

7 класс Экспериментальный тур

Задача №1. «Взвешивание» коэффициента

Как известно, площадь S квадрата со стороной a определяется выражением $S = a^2$, площадь прямоугольника со сторонами a и b определяется $S = ab$.

Эллипс — это замкнутая плоская кривая, сумма расстояний от каждой точки которой до двух точек F_1 и F_2 равна постоянной величине.

$$MF_1 + MF_2 = \text{const.}$$

Точки F_1 и F_2 называются фокусами эллипса (см. рис. 1). Отрезок A_1A_2 называют большой осью эллипса, отрезок B_1B_2 называют малой осью эллипса. Обозначим $A_1A_2 = A$, $B_1B_2 = B$.

Эллипс легко нарисовать, используя данное определение. Расположите лист картона на столе на мягкой опоре. Отметьте на нём фокусы будущего эллипса. В эти точки вертикально воткните две кнопки (булавки). На них накиньте петлю из нити, длина которой немного больше удвоенного расстояния между этими точками. Натяните нить карандашом (ручкой) и, сохраняя нить натянутой, рисуйте линию (см. рис. 2). Потренируйтесь рисовать эллипсы разных размеров на одной из сторон выданного вам картона.

Массы плоских геометрических фигур пропорциональны их площадям. Площадь эллипса можно рассчитать по формуле

$$S = \frac{1}{4}kAB.$$

Здесь k — коэффициент, значение которого Вам предстоит определить.

Для вырезания фигур используйте ножницы. Будьте аккуратны при работе с ножницами и кнопками (булавками). Проведённые измерения представьте в виде таблиц.

1. Определите поверхностную плотность (массу единицы площади) ρ_S картона.

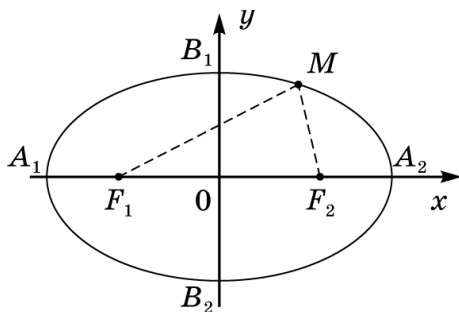


Рис. 1

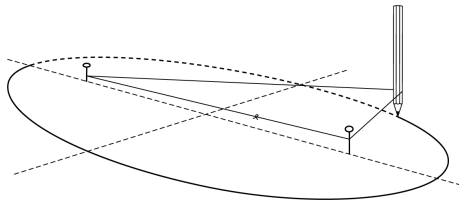


Рис. 2

Проведите несколько (не менее 5) измерений с прямоугольниками (квадратами) разных размеров. Постройте график зависимости массы прямоугольного (квадратного) листа картона от его площади. Используя график, определите поверхностную плотность картона ρ_S .

2. Определите толщину h картонного листа. Получите формулу связи поверхностной и объёмной плотностей и рассчитайте объёмную плотность. Определите объёмную плотность (массу единицы объема) картона ρ_V . В задании 2 не требуется построение графиков.

3. Определите коэффициент k из формулы площади эллипса.

Для этого на втором листе картона нарисуйте несколько (не менее 5) эллипсов разных размеров, вложенных друг в друга (см. рис. 3). Вам придётся изменять длину нити и расстояние между фокусами. Линии эллипсов не должны пересекаться. Вырезая поочерёдно эллипсы (первым вырезайте самый большой), исследуйте зависимость массы эллипса от произведения длин его осей и определите величину k , используя график исследуемой зависимости и результаты из пункта 1.

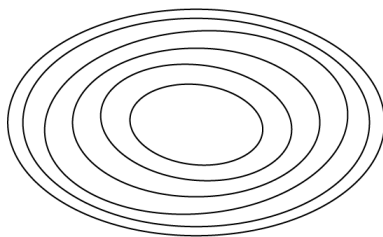


Рис. 3

Оборудование: два листа одного и того же картона формата А5, мягкая основа с двумя канцелярскими силовыми кнопками (или булавками), нить, весы, линейка длиной не менее 20 см, ножницы, два листа миллиметровой бумаги А4 для построения графиков.

7 класс

Задача №7-Е1. «Взвешивание» коэффициента

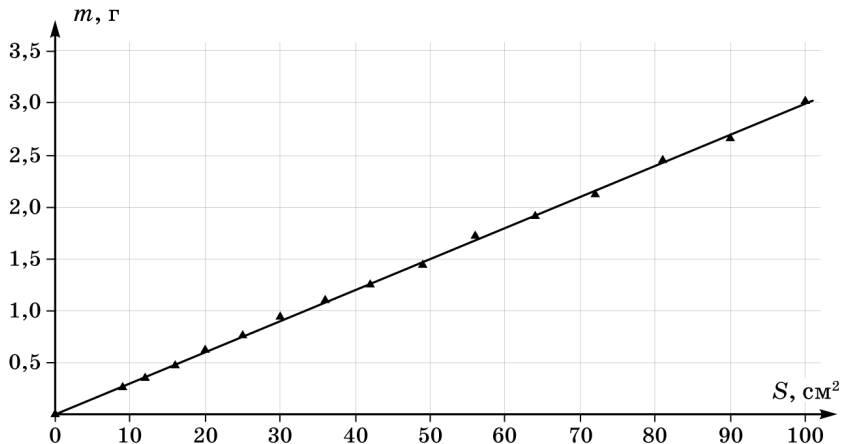
Из листа картона вырезаем несколько квадратов (прямоугольников) с известными сторонами, вычисляем их площади, взвешиваем на весах и определяем массы.

