

О ПРЕДВЗЯТОМ ОТНОШЕНИИ ФИЗИКОВ К ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ УДАРНОЙ ВОЛНЕ

Кулаков Владимир Геннадьевич

SPIN РИНЦ: 2111-7702

Контакт с автором: kulakovvlge@gmail.com

Ударная волна – это распространяющийся по среде фронт резкого изменения параметров среды.

Вакуум не является абсолютной пустотой, а представляет собой некоторую среду, через которую распространяются физические взаимодействия. Возможно ли возникновение ударных волн в вакууме? Ответ на данный вопрос является принципиально важным для современной физики: если существование подобных волн будет доказано экспериментально, то произойдет научная революция.

Дело заключается в том, что на создание в среде ударной волны движущееся относительно среды тело расходует свою кинетическую энергию, и, следовательно, среда оказывает сопротивление движению тела. Сопротивление движению физических тел, молекул, атомов и элементарных частиц со стороны вакуума никогда не учитывалось при моделировании физических явлений. Если подобное сопротивление существует, то потребуется перепроверить и доработать модели в нескольких разделах физики.

Необходимость учета сопротивления движению физических тел со стороны среды, в которой происходит данное движение, настолько существенно усложняет вычисления, что вызывает у ученых сильное психологическое неприятие. В истории развития баллистики и электродинамики имели место очень похожие ситуации, связанные с крайним консерватизмом теоретиков. Например, в средние века для описания траектории движения запущенного из катапульты снаряда применялась графическая модель, состоящая из двух отрезков прямых линий и лежащей между ними дуги окружности (рисунок 1).

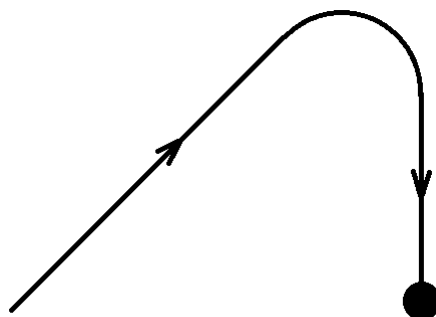


Рисунок 1. Средневековая модель полета снаряда

После изобретения в XIII веке пороховых пушек подобная модель стала малоприменимой для практического применения и начались споры по поводу

реальной формы траектории полета снарядов между специалистами-прикладниками с одной стороны и учеными-теоретиками – с другой. Итальянский архитектор Никколо Тарталья, занимавшийся проектированием оборонительных сооружений, в 1537 году провел серию экспериментов с целью уточнения вида траектории движения снаряда. Тарталья доказал, что эта траектория представляет собой кривую линию на всем ее протяжении (рисунок 2). После экспериментов Тартальи возникли новые вопросы: почему траектория имеет такую форму и каким математическим уравнением она может быть описана?

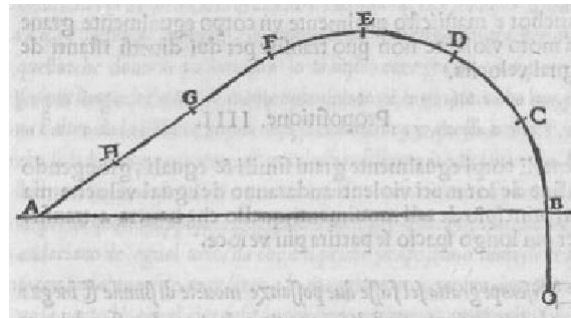


Рисунок 2. Результат эксперимента Никколо Тартальи

Галилео Галилей выдвинул предположение, что в пустоте, при отсутствии воздуха, траектория полета снаряда должна представлять собой параболу (рисунок 3). Однако уже по результатам экспериментов Тартальи было очевидно, что форма траектории снаряда заметно отличается от параболической и пренебрегать сопротивлением воздуха нельзя. Новая модель, предложенная Галилеем, по своей сути была ближе к истине, чем старая, но проигрывала по точности старой модели.

