д.М. Алексеев, А.М. Бонч-Бруевич, А.С. Боровик-Романов и др. – М.: Сов. энциклопедия., 1984. – 944 с., ил.

¹ См. [2].