

Решение 7.1 Неваляшка

Смещая коробочку к краю линейки до момента опрокидывания, определим положение центра тяжести коробочки (см рисунок 1). Он оказывается смещен к одной из граней коробочки. Измеряем расстояние до этой грани $x = 3,5$ см.

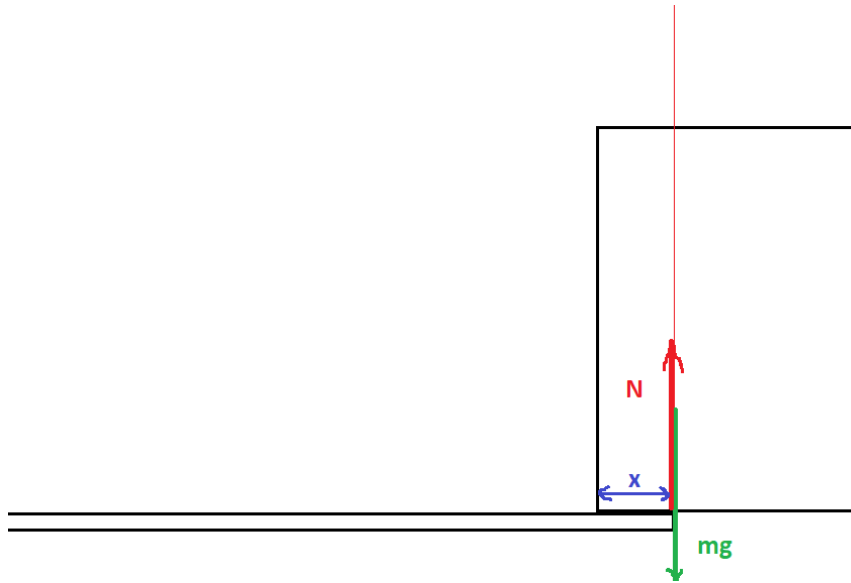


Рисунок 1 – определение положения центра тяжести

Теперь поставим коробочку на парту рабочей поверхностью вниз. Если толкать коробочку за нижнюю часть, то она начнет скользить по парте и трение будет трением скольжения $F_{тр}$. Поднимая точку приложения внешней силы F , можно добиться того, что коробочка начнет переворачиваться вокруг дальнего ребра (см рисунок 2) Измерим расстояние от парты до точки приложения внешней силы несколько раз и усредним его

$h_{cp} = 8$ см.

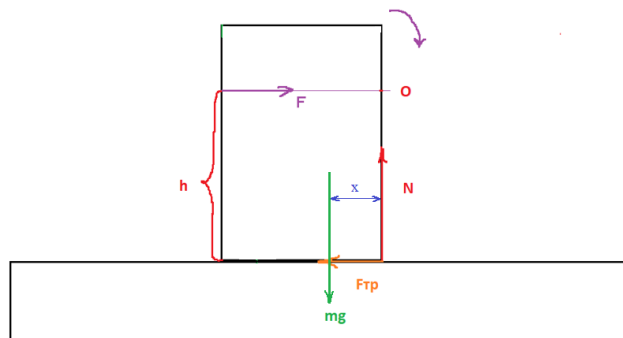


Рисунок 2 – определение коэффициента трения

Запишем правило моментов относительно точки О:

$$mgx = F_{тр} \cdot h$$

$$F_{тр} = \mu \cdot N \text{ – максимальное трение покоя}$$

$$N = mg \text{ – брусок не смещается по вертикали}$$

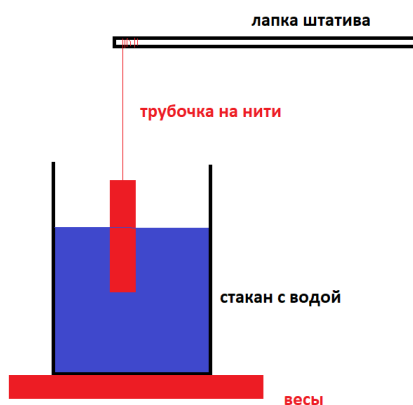
$$\text{Решая полученную систему получаем: } \mu = \frac{x}{h} = \frac{3,5}{8} = 0,44$$

Критерии оценивания (максимум 15 баллов).

