

Решения

9 класс

9 класс. Задача 1: “ Коэффициент трения”

Задание:

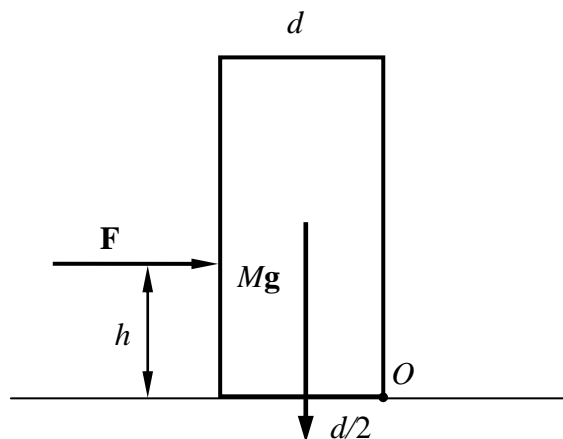
1. Определите коэффициент трения лакированной поверхности деревянного бруска о стол.
2. Сопоставьте результаты, полученные разными способами.

Оборудование: Брусок, стол, нить, блок, линейка, груз неизвестной массы.

Решение

I способ

Установим брусок вертикально. Подействуем на него горизонтальной силой (например, с помощью ручки или нитки) на высоте h от поверхности стола. Будем постепенно наращивать усилие.



В зависимости от высоты приложения силы брусок либо начнет поступательно двигаться, скользя по поверхности стола, либо начнет опрокидываться, вращаясь относительно точки O . Из условий на силы и на моменты сил относительно точки O , получим в первом случае

$$F \geq F_{тр} = \mu mg, \quad mg \frac{d}{2} \geq Fh = \mu mgh.$$

Во втором случае

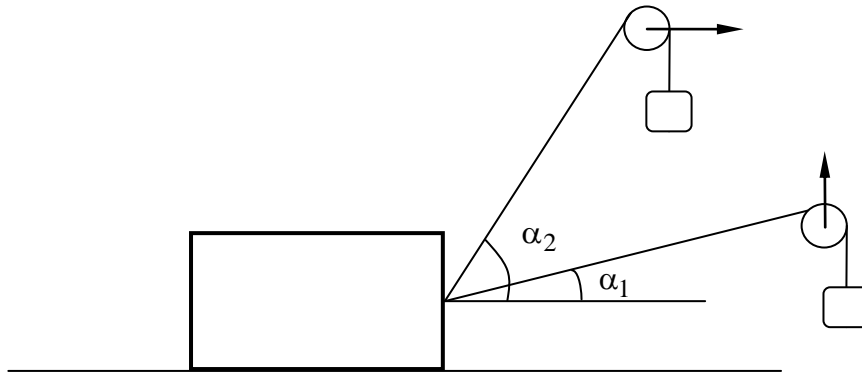
$$F = F_{тр покоя} < F_{тр.макс} = \mu mg, \quad mg \frac{d}{2} \leq Fh = \mu mgh.$$

На границе между смещением и опрокидыванием имеем $mg \frac{d}{2} = \mu mgh,$

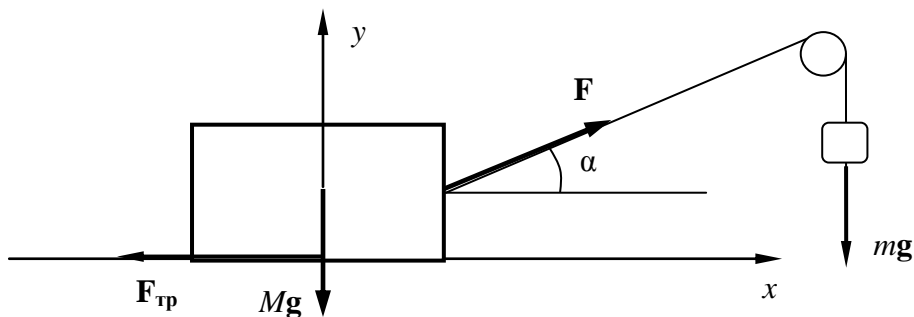
$$\mu = \frac{d}{2h}. \quad (1)$$

Погрешность метода главным образом вызвана неточностью определения высоты приложения силы, $\delta\mu = \delta h$.

II способ



При одном и том же грузе и силе трения, достигающей своего максимального значения $F_{тр} = \mu N$, силы, действующие на брусок, уравновешены при двух углах α_1 и α_2 . Меньший угол α_1 может быть определен по моменту начала движения бруска, если постепенно поднимать блок из положения, когда нить между блоком и бруском была горизонтальна. Больший угол может быть определен по моменту начала движения бруска, если постепенно перемещать блок в горизонтальном направлении из положения, когда нить между блоком и бруском была вертикальна.