Возможный вариант реализации: нарисуем квадрат со стороной 10 см, определяем массу, вдоль одной стороны отрезаем полоску шириной 1 см, получаем прямоугольник 10 см*9 см, взвешиваем, вдоль другой стороны отрезаем полоску шириной 1 см, получаем квадрат со стороной 9 см, взвешиваем, и т.д.

$a, \text{см}$	$b, \text{см}$	$S = ab, \text{см}^2$	$m, \text{г}$
10	10	100	3,02
10	9	90	2,66
9	9	81	2,45
9	8	72	2,12
8	8	64	1,91
8	7	56	1,72
7	7	49	1,44
7	6	42	1,25
6	6	36	1,10
6	5	30	0,94
5	5	25	0,76
5	4	20	0,62
4	4	16	0,47
4	3	12	0,35
3	3	9	0,26

Масса фигур связана с их площадью следующим соотношением: $m = \rho_S S$. Тогда с помощью углового коэффициента наклона графика найдем поверхностную плотность картона:

$$\rho_S = \frac{\Delta m}{\Delta S} = \frac{3,0 - 0,3}{100 - 9} = 0,03 \frac{\text{г}}{\text{см}^2} = 0,30 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$$



Для того, чтобы определить объёмную плотность картона, нужно определить толщину листа h . Сделать это можно методом рядов. Из остатков картона нарежем куски, сложим их друг на друга, хорошо прижмём к столу для устранения воздушных зазоров и определим высоту получившегося столбика. Толщина листа оказывается равной

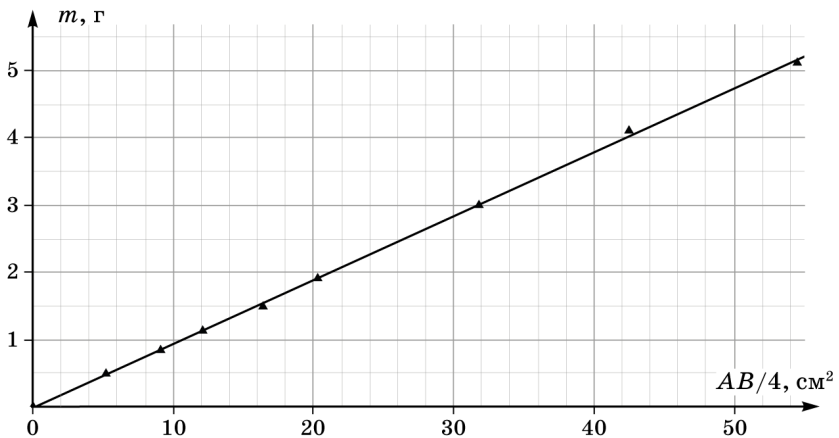
$$h = 0,35 \text{ мм}$$

Объёмная плотность ρ_V равна

$$\rho_V = \frac{\rho_S}{h} = \frac{0,03}{0,035} = 0,86 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 860 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

На листе картона, используя метод, описанный в условии, рисуем несколько эллипсов. Измеряем большую и малую оси эллипса, производим измерения массы. Представляется разумным все эллипсы рисовать один внутри другого, используя проведённые перпендикулярные линии для измерения длин осей. Сначала вырезается самый большой эллипс, измеряем A , B и m , затем вырезаем эллипс поменьше и т.д.

$A, \text{см}$	$B, \text{см}$	$\frac{AB}{4}, \text{см}^2$	$m, \text{г}$
15,8	13,8	54,5	5,12
14,3	11,9	42,5	4,11
12,7	10,0	31,8	3,00
10,8	7,5	20,3	1,91
10,4	6,3	16,4	1,49
8,8	5,5	12,1	1,13
7,4	4,9	9,1	0,84
6,1	3,4	5,2	0,49



Масса эллипса m связана с его площадью S следующим образом $m = \rho_S S$, а так как площадь S определяется как $S = \frac{1}{4}kAB$, то масса равна $m = \rho_S k \frac{AB}{4} = C \frac{AB}{4}$. Угловой коэффициент наклона графика равен

$$C = \frac{\Delta m}{\Delta(\frac{AB}{4})} = \frac{5,1 - 0,5}{55 - 5} = 0,092 \frac{\text{г}}{\text{см}^2} = 0,92 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$$

Определяем коэффициент k :

$$C = \rho_S k$$

$$k = \frac{C}{\rho_S} = \frac{0,092}{0,03} \approx 3,1$$

Теоретическое значение коэффициента k - знаменитое иррациональное число
"пи" $\pi = 3,14\dots$