Описан способ определения положения центра тяжести бруска	2
Определено положение центра тяжести брусочка x (от 3,3 см до 3,7 см) x (от 3 см до 3,3 см) и (от 3,7 см до 4 см)	2 1
Описан способ определения коэффициента трения, реализуемый с выданным оборудованием	3
Записаны законы из которого можно экспериментально получить коэффициент трения(в данном случае правило моментов, закон Кулона-Амонтона, второй закон Ньютона, по 1 баллу за закон)	3
Получена формула для расчета коэффициента трения	2
Измерено расстояние до точки приложения внешней силы Проведено усреднение полученной величины Проведены однократные измерения	2 1
Определено значение коэффициента трения μ (от 0,4 до 0,5) μ (от 0,3 до 0,4) или (от 0,5 до 0,6)	1 0,5

Решение 7.2 Механический серый ящик

Для определения искомых параметров, воспользуемся идее гидростатического взвешивания и соберем установку, схема которой представлена на рисунке:



Для определения глубины погружения трубочки, наклеим на трубочку полоску миллиметровки с нанесенными делениями и заклеим ее скотчем, защищая от намокания в воде. Трубочку нитью соединим с лапкой штатива. Поворачивая лапку штатива вокруг своей оси, можно плавно регулировать глубину погружения трубочки.

Сила Архимеда, действующая на трубочку, равна весу вытесненной жидкости:

$$F_a = \rho g V = \rho g (V_0 + Sh), \text{ где}$$

ρ – плотность воды

V_0 – изначально погруженный объем трубочки

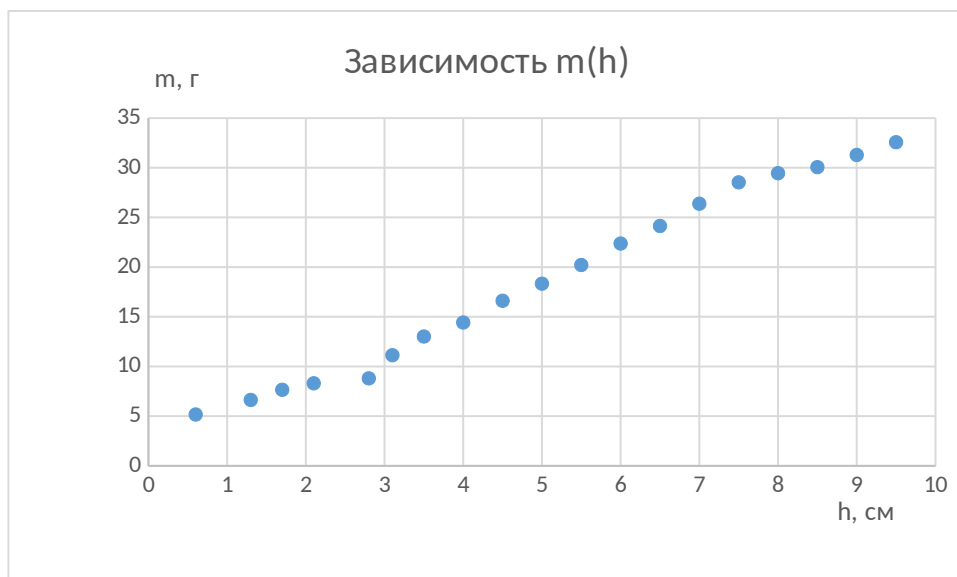
S – площадь сечения трубочки с цилиндром

