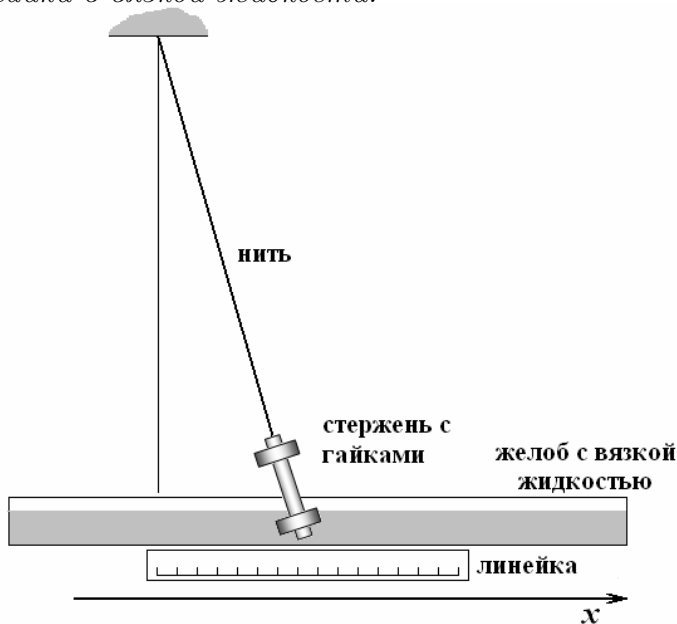


Условие

Задание 1. Лобовое сопротивление.

В данной работе вам необходимо измерить коэффициент лобового сопротивления движения гайки в вязкой жидкости.



Приборы и оборудование. Стержень с двумя гайками, желоб с вязкой жидкостью (жидкое мыло), линейка 40 см, секундомер, весы с разновесами, вилка одноразовая.

Для вас собрана установка: к потолку привязана длинная нить, к нижнему концу которой прикрепляется стержень, на который можно накручивать одинаковые гайки. Гайка может двигаться в желобе с вязкой жидкостью. С помощью линейки можно измерять положение стержня с гайкой в различные моменты времени, то есть изучать закон ее движения $x(t)$.

Будем считать, что сила сопротивления, действующая на гайку со стороны жидкости, пропорциональна скорости гайки

$$\vec{F}_{\text{сопр.}} = -\beta \vec{v}, \quad (1)$$

где β - коэффициент лобового сопротивления.

Часть 1. Теоретическая модель.

1.1 Используя формулу (1) и предварительные наблюдения над движением гайки в жидкости, покажите, что закон движения гайки $x(t)$ описывается уравнениями

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = -\gamma x \quad \Leftrightarrow \quad x(t) = x_0 \exp(-\gamma t), \quad (2)$$

где x_0 - начальное отклонение положения гайки от положения равновесия.

1.2 Выразите значение коэффициента γ через параметры установки.

Часть 2. Параметры установки.

2.1 Измерьте массы гайки и стержня.

2.2 Для измерения длины нити используйте секундомер. Измерьте период колебаний маятника (без вязкой жидкости). Рассчитайте длину маятника. Ускорение свободного падения считайте равным $g = 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

Часть 3. Изучение закона движения.

3.1 Проведите измерения зависимости координаты гайки от времени $x(t)$ в двух случаях с одной гайкой внизу и с двумя гайками (одна внизу стержня, вторая сверху).

Следите, чтобы гайка или стержень в процессе движения не касались дна и стенок желоба. При проведении измерений с двумя гайками, верхняя гайка должна находиться выше жидкости. Перед каждым измерением тщательно перемешивайте жидкость в желобе, так как на ней может образовываться поверхностная пленка, существенно влияющая на результаты измерений.

3.2 Постройте графики законов движения для двух случаев.

3.3 Покажите, что результаты измерений закона движения соответствуют теоретической модели (2).

3.4 Рассчитайте значения коэффициентов γ в формулах (2) для двух экспериментально изученных случаев.

Соответствуют ли полученные значения этих коэффициентов значениям измеренных масс?

Часть 4. Итоги.

4.1 Рассчитайте коэффициент лобового сопротивления при движении гайки в вязкой жидкости.

¹ . В этом случае применение метода наименьших квадратов обосновывается более строго. Не будет большой ошибкой и традиционное построение зависимости логарифма координаты от времени.

² , , Понятно, что точность процедуры численного вычисления производной низка, поэтому не следует проводить расчет погрешностей параметров этой зависимости, самое важное в этом графике – возможность определить стационарное значение напряжения.