

10 класс

Задача 1. Скатывание теннисного шарика II

Дадим краткие пояснения, вытекающие из теоретического решения задачи о скатывании шарика с наклонной плоскости. От участников олимпиады они не требуются.

Из уравнения моментов следует, что ускорение шарика равно:

$$a = B \cdot \sin \alpha, \tag{3}$$

где B — постоянный коэффициент, зависящий от угла между плоскостями, образующими уголок.

Пусть длина уголка равна L . Тогда время скатывания найдём из уравнения:

$$L = \frac{at^2}{2}. \tag{4}$$

Из (3) и (4) получим:

$$t = \sqrt{\frac{2L}{B}} \cdot (\sin \alpha)^{-1/2}.$$

Таким образом, график $t_{\text{средн}} = f(\sin \alpha)$ следует строить в координатах $t_{\text{средн}}$ от $(\sin \alpha)^{-1/2}$.

Коэффициент $n = -1$.

Значение постоянной A зависит от особенностей установки.

Критерии оценивания

Заполнена таблица 1	4
Для каждого угла произведено усреднение времени скатывания	2
Определён коэффициент n	2
Построен график $t_{\text{средн}} \sim (\sin \alpha)^{-1/2}$	3
Определено значение постоянной A	2
Построен график $a(\alpha)$	2

Задача 2. Плотность подсолнечного масла

Рассмотрим пробирку с налитой в неё жидкостью плотности ρ , плавающую в сосуде с водой. Пусть внутренняя и внешняя площади поперечного сечения равны соответственно S_1 и S_2 . Обозначим за V_1 и V_2 внутренний и внешний объёмы части пробирки, расплывенной ниже точки A , выбранной в качестве начала отсчёта. Запишем условие равновесия пробирки:

$$Mg + \rho(S_1 l_1 + V_1)g = \rho_0(V_2 + S_2 l_2)g,$$

где M — масса пустой пробирки.

Отсюда получим:

$$l_2 = \frac{\rho S_1}{\rho_0 S_2} \cdot l_1 + \frac{M + \rho V_1 - \rho_0 V_2}{\rho_0 S_2} = a \cdot l_1 + b, \tag{5}$$

где a и b — некоторые константы, не зависящие от l_1 и l_2 .

Нальём в пробирку воду и снимем зависимость l_2 от l_1 . Построим на миллиметровой бумаге соответствующий график. Как видно из формулы (5), эта зависимость линейна. По угловому коэффициенту определяем отношение S_1/S_2 :

$$a_0 = \frac{\rho_0 S_1}{\rho_0 S_2} = \frac{S_1}{S_2}.$$

Повторим эксперимент, заполняя пробирку подсолнечным маслом. Построим график полученной зависимости. По угловому коэффициенту графику вычислим плотность ρ_M масла:

$$a_M = \frac{\rho_M S_1}{\rho_0 S_2} = a_0 \cdot \frac{\rho_M}{\rho_0}.$$

Окончательно получаем:

$$\rho_M = \frac{a_M}{a_0} \cdot \rho_0.$$

Оценим погрешность найденного значения:

$$\Delta\rho_M = \rho_M \cdot \left(\frac{\Delta a_M}{a_M} + \frac{\Delta a_0}{a_0} \right).$$

Погрешности Δa_1 и Δa_2 оценим из графиков.

Критерии оценивания

Выведена формула (1), связывающая величины l_2 и l_1 2

Заполнена таблица экспериментальных данных для воды:
не меньше пяти измерений 2

сделано от двух до пяти измерений	1
Построен график зависимости l_2 от l_1 для воды	2
Вычислен коэффициент a_0	1
Заполнена таблица экспериментальных данных для масла:	
не меньше пяти измерений	2
сделано от двух до пяти измерений	1
Построен график зависимости l_2 от l_1 для масла	2
Вычислен коэффициент a_M	1
Определена плотность масла	
в пределах 10% от истинного значения	2
в пределах 20% от истинного значения	1
Разумная оценка погрешности измерения плотности подсолнечного масла . .	1