Запишем условие равновесия действующих на брусок сил в проекциях на горизонтальную и вертикальную оси.

$$\begin{cases} F \cos \alpha - \mu N = 0, \\ F \sin \alpha + N - Mg = 0. \end{cases}$$

$$F \cos \alpha = \mu(Mg - F \sin \alpha),$$

$$F(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) = \mu Mg.$$

Полученное уравнение справедливо для каждого из углов α_1 и α_2 , причем сила, действующая на брусок, одна и та же: $F = mg$.

$$F(\cos \alpha_1 + \mu \sin \alpha_1) = \mu Mg,$$

$$F(\cos \alpha_2 + \mu \sin \alpha_2) = \mu Mg.$$

Тогда

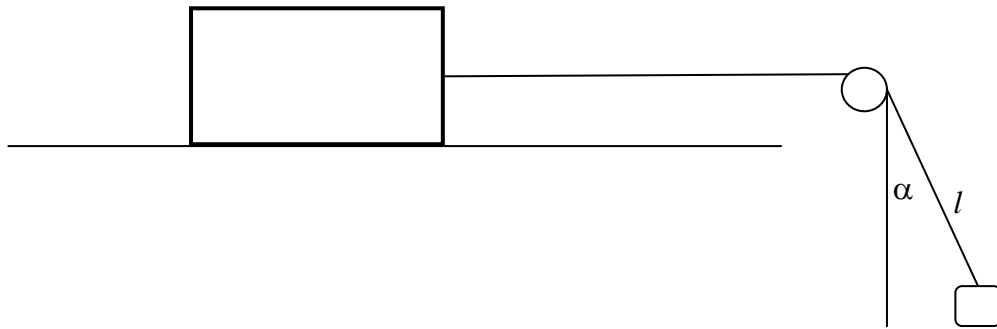
$$\cos \alpha_1 + \mu \sin \alpha_1 = \cos \alpha_2 + \mu \sin \alpha_2.$$

Из полученного выражения можно найти коэффициент трения

$$\mu = \frac{\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1}{\sin \alpha_1 - \sin \alpha_2}. \quad (2)$$

Оценку погрешности можно выполнить методом образования выборки, например, рассчитав μ по каждой паре углов и найдя СКО.

III способ



С помощью уравновешивания на линейке найдем отношение масс бруска и груза.

Массы груза недостаточно, чтобы заставить двигаться брусок. Отклоняя груз от вертикали, заставим его совершать движение по окружности. При этом сила натяжения нити в нижней точке будет

$$T = mg + \frac{mv^2}{l}.$$

Из закона сохранения энергии

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)}.$$

$$F_{mp} = \mu Mg = T = mg + \frac{2mgl(1 - \cos \alpha)}{l} = mg(3 - \cos \alpha).$$

Подбирая минимальный угол, при котором при прохождении нижней точки траектории грузом брусок начнет двигаться, можно определить коэффициент трения.

$$\mu = \frac{m}{M}(3 - \cos \alpha).$$

Разбалловка:

- | | |
|--|-----------|
| 1. Описан 1 способ | 1 балл |
| 2. Выведена формула | 2 балла |
| 3. Прделаны измерения | 1 балл |
| 4. Прделаны повторные измерения, таблица, усреднение | 1 балл |
| 5. Получено числовое значение μ , лежащее от 0.15 до 0.4 | 1.5 балла |
| 6. Оценена погрешность метода | 1 балл |
| 7. Описан 2 способ | 1 балл |
| 8. Выведена формула | 2 балла |
| 9. Прделаны измерения | 1 балл |
| 10. Прделаны повторные измерения, составлена таблица измерений | 1 балл |
| 11. Получено числовое значение μ , лежащее от 0.15 до 0.4 | 1.5 балла |
| 12. Оценена погрешность метода | 1 балл |

9 класс. Задача 2: “Рефрактометрия”

Задание: Исследуйте распространение света в неоднородной среде.

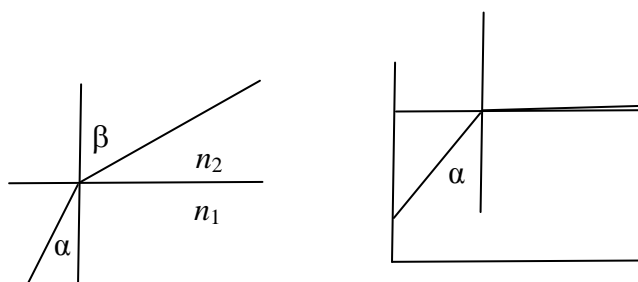
1. Определите зависимость показателя преломления соленой воды от концентрации соли.
2. Постройте графическую и выведите аналитическую зависимости показателя преломления от концентрации.
3. Определите неизвестную концентрацию соли в данном соляном растворе.

Оборудование: прямоугольная кювета, лазерная указка, соль, чайная ложка, стакан, вода, линейка, салфетки.

Решение

Одним из возможных (и при этом одним из наиболее точных) решений является определение угла полного внутреннего отражения от границы раздела вода – воздух. Из закона Снеллиуса следует:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}.$$



При $\beta = \pi$, $\sin \beta = 1$, откуда получаем

$$n = \frac{1}{\sin \alpha}.$$

Таким образом, меняя угол вхождения луча в кювету и фиксируя максимальный угол, при котором еще происходит выход луча из воды, можно получить значение показателей преломления.

Разбалловка:

1. Описана методика и получена формула для нахождения показателя преломления 2 балла
2. Проведены измерения и заполнена таблица с углами полного внутреннего отражения и концентрациями соли. 2 балла
3. Найдены значения показателей преломления соленой воды 2 балла

4. Построена градуировочная зависимость показателя преломления от концентрации.
Указаны диапазоны погрешностей измеренных величин. 2 балла
5. Получена аппроксимирующая формула. 2 балла
6. Найден неизвестный показатель преломления данного раствора 2 балла
7. Определена концентрация раствора. 2 балла
8. Оценена погрешность. 1 балл