

Условие

Задание 2. Формула Эйлера.

Математическое вступление.

Почему-то все боятся такой замечательно экспоненциальной функции

$$y = e^x, \quad (1)$$

которая также обозначается $y = \exp(x)$.

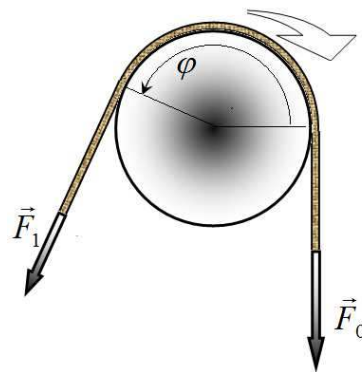
*Знакома же вам функция 2^x , экспонента принципиально от нее не отличается, только вместо двойки стоит константа $e = 2,71828...$ Но какая Вам разница – все

равно будете считать на калькуляторе. Обратную к экспоненте является логарифмическая функция (которую тоже можно подсчитать на калькуляторе), если верно соотношение (1), то верно и обратное:

$$x = \ln y \quad (2)$$

Физическое вступление.

Если нить, или веревка, переброшена через цилиндрическую поверхность, то силы трения и силы натяжения (а с ними и силы нормальной реакции), действующие на отдельные участки нити оказываются взаимосвязанными. В этом случае трение уменьшает силу натяжения не на какую-то величину, в какое-то число раз. Если нить скользит по поверхности, то соотношение между силами натяжения нити с двух сторон определяется формулой Л. Эйлера



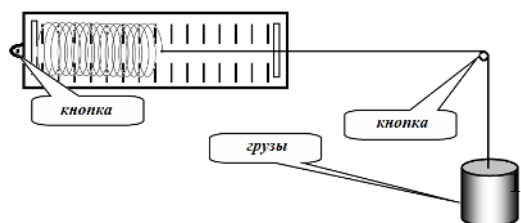
$$F_1 = F_0 \exp(-\mu\varphi), \quad (3)$$

где μ - коэффициент трения нити о поверхность, φ - угол закрутки (в радианах). Обратите внимание, в эту формулу радиус цилиндрической поверхности не входит.

В работе Вам необходимо проверить выполнение этой формулы и рассчитать коэффициент трения нити о стальную иглу.

Приборы и оборудование: динамометр, 3 кнопки декоративные, нить, набор грузов 6х100 г, скотч.

Закрепите динамометр с помощью кнопки и скотча на торце стола. Воткните в торец стола еще одну кнопку, но так, чтобы часть металлической иглы оставалась открытой (для переброски нити). Прикрепи-



10 класс. Экспериментальный тур.

те нить к динамометру, перебросьте ее через иголку кнопки, на второй конец нити подвешивайте грузы. В этом случае угол закрутки равен $\varphi = 90^\circ$.

Часть 1. Зависимость от массы.

1. Измерьте зависимость показаний динамометра от числа подвешенных грузов. *Будьте аккуратны – из-за трения нити об иголку существует зона застоя. Поэтому измерения проводите следующим образом: сначала держите грузы в руках, затем медленно, придерживая их, отпускайте, чтобы они двигались вниз до остановки.* 2. Проведите аналогичные измерения для угла закрутки $\varphi = 270^\circ$ (как сделать такой угол – догадайтесь самостоятельно). 3. Постройте графики полученных зависимостей. Определите, можно ли считать, что сила трения уменьшает силу натяжения в одно и тоже число раз. 4. Используя формулу Эйлера, рассчитайте коэффициенты трения нити об иголку для двух проведенных серий измерений.

Часть 2. Зависимость от угла.

На нить подвесьте два груза. Динамометр держите в руках. Меняя направление конца нити прикрепленной к динамометру можно изменять угол закрутки (допустимо с шагом $\varphi = 45^\circ$). И в этом случае помните о зоне застоя!

2.1 Измерьте зависимость показаний динамометра от угла закрутки. 2.2 Проведите аналогичные измерения для трех грузов. 2.3 Проверьте выполнимость формулы Л. Эйлера в обоих случаях. 2.4 Определите по этим данным значения коэффициента трения.

Часть 3.

3.1 Рассчитайте среднее значение коэффициента трения нити об иголку по всем своим измерениям.