h – глубина погружения, считая от начального уровня

Та же сила будет действовать на воду, и показания весов увеличатся на

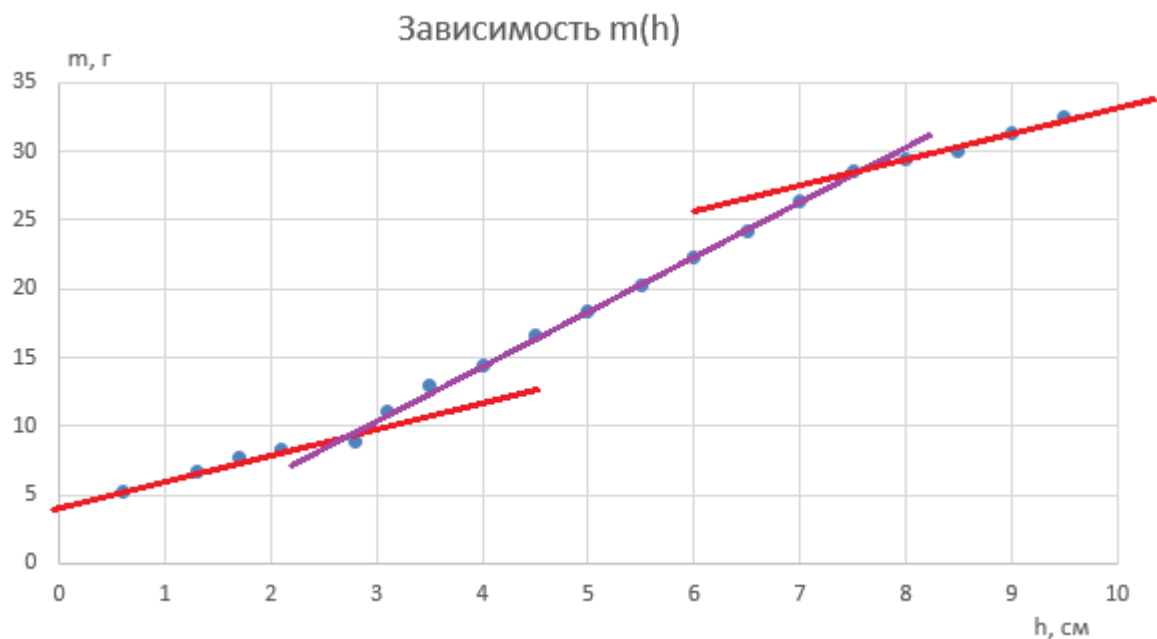
$$m = \frac{F_a}{g} = \rho (V_0 + Sh)$$

Измерим зависимость показаний весов от глубины погружения трубочки. График данной зависимости представлен ниже:



Линейные участки этой зависимости соответствуют постоянному сечению. Угловым коэффициентом наклона этих участков равен $k = \rho S$

На графике видно три линейных участка, из которых второй соответствует области трубочки с цилиндром.



По пересечениям полученных прямых находим границы цилиндра и его высоту:

$$H = 7,5 \text{ см} - 2,8 \text{ см} = 4,7 \text{ см}$$

Площадь сечения трубочки в области без цилиндра определяем по угловому коэффициенту первого, или третьего участка:

$$S_1 = \frac{k_1}{\rho} = 2,1 \text{ см}^2$$

По второму участку определяем суммарную площадь трубочки с цилиндром: $S_{12} = \frac{k_2}{\rho} = 3,9 \text{ см}^2$

Находим площадь сечения цилиндрика:

$$S_2 = S_{12} - S_1 = 1,8 \text{ см}^2$$

$$S_2 = \pi R^2$$

$$R = \sqrt{\frac{S_2}{\pi}} = 0,76 \text{ см} \approx 0,8 \text{ см}$$

Учитывая, что толщина стенок d много меньше радиуса трубочки, можем считать площадь сечения трубочки, как произведения толщины стенок на длину окружности, которой является сечение трубочки

$$S_1 = dl$$

Длину этой окружности определяем, обматывая ниточку вокруг трубочки и измеряя длину намотанной нити по миллиметровке $l = 12,5 \text{ см}$.

$$\text{Итого толщина стенок } d = \frac{S_1}{l} = 0,17 \text{ см}$$

Критерии оценивания (максимум 15 баллов).

Описана схема экспериментальной установки	1
Снята зависимость $m(h)$	
15 и более точек	2
7-14 точек	1
Построен график полученной зависимости. Или аналогичный ему.	2
Указано, что на графике три линейных участка	1
Определена высота цилиндра	
H (от 4,5 см до 5 см)	2
H (от 4 см до 4,5 см) или (5 см до 5,5 см)	1
Посчитан угловой коэффициент на участке без цилиндра (если на нем есть 5 или более экспериментальных точек)	1
Посчитан угловой коэффициент на участке с цилиндром (если на нем есть 5 или более экспериментальных точек)	1
Определен радиус цилиндра	
R (от 0,6 см до 1 см)	2
R (от 0,4 см до 0,6 см) или (от 1 см до 1,2 см)	1
Определен радиус трубочки, или длина соответствующей ему окружности	1
Определена толщина стенок трубочки	
d (от 1,5 мм до 1,9 мм)	2
d (от 1,3 мм до 1,5 мм) или (от 1,9 мм до 2,1 мм)	1