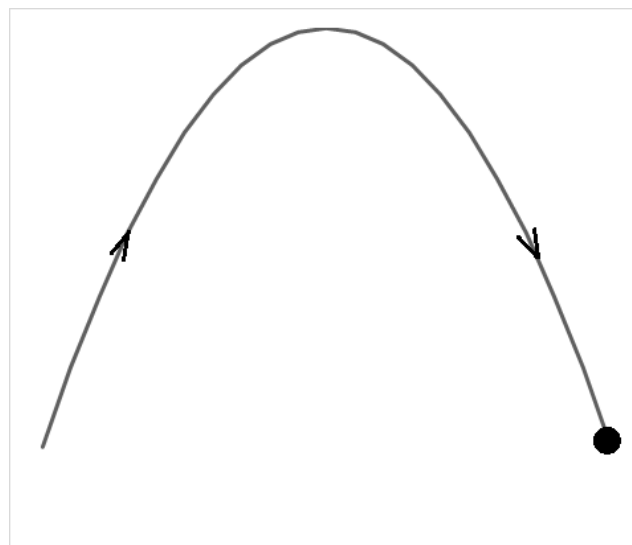


Рисунок 3. Модель полета снаряда, предложенная Галилеем

По мере развития артиллерии увеличивались скорость и дальность полета снарядов и становилось все более заметным влияние сопротивления воздуха на траекторию полета:

- в 1687 году свои исследования о влиянии сопротивления воздуха на брошенное тело опубликовал Исаак Ньютон;
- в 1721 году Даниил Бернулли решил задачу о движении снаряда с учётом силы сопротивления воздуха, которую он принимал пропорциональной квадрату скорости снаряда;
- в 1740 году Бенджамин Робинс разработал метод для определения начальной скорости снаряда и экспериментально исследовал зависимость силы сопротивления воздуха от скорости движения снаряда;
- в 1753 году Леонард Эйлер предложил простой способ решения задачи о движении снаряда в воздухе с аппроксимацией траектории участками двух различных парабол.

Таким образом, только в середине XVIII века важность влияния сопротивления воздуха на траекторию полета снаряда была оценена мировым научным сообществом. С этого времени и до середины XX века было проведено множество экспериментов с целью уточнения формулы, описывающей зависимость силы сопротивления от скорости движения и формы снарядов, от атмосферного давления и температуры воздуха и также от других параметров.

С середины XIX века начинаются экспериментальные исследования ударной волны, порождаемой в воздухе летящим снарядом. В 1884 Эрнст Мах начал серию экспериментов с целью получения фотографических изображений головных (ударных) волн, создаваемых пулями и снарядами, и в 1888 году он смог получить и опубликовать четкие фотографии ударной волны. Только после появления наглядного подтверждения существования в воздухе ударной волны стало общепризнанным.

Здесь следует также отметить, что уже в самом первом, средневековом варианте построения модели движения снаряда была достаточно очевидной необходимость разделения траектории на несколько участков. Сопротивление движению со стороны среды приводит к тому, что вместо аналитического решения задачи о движении тела приходится использовать различные численные методы.

Вернемся теперь к проблемам, связанным с возможностью существования ударных волн в вакууме.

Автором первой научно проработанной гипотезы о среде, в которой распространяется свет – светоносном эфире, принято считать французского математика, философа и физика Рене Декарта, который в 1634 году опубликовал ее в своей работе «Мир, или трактат о свете». После этого в XVII и XVIII веке учеными было выдвинуто множество различных гипотез о свойствах светоносного эфира, однако со временем становилось все более очевидным, что эфир может вносить задержку в распространение физических взаимодействий и оказывать какое-то сопротивление движению материальных тел. Тем самым светоносный эфир настолько усложнял математические

вычисления, что в XIX веке многие ведущие ученые пытались отказаться от гипотезы эфира и стали разрабатывать вместо нее гипотезу об абсолютной пустоте. Однако эксперименты по обнаружению радиоволн, проведенные в конце XIX века немецким физиком Генрихом Герцем, доказали, что радиоволны распространяются даже в вакууме и, следовательно, вакуум не является пустотой в точном смысле этого слова, а представляет собой некоторую среду. После экспериментов Герца свет и радиоволны стали относить к одному типу волн и называть электромагнитными.

Если в среде наблюдаются поперечные волны, то должны наблюдаться также и ударные волны, однако признание существования ударной волны означало бы, что среда может оказывать сопротивление движению физических тел. Так как в то время на примере таких разделов физики, как гидродинамика и баллистика, уже было известно, что зависимость силы сопротивления от скорости движения тела относительно среды является нелинейной функцией, то было очевидно следующее: при учете сопротивления среды движение тел будет описываться системами нелинейных уравнений, что сделает практически невозможным получение решения задач об этом движении в аналитической форме.

Указанные выше соображения объясняют, почему отношение у ударной электромагнитной волне со стороны физиков-теоретиков оказалось еще более предвзятым, чем отношение к радиоволнам до опытов Герца, а любые гипотезы, имеющие какое-либо отношение к ударным волнам в вакууме, сталкивались с ожесточенным неприятием.

