

## ОГУРЦЫ И ИНТЕГРАЛ

- Есть что-нибудь перекусить?
- Медная проволока подойдет?

По дороге в школу, на обочине, учитель нашёл кусок проволоки. Подобрал, выпрямил и вспомнил анекдот:

– Вам высшая математика в жизни помогает?

– А как же. Проволокой, согнутой в виде интеграла, очень удобно доставать из трёхлитровой банки огурцы.

Обидно за «царицу всех наук». Но скучных наук не бывает, такими их делают скучные люди...

На уроке физики он согнул проволоку посередине под прямым углом.

Ученики оживились:

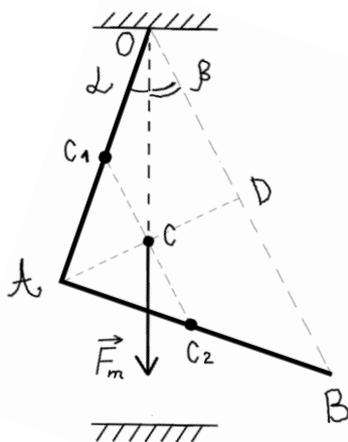
– Зачем центр тяжести «наказали» – в угол поставили?

– Пусть греется, там «тепло», там... девяносто градусов. Да и вам в назидание, – поставил он задачу:

*Под каким углом к вертикали расположится верхняя половинка проволоки, если уголок подвесить на нити за один из концов?*

Радует то, что не слышно поспешного «Давайте подвесим». Ребята привыкли к таким играм – сначала расчёт и предсказание, затем – экспериментальная проверка. Так интереснее!

Уголок – точно игрушечная Неваляшка: его центр тяжести (С) стремится занять самое низкое и устойчивое положение.



На проволочное изделие действуют две силы: реакция опоры – в точке подвеса (O) и сила тяжести ( $F_m$ ) – в центре тяжести. Положение уголка определяется условием равновесия:  $\sum M_i = 0$ . Проще рассматривать моменты сил, действующие на уголок, относительно точки подвеса. Тогда момент реакции опоры всегда будет равен нулю, а момент силы тяжести будет поворачивать уголок до тех пор, пока его центр тяжести не расположится на одной вертикали с точкой подвеса (см. рис.).

При сгибании проволоки, её центр тяжести вышел за пределы тела (был «поставлен в угол»). Найти его положение, значит решить задачу. Физика на этом заканчивается и начинается геометрия...<sup>1</sup>

Полученный ответ (в градусах) сходится с результатом опытной проверки. К тому же, он не зависит от размера проволоки и её массы. Маленькое чудо!

до!

– Вы можете изготовить нечто подобное нашему уголку из картона и подвесить на ручку двери туалета изнутри – чтобы её невозможно было закрыть снаружи. Ваша кошка будет благодарна вам и физике за полезное устройство.

– А на что ещё способна согнутая проволока?

<sup>1</sup> Центр тяжести системы тел (а две проволочные половинки можно считать системой) находится всегда на линии, соединяющей центры масс ( $C_1$  и  $C_2$ ) частей. В нашем случае общий центр тяжести уголка (C) расположен посередине средней линии  $C_1C_2$  равнобедренного треугольника OAB. Поскольку  $OD=2C_1C$ , то  $\operatorname{tg}\beta=\frac{1}{2}$ , откуда:  $\alpha=\frac{\pi}{4}-\operatorname{arctg}\frac{1}{2}$ . К тому же результату можно прийти, если воспользоваться теоремами Пифагора, косинусов и синусов...

- Она может ставить отметки!
- Шутить изволите?

Учитель разогнул проволоку до угла 120 градусов... С помощью весов узнал её массу и подвесил на нити за точку сгиба:

– Грузик какой массы (в г) надо прикрепить к концу одной из сторон угла, чтобы другая сторона заняла горизонтальное положение?

И здесь моменты сил. Их четыре, но если удачно выбрать точку, относительно которой будет записано знакомое условие равновесия, то количество моментов может сократиться до трёх...

- А что с отметками?

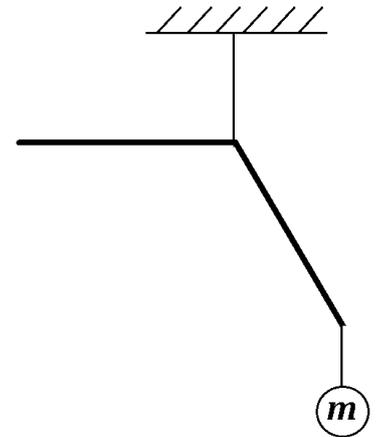
– Первой тройке решивших задачу они гарантированы. Рассчитайте массу груза, отмерьте нужное количество пластилина и подвесьте его на нитке к концу стержня.

- И?..

– Уголок «подумает», повернётся и «оценит» ваши старания. Расположится параллельно земле – отлично. Укажет ниже или выше – «казнить нельзя помиловать» (в зависимости от угла отклонения).

Вызов принимается...<sup>2</sup>

И всё это ради того, чтобы оживить науку и развить логику мышления. Чтоб не таскать потом из банки огурцы интегралом!



24.09.23

<sup>2</sup> У ребят получилось  $0,25m$ , где  $m$  – масса стержня. А у Вас?..