Многие из вас знают Десмос <https://www.desmos.com/calculator?lang=ru> как средство постройки графиков. Однако он ещё может обрабатывать праки и считать погрешности!

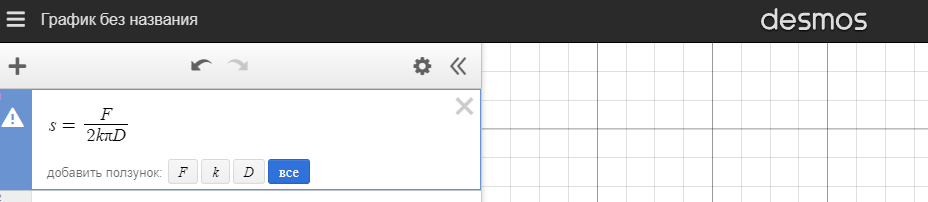
***Случай, когда у нас в формуле одна величина с погрешностью.***

Например, представим, что нам надо рассчитать надо коэф-т поверхного натяжения σ по формуле



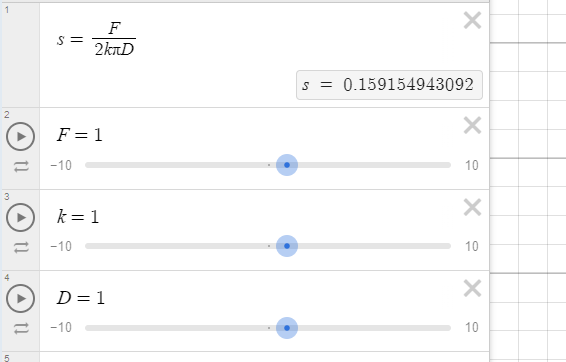
Это прак №204. k – безразмерный параметр, равный 0,91, D – диаметр кольца на установке – 61 мм, а экспериментально (т.е. с погрешностью) измеряется сила F.

Пишем в Десмосе:

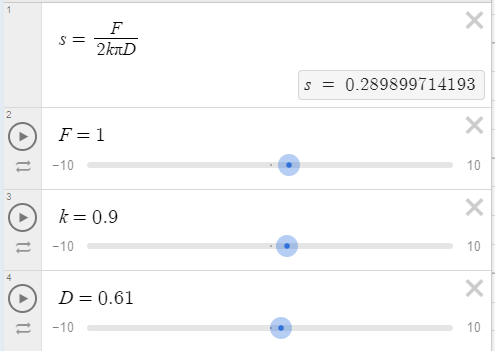


дробь делается автоматически при нажатии косой черты, π делается автоматически при наборе pi. Других греческих букв в Десмосе нет, поэтому

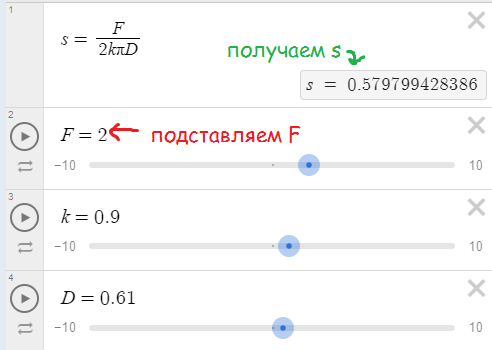
Десмос автоматически предлагает нам определить все три параметра. Сделаем это, нажав на «все»:



По умолчанию все величины =1. Изменим k на 0,91, а D на 0,61:

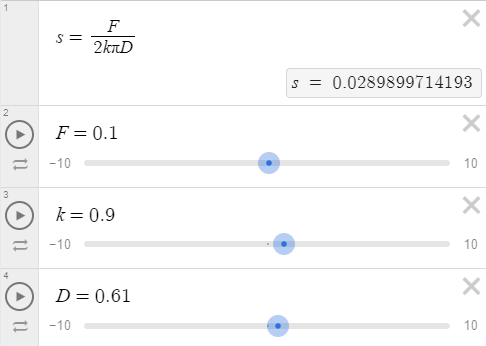


Как мы видим, у нас уже подсчиталась s для F=1. Меняя F, по очереди вбивая все экспериментальные точки (при разных температурах), будем подсчитать разные коэфы поверхностного натяжения s (для разных температур):



***А как считать погрешности?***

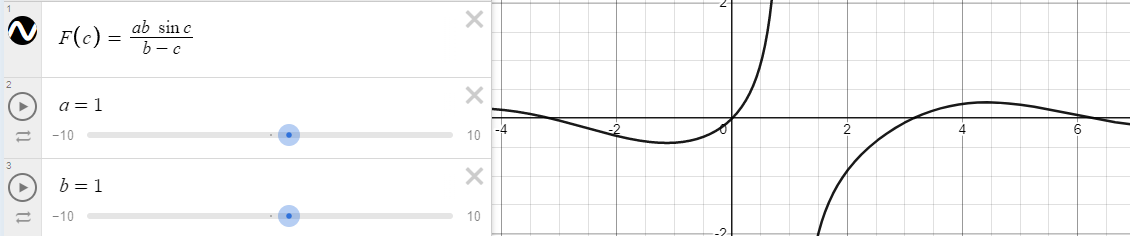
В приведённом примере это очень просто, т.к. у нас всего одна величина, измеряемая экспериментально – F, причём она в числителе и только там, так что погрешность будет . Вбиваем в качестве F погрешность при измерении силы (например, 0,1) и получаем ответ:



Рассмотрим пример поинтересней.

