

Фокусы с колечками дыма

Постановка задачи.



Чтобы как-то развлечь меня в долгие летние дни в маленьком провинциальном городке, мой дедушка часами напролёт пускал колечки табачного дыма. Фокус попроще состоял в том, что дедушка направлял колечко в стену, и, приближаясь к ней, колечко расширилось.

Но самый удивительный фокус выглядел так: дедушка пропускал одно маленькое колечко сквозь другое – побольше. После того как маленькое, более быстрое колечко проходило сквозь большое, последнее сжималось и начинало двигаться скорее, тогда как маленькое колечко расширялось и замедляло движение (см. рис.). Колечки менялись ролями, и снова одно из них проходило сквозь другое и т.д. Такая чехарда продолжалась до тех пор, пока колечки совершенно не рассеивались.

Аналогичную картину можно наблюдать. Если пускать каплю подкрашенной воды в высокий стакан с водой. Ударившись о поверхность, цветная капля образует колечко, которое, расширяясь, опускается на дно. Вторая капля, пущенная сразу следом за первой, тоже создаёт кольцо, которое проходит сквозь первое – и опять начинается игра в догонялки.

Почему образуются колечки дыма и каким образом им удаётся столь долго сохранять свою форму? Почему, приближаясь к стене, дымовое кольцо расширяется? Как объяснить «чехарду», которую устраивают колечки дыма или воды?

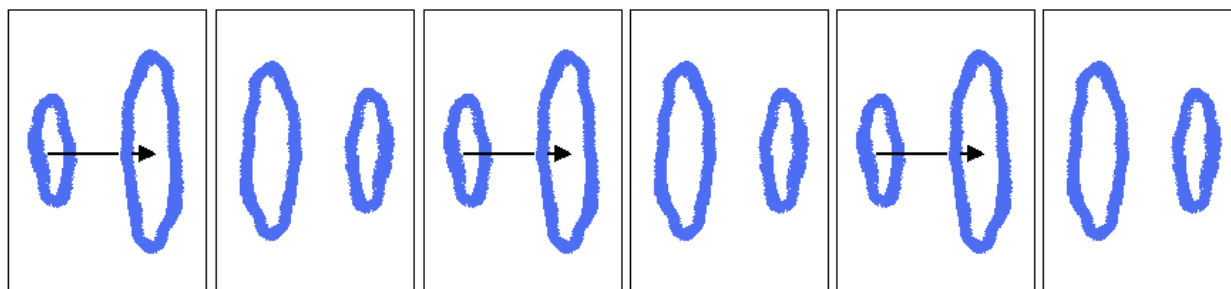


Рис. Дедушкины фокусы с кольцами табачного дыма

Краткий ответ.

Чтобы понять, почему при приближении к стене кольцо табачного дыма расширяется, попытайтесь представить, что сквозь стену навстречу этому кольцу движется его «зеркальное отображение». Тогда потоки, которые в обоих кольцах направлены перпендикулярно стене, взаимно уничтожаются. Те же потоки, которые находятся ближе к стене и движутся параллельно ей, складываются. В результате кольцо, приближаясь к стене, расширяется в плоскости, параллельной стене. Конечно, на самом деле никакого кольца, движущегося навстречу нашему кольцу сквозь стену, нет, но воздушные потоки, обусловленные наличием стены, в точности таковы, какие должны были бы возникать, если бы навстречу нашему кольцу двигалось его зеркальное отображение.

Несмотря на то, что «чехарда» дымовых колец неоднократно описывалась в литературе (в частности во многих учебниках), этот фокус, скорее всего, невыполним. В 1972 г. Максурси тщательно проверил это явление, экспериментируя с водяными кольцами. Если начальная скорость колец примерно одинакова, то заднее кольцо захватывается передним, но образующееся при этом кольцо уже не разделяется. Если же скорость второго кольца вначале намного превышает скорость первого, то образующееся «составное» кольцо оказывается неустойчивым, и в конце концов то кольцо, которое сначала было позади, выбрасывается вперёд, а первое кольцо отстаёт от него. Кольцо, бывшее сначала позади, имеет теперь такую же (или несколько большую) скорость, как первое, поэтому дальнейшее соединение колец становится маловероятным. Если Максурси прав, то все приводимые ранее в учебниках пространные рассуждения можно рассматривать лишь как ещё один пример того, что часто о явлениях, ещё неисследованных, пытаются говорить много и «убедительно».

(Уокер Дж. Физический фейерверк, - 2-е изд. Пер. с англ., – М.: Мир, 1988, с. 107, 221.)