Например, теоретики не желали замечать, что возможность существования в вакууме электромагнитной ударной волны является прямым следствием принципа запаздывания потенциалов, сформулированного на рубеже XIX и XX веков независимо друг от друга французским физиком Альфредом-Мари Лиенаром и немецким физиком Эмилем Вихертом.

В начале XX века были также выведены уравнения, описывающие силу радиационного трения, то есть силу, действующую на заряженную частицу со стороны её собственного электромагнитного излучения, вызываемого неравномерностью движения этой частицы. Формула радиационного трения для частицы, движущейся с нерелятивистской скоростью, была выведена нидерландским физиком-теоретиком Хендриком Лоренцем, а затем обобщена на релятивистский случай немецким физиком Максом Абрагамом в 1905 году. Однако Лоренц, являвшийся в области физики непререкаемым авторитетом, проявил удивительную непоследовательность в рассуждениях и не пожелал в других своих работах учитывать сопротивление движению частиц, создаваемое силой радиационного трения.

В то же время в теоретической физике стало общепринятым следующее рассуждение в духе средневековой схоластики: «Равномерно движущееся по инерции заряженное тело не создает электромагнитного излучения». Коварство этой фразы состоит в том, что ее на самом деле можно понимать двояко: тело движется равномерно и не излучает волны или движется замедленно и создает волну.

В 1905 году Альберт Эйнштейн в работе «К электродинамике движущихся сред» предложил отказаться от понятия эфира и сформулировал основные постулаты Специальной теории относительности (СТО): принцип относительности, утверждающий, что все законы природы одинаковы во всех инерциальных системах отчета, и принцип постоянства скорости света, утверждающий, что скорость света в пустоте одинакова во всех инерциальных системах отчета и не зависит от движения источников и приемников света. Формулируя принцип относительности движения, Эйнштейн следовал идеям Лоренца и никак не учитывал возможности создания ударных волн заряженными телами, движущимися по инерции, что привело к возникновению в теоретической физике целого ряда связанных с СТО парадоксов.

В 1934 году советский физик Павел Черенков, выполнявший исследования люминесценции жидкостей под воздействием гамма-лучей в лаборатории И. С. Вавилова, обнаружил постороннее слабое голубое излучение, вызываемое не гамма-лучами, а электронами, движущимися со скоростями, превышающими фазовую скорость света в среде. Объяснение данного явления, получившего название эффекта Вавилова – Черенкова или черенковского излучения, было дано Игорем Таммом и Ильей Франком в 1937 году: они доказали, что черенковское излучение вызвано ударной волной, создаваемой электронами. В 1958 году Черенков, Тамм и Франк за свое открытие были награждены Нобелевской премией по физике.

Однако обязательно ли скорость заряженной частицы должна превышать фазовую скорость света в среде, для того чтобы при движении частицы возникала ударная волна? Возможно, что при более низкой скорости частицы волну просто сложнее зарегистрировать, так как мощность излучения в этом случае значительно ниже. Как уже было указано выше, экспериментальное доказательство существования ударных волн в вакууме могло бы произвести революцию в физике, поэтому имеет смысл возобновить эксперименты по исследованию свойств физического вакуума, фактически заблокированные физиками-теоретиками в середине XX века, с использованием современного лабораторного оборудования.

Список использованной литературы

1. Декарт Р. Космогония: два трактата. – М.: ГТТИ, 1934. – 326 с.
2. Дмитриевский А. А. Внешняя баллистика. – М.: Машиностроение, 1972. – 584 с.
3. Кудрявцев П. С. История физики. т. II. От Менделеева до открытия квант. – М.: Государственное учебно-педагогическое издательство министерства просвещения РСФСР, 1956. – 487 с., ил.
4. Кудрявцев П. С. История физики. т. III. От открытия квант до создания квантовой механики. – М.: «Просвещение», 1971. – 424 с., ил.
5. Кулаков В. Г. Пропущенные задачи классической электродинамики // Символ науки. 2018. №3. С. 7-11.

6. Кулаков В. Г. О сопротивлении движению физических тел со стороны среды, в которой распространяются электромагнитные волны // Символ науки. 2018. №4. С. 8-11.
7. Кулаков В.Г. Предрассудок о невозможности возникновения ударных волн в вакууме // Символ науки. 2020. №1-2. С. 12-14.
8. Терентьев М. В. История эфира. – М: ФАЗИС, 1999. – 176 с.
9. Уиттекер Э. Т. История теории эфира и электричества. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». 2001, — 512 с.
10. Эйнштейн А. Собрание научных трудов в 4 томах. Том 1. Работы по теории относительности 1905-1920. – М. «Наука», 1965.

© В.Г. Кулаков, 2020