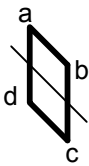


СТО на лабораторном столе

Принято считать, что специальная теория относительности выводится из сложных опытов на грани чувствительности приборов. Да и с опытами теми еще надо бы разобраться... На самом деле эффекты СТО можно легко показать в домашней или школьной лаборатории.

Нашими приборами будут:

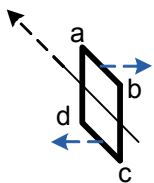
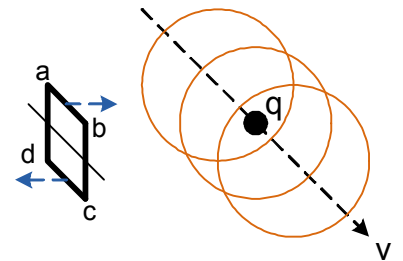
- заряженное тело q ;
- рамка с током $abcd$, которая может вращаться на оси (она служит датчиком магнитного поля);
- ну и голова, разумеется.



Опыт 1. Для начала разместим все это хозяйство неподвижно. Заряд покоится, потому никакого магнитного поля не создает. Соответственно, рамка его не обнаруживает.

Поставим нашу установку целиком на тележку и покатаем. Ничего ровным счетом не изменится! По-настоящему, даже и тележка не нужна: лаборатория связана с Землей, а из-за вращения последней – она все время меняет скорость (физики говорят: меняет сопутствующую инерциальную систему отсчета – ИСО). Все равно: покоящийся в любой ИСО заряд магнитного поля в ней не создает. Это проверялось весь XIX век, сомнению не подлежит, так что и повторять опыт было ни к чему!

Опыт 2. Теперь заставим двигаться только заряд (а рамка неподвижна). Вокруг линии движения возникнет магнитное поле. Рамка немедленно отреагирует: появится вращающий момент, вызванный силой Ампера. Можем приделать к рамке спиральную пружину и стрелку – получим индикатор магнитного поля. Снова хорошая новость: подобные опыты ставились бесчисленное множество раз лучшими экспериментаторами, так что нам и трудиться было необязательно.



Опыт 3. А сейчас у меня плохая новость.

Взглянем на опыт 2 из другой системы отсчета: такой, в которой заряд покоится (а движется рамка). Вращающий момент никуда не делся, но вот что его вызывает?

Не магнитное поле, это точно. Потому что заряд покоится. Мы можем это перепроверить: остановить рамку, и она сразу расхочет поворачиваться.

Между прочим, оказывается, что магнитное поле можно уничтожить, просто сменив систему отсчета! Противоречит «здравому смыслу»... но, увы, так устроена природа.

Но если не сила Ампера, тогда что же воздействует на проводники ab и cd ?

Обсуждение. Опыты (которых мы даже не делали) окончены. Теперь будем размышлять.

Покоящийся заряд может воздействовать на элементы рамки только силой Кулона – больше нечем. Заряды в рамке, в самом деле, имеются: они-то и переносят ток. Но они же должны компенсироваться! Или не должны?

Разберемся. Пусть рамка покоится. Пусть даже и тока нет! Заряды подвижных носителей скомпенсированы противоположными – кристаллической решетки. Рамка в целом электронейтральна.

Включим ток, электроны станут двигаться в рамке со скоростью дрейфа w : от a к b и от c к d . Заметим: скорости относительно проводников одинаковы по абсолютной величине, рамка осталась нейтральной, ведь количество электронов в проводниках ab и cd в любое мгновение одинаково.

Пусть теперь рамка движется со скоростью v . Желание ее повернуться говорит о том, что в любой момент времени (одновременно в лабораторной системе отсчета – ЛИСО) число электронов в проводниках ab и cd уже неодинаково. Разница сил Кулона и образует вращающий момент.

Это на первый взгляд странно: ведь скорость в ЛИСО электронов, движущихся от a к b , равна $v - w$, а движущихся от c к d – равна $v + w$. Вычитаем скорость рамки v , и приходим к ситуации неподвижной рамки...

Приходится предположить, что скорости (при переходе между ИСО) не складываются-вычитаются, а преобразуются сложнее. Например, чем большей ожидается результирующая скорость, тем менее она простой суммы. На cd она как раз и ожидалась больше (скорости рамки и электронов направлены в одну сторону).

Если так, то разность скоростей электронов и рамки на участке cd будет меньше, чем на участке ab . Чтобы, электроны нигде не скапливались, поток с меньшей скоростью должен уплотняться. На cd электроны идут «гуще» (с точки зрения ЛИСО)! Дистанции между ними на cd короче, чем на ab .

Выходит, длины сокращаются, и в тем большей мере, чем больше скорость? Но это все объясняет. На cd электронов просто большее количество, чем на ab ! Появился некомпенсированный заряд, кулонова сила действует на два горизонтальных отрезка в разной степени.

Получается, что в одной ИСО (сопутствующей для рамки) – количество электронов на отрезках одинаково, в другой (в которой рамка движется) – различно... Как же количество может быть относительным?

Может: количество переменено, поскольку мы фиксируем его не одновременно! В ЛИСО электроны, вступающие на проводник, и сходящие с него, живут в разном времени. На проводнике cd – те, которые ближе к точке d , отстают во времени, «голова» цепочки притормаживает. А «хвост» c живет в будущем, он «подпирает».

Отсюда и сжатие пространственных промежутков между электронами.

Оказывается, время не едино, в каждой ИСО оно свое. Больше того: в движущейся системе оно еще и неоднородно.

Рассуждения качественные, но если применить преобразования Лоренца – то все как раз сойдется (в этом уж придется поверить на слово).