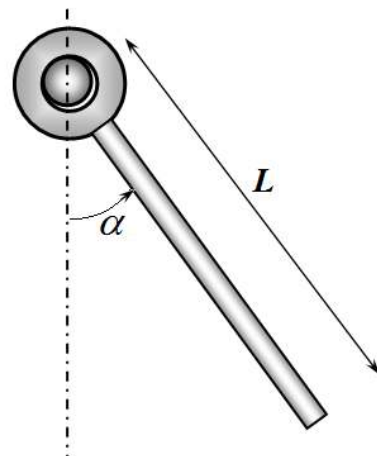


Условие

Задание 11-2. «Сухое трение»

Приборы и оборудование: Штатив с гладким стержнем, кусок проволоки (алюминиевая, двойная в пластиковой изоляции), круговая шкала (лимб), секундомер с памятью этапов, линейка.

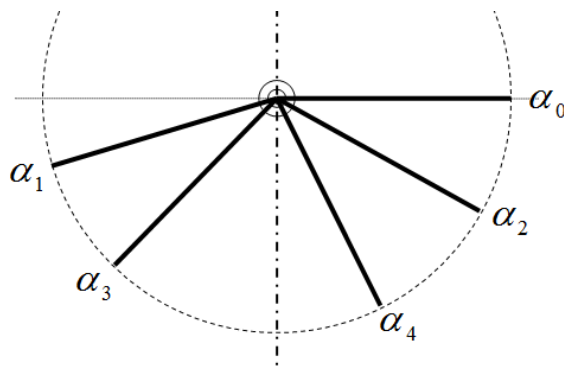


Изготовьте из куска провода маятник, способный колебаться на стержне. Для этого закрутите один из его концов вокруг стержня штатива (полтора – два оборота), но не слишком туго с небольшим зазором, чтобы колебания проволоки не затухали слишком быстро. Длина свободной части проволоки должна быть не менее 30-40 см, эта часть должна быть прямой. На том же стержне закрепите лист с угловой шкалой так, чтобы было возможно измерять углы отклонения маятника от вертикали α . Колебания маятника являются устойчивыми и воспроизводимыми, поэтому измерения можно проводить многократно с примерно одинаковыми результатами.

Часть 1. Измерительная.

Во всех случаях начальный угол отклонения маятника должен быть равным $\alpha_0 = 90^\circ$. Конечно, вручную практически невозможно измерить зависимость угла отклонения маятника от времени. Но достаточно просто фиксировать углы отклонения α_k и соответствующие времена t_k крайних положений маятника (точек остановки), тем более, что все измерения можно повторять.

Понятно, что все четные углы остановок α_{2k} являются положительными, а нечетные α_{2k-1} – отрицательными.



1.1 Измерьте зависимости времен «четных» остановок t_{2k} от индекса k . Постройте график полученной зависимости. 1.2 На основании проведенных измерений укажите, можно ли пренебречь изменением периода колебаний маятника от его амплитуды. 1.3 Рассчитайте средний период колебаний маятника T . Оцените погрешность полученного значения. 1.4 Измерьте зависимость углов «четных» остановок α_{2k} от индекса k .

Часть 2. Расчетная.

2.1 Рассчитайте приблизительно значения «нечетных» углов отклонения α_{2k-1} и соответствующих времен остановок t_{2k-1} . Приведите формулы, по которым Вы провели расчеты. 2.2 Постройте схематический график зависимости угла отклонения маятника от времени, считая движение между остановками равномерным.

2.3 Рассчитайте среднее значение модуля угловой скорости $|\omega_k|$ маятника на каждом интервале между двумя последовательными остановками от α_{k-1} до α_k .

2.4 Рассчитайте потери энергии механической энергии маятника ΔE_k на каждом интервале между двумя последовательными остановками от α_{k-1} до α_k .

2.5 Используя полученные данные, оцените коэффициент трения проволоки о стержень. Не забудьте привести теоретическое обоснование вашей оценки.

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.

² Более точные, но громоздкие расчеты, во-первых, излишни из-за достаточно больших погрешностей измерения углов, во-вторых, приводят практически к тем же результатам.