

Сползание капель

Условие

Задание 11-1. «Сползание капель»

Оборудование: штатив с лапкой, наклонная плоскость оклеенная скотчем (доска длиной 80 – 90 см, ширина 8 – 10 см, толщина 1,5 – 2 см), шприц одноразовый без иглы (5 – 10 мл), секундомер электронный с памятью 10-ти этапов, мерная лента, линейка (30 – 40 см), маркер (черный или синий), салфетки бумажные (20 шт), рафинированное растительное масло (80 – 100 мл), вода (100 – 150 мл), стаканы одноразовые пластмассовые (2 шт), скотч (ширина 2 см), пластиковый контейнер (250 – 500 мл, для использованных салфеток).

Внимание участников олимпиады!!! В шприц набирать только воду! Пальцы, вымазанные растительным маслом, не облизывать. Со стороны это выглядит очень не красиво. Руки вытирайте салфетками.

Указания для организаторов экспериментального тура.

Доску, которая будет использоваться в качестве наклонной плоскости обязательно с одной стороны оклеить скотчем. Оклеивание обязательно производить вдоль доски. Для оклеивания использовать широкий скотч (5 – 6 см шириной, можно шире). Оклеенная поверхность не должна иметь складок, морщин и пузырьков воздуха. По обоим краям наклонной плоскости обязательно сделать «бортики», проклеить друг на друга вдоль всей доски с обеих сторон по 3 - 4 полосы узкого скотча (ширина 2 см).

Без указанной подготовки наклонных плоскостей учащиеся не смогут качественно провести эксперимент по данной задаче.

Часть 1. Теоретическая

Известно, что сила вязкого трения и скорость движения тела в вязкой среде связаны соотношением

$$F_c = kv^\alpha \quad (1)$$

В данной задаче Вам предстоит исследовать движение капель по наклонной плоскости покрытой тонким слоем растительного масла.

1.1 Покажите, что в случае равномерного движения капли по наклонной плоскости скорость движения капли v зависит от высоты верхнего края плоскости над горизонтальной поверхностью H в соответствии с уравнением (2). Длину наклонной плоскости L , массу капли m , коэффициент k и показатель степени α в уравнении (1) считайте известными.

$$v = cH^\beta \quad (2).$$

$$v = cH^\beta. \quad (2)$$

1.2 Получите выражение для коэффициента c в уравнении (2). **1.3** Получите выражение для показателя степени β в уравнении (2).

Часть 2. Экспериментальная

С начала Вам необходимо привести экспериментальную установку в соответствие с условиями задачи. По краю наклонной плоскости со стороны, оклеенной скотчем, нанесите маркером деления через 5,0 см. Начальное деление — 0, последнее деление — 60 см. Деление нанесите так, чтобы расстояние от нулевого деления до ближайшего торца доски и от последнего деления до ближайшего к нему торца доски были примерно одинаковыми. Если нанесённые метки вытираются, то заклейте их скотчем (заклеивайте сплошной полосой по всей длине доски). По обоим краям наклонной плоскости должны быть

«бортики» (3 – 4 полосы скотча, шириной 2 см, приклеенные друг на друга по всей длине доски). С помощью бумажной салфетки покройте наклонную плоскость между бортиками по всей длине тонким слоем растительного масла. Капли на наклонную плоскость наносите с помощью одноразового шприца.

Абсолютные и относительные погрешности косвенных измерений в данной задаче вычислять не требуется.

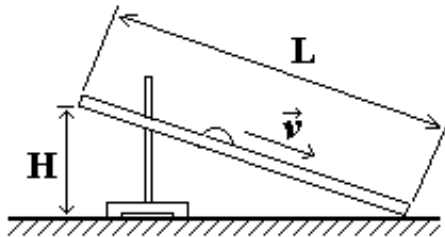
2.1 Установите верхний край наклонной плоскости на высоте 10 – 15 см над горизонтальной поверхностью. Исследуйте экспериментально зависимость координаты капли воды от времени её движения по наклонной плоскости, покрытой тонким слоем растительного масла. Получите по экспериментальным данным уравнение зависимости координаты капли от времени её движения.

2.2 Исследуйте экспериментально зависимость $v(H)$ скорости движения капли воды по наклонной плоскости, покрытой тонким слоем растительного масла, от высоты верхнего края плоскости над горизонтальной поверхностью. Покажите, что данная зависимость соответствует уравнению (2).

2.3 По данным Вашего эксперимента определите значения показателей степеней α и β .

2.4 Используя результаты Вашего исследования, запишите зависимость $v(H)$ в виде уравнения (2).

$$F_c = kv^\alpha \quad (1)$$



¹ Строго говоря, в данном случае проведение сглаживающей прямой в данном случае не имеет смысла, так аргумент этой функции изменяется дискретно. Но мы провели ее, для наглядности, как иллюстрацию линейной зависимости.