

Так как $FB = FB'$ и среда однородная, то

$$t_{FB} = t_{FB'}$$

Из-за того что $C'D = C'B'$ и среда однородная,

$$t_{AC'D} = t_{AC'B'}$$

Поскольку точка B находится внутри, то

$$t_{AC'B} < t_{AC'D}$$

Итак, получаем, что

$$t_{AC'B} < t_{AC'B'}$$

Слева стоит время возможной траектории. Покажем, что справа стоит время истинной траектории. Действительно,

$$t_{AC'B} = t_{AC'F} + t_{FB} = t_{AC'F} + t_{FB} = t_{AC'FB} = t_{ACB}$$

Следовательно,

$$t_{AC'B} < t_{ACB},$$

что и требовалось доказать.

Таким образом, при преломлении на выпуклой сферической поверхности на пути от A (в среде 1) к B (в среде 2) за фокусом F время прохождения света по истинной траектории (т.е. с соблюдением закона преломления) будет максимальным по сравнению со временем по другим окольным траекториям.

Заметим, что при преломлении света, как и при отражении, важна стационарность. Время может быть минимальным (если точка B находится ближе действительного изображения точки A в точке F), может быть максимальным (если точка B дальше точки F), а может не быть ни минимальным, ни максимальным (если B находится в точке F).

ЛАБОРАТОРИЯ «КВАНТА»

Смерч у вас дома

С. БЕТЯЕВ

СМЕРЧ – ЭТО МОЩНЫЙ КОРОТКОЖИВУЩИЙ АТМОСФЕРНЫЙ вихрь, возникающий обычно в грозовом облаке и стремительно движущийся к земле. Будучи одним из главных носителей хаоса в движении воздушных масс, он многолик в проявлении и потому имеет много различных названий: *торнадо* (так называют смерч в Северной Америке), *циклон* (по-гречески это кольцо змеи), *ураган* (от французского ouragan – сильный ветер), *тайфун* (от китайского тай фын – большой ветер), *тромб* (от греческого trómbos – сгусток).

Искусственные смерчи

Микросмерч легко наблюдать, например, в только что открытой бутылке минеральной воды, если поставить ее в центр вращающегося диска и бросить на дно кусочек сахара или другого кристаллического вещества. Кристаллики способствуют выделению углекислого газа, так как служат ядрами образующихся газовых пузырьков, причем выделение пузырьков происходит наиболее интенсивно при пониженном давлении. На оси вращающейся жидкости, как и в смерче, давление понижено, поэтому пузырьки возникают преимущественно в центре бутылки. Двигаясь спирально вверх под действием выталкивающей силы, они увлекают за собой частицы воды, на их место по дну бутылки к центру притекают другие порции минералки – образуется смерч.

Некое подобие смерча реализуется в промышленной установке «Циклон», предназначенной для очистки потоков газа от твердых и жидких частиц. Содержащий вредные примеси поток, попадая в «Циклон» (рис.1) через входное отверстие 1 по касательной к его стенкам, закручивается, опускается вниз по спиральным траекториям и, повернув на 180°, еще более закрученным устремляется по оси вверх к выхлопному

патрубку 2. Вредные примеси, прижатые по инерции к стенкам установки, сыпаются вниз через отверстие 3.

Смерч нетрудно смоделировать в лаборатории, причем вращение жидкости можно создать либо пропеллером, либо вращением стенок сосуда, а поднятие можно осуществить с помощью насоса или за счет выталкивающей силы. Вот два примера.

1) Если вентилятор, размещенный в горизонтальной плоскости над резервуаром с водой, привести в движение, то он закрутит расположенный под ним столб воздуха, внутри которого давление окажется пониженным, в результате чего вода из резервуара поднимется на некоторую высоту и, закрученная окружающим воздухом, создаст подобие водяного смерча. В качестве вентилятора пригодно также колесо с наклонными вертикальными перегородками. В зависимости от мощности вентилятора высота водяного смерча может изменяться от нескольких сантиметров до нескольких метров. Аналогичным образом воссоздаются пылевые и песчаные смерчи.

2) Налейте в пол-литровую стеклянную банку воду и раскрутите ее каким-либо образом, например миксером. Небольшой нагрев в центре дна банки инициирует вертикальный вихрь, который с помощью краски легко сделать видимым. Вблизи дна (точка A на рисунке 2) наблюдается так называемый взрыв вихря – резкий переход от упорядоченного течения к хаотическому.

Существует много удивительных разновидностей вихрей, напоминающих

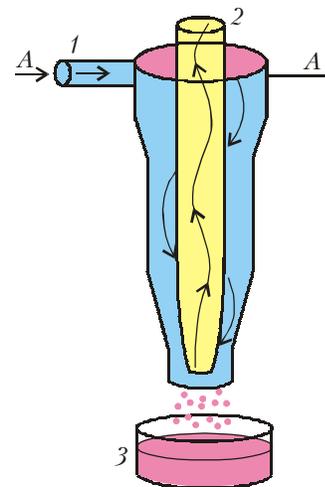


Рис. 1. Схема установки «Циклон».

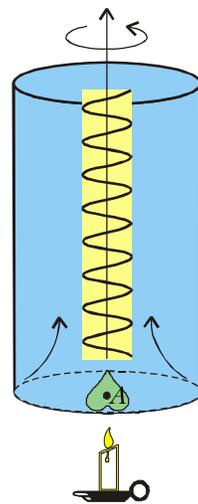


Рис.2. Искусственный смерч