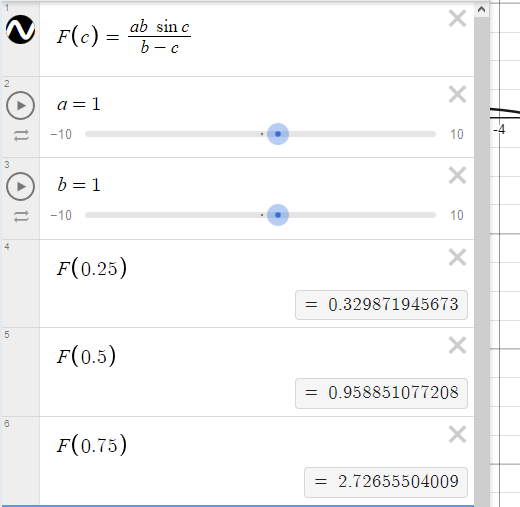
Экспериментально мы измеряем лишь величину с, а и b известны нам точно (и равны 1). Как нам быстро рассчитать погрешность F?

Пишем:



Заметьте, что экспериментальную величину s мы указываем в качестве аргумента функции в скобках! В свою очередь, ползунка с у нас теперь нет: <https://www.desmos.com/calculator/u9cezcnkov>

Desmos нам строит график, но мы его игнорируем. Чтобы узнать значение F для разных c, просто пишем снизу в строках:

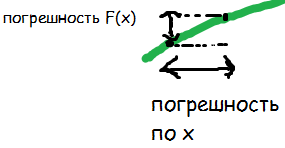


И Десмос нам автоматически считает F для разных с.

Переходим к погрешностям. Пусть нам дана погрешность с: 0,05.

«Честный» расчёт погрешности F был бы через частную производную:

Но мы воспользуемся альтернативной формулой:

Она даже ещё более очевидна, если задуматься:  А вообще они равносильны, т.к. .

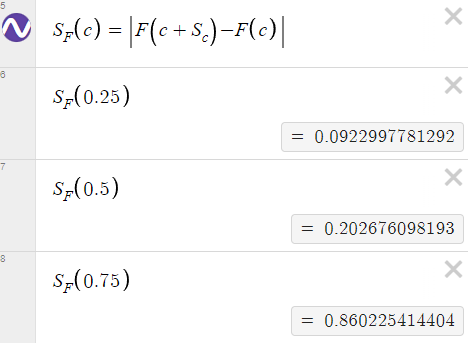
Так что применяем формулу

Добавив SС в отдельной строке:



(нижний индекс делается нижним подчёркиванием: \_)

в следующей строчке пишем SF (тоже как функцию с). А далее считаем погрешности для разных с:



<https://www.desmos.com/calculator/tvrhcuoopn>

Несомненный плюс – не надо дифференцировать и считать частную производную!



***Погрешность функции многих переменных***

Cамое неинтересное! Вместо

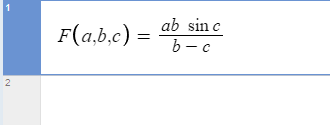
будем пользоваться альтернативной формулой:

Её удобно записать как

где . Эти К-шки имеют смысл вкладов в погрешность F от каждой исходной величины.

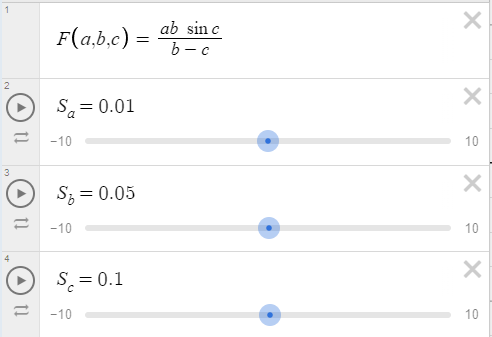
Кажется сложно, но реализация в Десмосе делается очень быстро:

Вбиваем функцию:

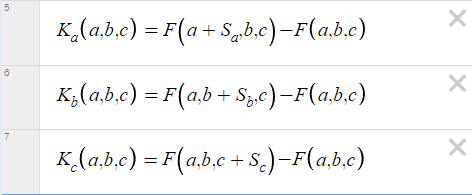
**

***Все величины с погрешностями должны быть аргументами функции и указываться в скобках!***

Далее указываем погрешности наших трёх величин:



Считаем К-шки:



И погрешность F:



<https://www.desmos.com/calculator/kw12bm5470>

Готово! Пусть, например, a=2, b=3, c=5. Считаем в этом случае F и её погрешность. Поменяли на a=3, b=4, c=5 – снова быстро считаем F и её погрешность:

