

«КРЕСТИКИ – НОЛИКИ»

Учитель физики поставил в ведомости напротив фамилии последнего по списку ученика крестик. Девятый физ.-мат. класс зачёт по теории «Движение материальной точки по окружности» сдал. Тех, кто считал бы что «угловая скорость – это скорость убегания за угол», среди присутствующих нет. Ни одного нолика. Что дальше?

– Сыграем в «крестики-нолики», – предлагает учитель оживить знания и кладёт на стол короткую белую трубочку из пластика, на концах которой чёрным маркером нарисованы «X» и «O».

Все обступают место действия.

– Поставлю крестики! – объявляет он и дует в трубочку с «X»-конца. Затем кладёт её на гладкую поверхность стола и подушечкой указательного пальца с силой надавливает на конец трубочки с крестиком. Выскочив из-под пальца, она приобретает вращение вокруг своего центра масс (*ц.м.*). Вращается так быстро, что превращается в размытый светлый круг с ЧЕТЫРЬМЯ тёмными КРЕСТИКАМИ по краям. Их изображения практически не двигаются, когда же трубочка останавливается, видение исчезает.

– Любопытно! – оценивают наблюдатели.

– Ваш ход, – предлагает повторить учитель одному из ребят.

– Отвечу ноликами! – дует тот в трубочку с «O»-конца и пытается придать пальцем вращение. Со второй попытки получается. Вновь все видят размытый круг вращающейся трубочки. Но на этот раз по краям его чернеют ЧЕТЫРЕ НОЛИКА.

Зависает многозначительная тишина непонимания и восторга.

– Посмотрим, хватит ли вам недели для того, чтобы коллективно разобраться в причинах увиденного. Если не сможете, то поднимете руки вверх и хором скажете «Сдаёмся!», тогда я сам вам всё объясню, – бросает учитель вызов, от которого не отказаться.

Начинается поиск истины. Каждый участник собственноручно желает удостовериться в результате. Для создания теории нужны факты.

Изменение начальных условий (расположение «X» и «O» не сверху, а снизу; нажим на трубочку с большим усилием; закрутка в противоположную сторону) на конечный результат не повлияло.

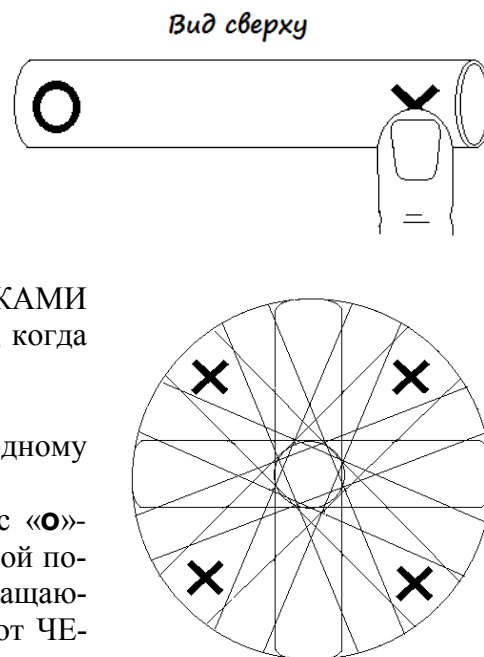
– Всё дело в том, что один конец трубочки заряжен положительно, а другой нейтрален! – высказался по этому поводу один гуманитарий, оказавшийся случайным свидетелем проверки.

– Ага! А количество видимых знаков зависит от силы дуновения! – посмотрели на него присутствующие с иронией и сожалением.

Рождались гипотезы. Одни – не выдерживали критики, другие – находили сторонников и развивались.

Через пару дней ребята догадались произвести измерения. Оказалось, что трубочка имеет в длину 80мм, её диаметр (d) – 16мм, а расстояние (l) между центрами, нарисованных на ней знаков – 64мм.

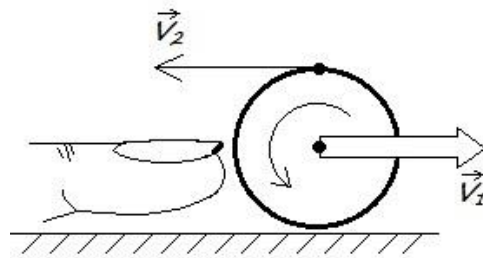
В конце недели исследователи попросили учителя выдать им стробоскоп для эксперимента. Ребята наклеили на одну из лопастей вентилятора цветной крестик и после его включения увидели размытый круг. Затем в темноте, регулируя частоту световых вспышек, добились от жужжащего вентилятора мнимой остановки лопастей. Таким образом, они последовательно наблюдали сначала один неподвижный крестик, затем два..., три..., и



наконец, знакомую картину с четырьмя изображениями. Не зря учитель рассказывал на уроках о стробоскопическом методе измерений.

К назначенному сроку отдельные факты почти сложились воедино. И вот какую кинетическую историю рассказали исследователи, дополняя друг друга:

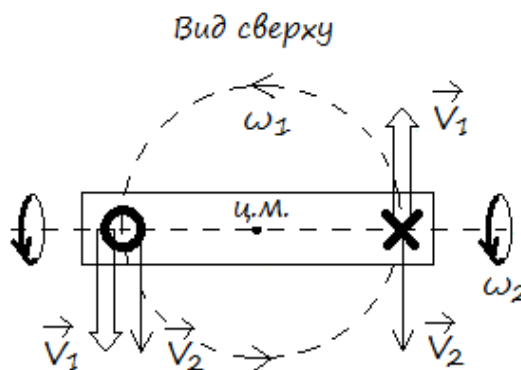
– Посмотрим при запуске в торец трубочки со стороны «X». Палец одновременно придаёт ей два вращательных движения. Первое – относительно вертикальной поперечной оси (проходящий через ц.м. трубочки) с угловой скоростью ω_1 и линейной скоростью её конца V_1 . Второе – относительно горизонтальной продольной оси с угловой скоростью ω_2 и линейной скоростью V_2 крайних точек. Трубочка движется по гладкой поверхности, конечно же, с проскальзыванием.



– Мы не смогли доказать и приняли как факт, – признались хитрецы, – что $\omega_2 = 4\omega_1$. Это как-то связано с отношением $l/d = 4$.

– За один оборот вокруг вертикальной оси, трубочка успевает четыре раза повернуться вокруг оси продольной. Получается, что за это время «X» четыре раза окажется наверху и будет зафиксирован наблюдателями. Картина будет повторяться при каждом последующем обороте и благодаря инерции зрения все увидят четыре неподвижных «X».

– Возникает вопрос о том, почему в этом случае не виден «O». В тот момент, когда крестик и нолик оказываются наверху скорость «X» относительно наблюдателей равна $(V_1 - V_2)$, а «O» – $(V_1 + V_2)$. Из соотношения $\omega_2 = 4\omega_1$ следует, что $V_1 = V_2$. Получается, что «X» для нас неподвижен, а «O» – движется так быстро, что мы просто не успеваем его разглядеть.



– Аналогичные рассуждения можно привести и для случая с появлением ноликов.

Известно, что хорошая теория способна не только объяснить явление, но и предсказать новые результаты.

– Вот и проверьте своё творение, – предлагает учитель своим подопечным тест:

1. Как надо видоизменить игрушку, чтобы количество изображений «X» и «O» уменьшилось до трёх или возросло до пяти?
2. Можно ли сделать игрушку, при вращении которой одновременно будут наблюдаться и «X» и «O»?
3. Что увидят наблюдатели, закрутив трубочку на прозрачном стеклянном столе, при наблюдении за ней снизу?

Проверить предсказания будет совсем не сложно!..

Девятый физ.-мат. класс игру в «крестики – нолики» завершил: объяснил – предсказал – проверил! (Про соотношение угловых скоростей не забыл и в перспективе непременно разберётся).

На память каждому участнику учитель вручил знакомый сувенир. Их после уроков помогли сделать помощники: приобрели в строительном магазине необходимые трёхметровые трубки для электропроводки, распилили на части и нанесли маркировку. Сделали с запасом, для себя и тех, кто увлечётся «крестиками – ноликами» в следующем учебном году.