

Экспериментальное задание для 7 класса на региональный этап.

7-1. Манка на горошине.

Задание:

1. Исследуйте зависимость количества горошин нута N и их массы m_n от занимаемого нутом объема V . Результаты измерений занесите в таблицу (не менее 4 точек).
2. Постройте график зависимости m_n от V .
3. Определите плотность **крупы** нута ρ_n .
4. Исследуйте зависимость массы **манной крупы** m_m от занимаемого объема V . Результаты измерений занесите в таблицу (не менее 4 точек).
5. Определите плотность манной крупы ρ_m .

Определите двумя способами α - коэффициент заполнения объема горошинами нута (отношение объема V_r непосредственно горошин к объему сосуда V , который они заполняют).

6. Способ 1. Для различных объемов определите массу смеси $m_{см}$, состоящую из горошин нута и манной крупы, заполняющей все пустоты между зерен нута. По результату данного измерения рассчитайте коэффициент α .
7. Чему равна плотность смеси $\rho_{см}$?
8. Способ 2. Считая, что горошина нута имеет форму шара, определите ее средний диаметр d и вычислите ее объем по формуле $V_r = \frac{1}{6}\pi d^3$. С помощью результатов исследования по пункту 1 (зависимости количества горошин N от занимаемого ими объема) определите коэффициент α .
9. Сравните значения α , полученные в пунктах 6 и 8.
10. Определите плотность горошины нута ρ_r .

Оборудование:

Пластиковый стакан с крупой нута (150 мл), пластиковый стакан с манной крупой (150 мл), пустой пластиковый стакан (150 мл), шприц 20 мл с закрытым отверстием, весы, линейка (любая - 25 см), лист миллиметровой бумаги А5, лист бумаги А4, пластиковая ложка (чайная), пластиковая тарелка для поддержания чистоты.

Решение. Приведены значения параметров круп, использованных автором задачи.

1-2. Заполняем шприц горошинами нута до отметки 5 мл, 10 мл, 15 мл и 20 мл.

Так как размер горошин сравним с внутренним диаметром шприца, четкой границы заполненного объема не существует, следует ориентироваться на некоторый средний уровень, который может быть реализован с точностью плюс-минус 1-2 горошины (рис.1). Для каждого объема подсчитываем количество горошин и взвешиваем шприц. Массу пустого шприца можно определить заранее ($m_0 = 12,1$ г) и затем вычитать ее из результатов взвешивания. А можно определить ее по точке пересечения прямой линии с вертикальной осью на графике, если строить зависимость $m_H + m_0$ от V . Оба способа являются правильными и оцениваются одинаково. Ниже представлены таблица измерений (табл.1) и график зависимости $m_H(V)$.

Табл.1

№	V, мл	$(m_H + m_0)$, г	m_H , г	N	ρ_H , г/см ³
1	0	12,1	0		
2	5	16,3	4,2		0,84
3	10	19,0	6,9	19	0,69
4	15	23,0	10,9	27	0,73
5	20	26,3	14,2	36	0,71

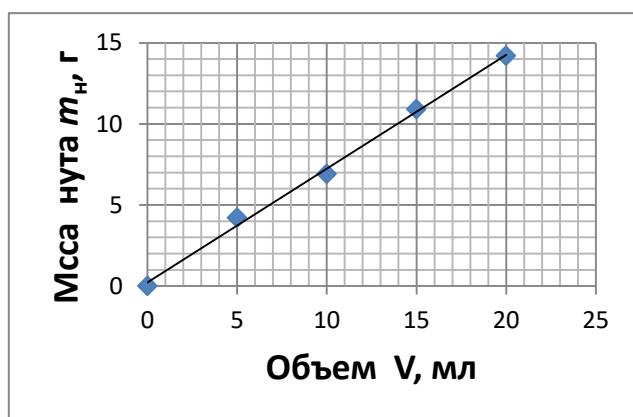


Рис.2



Рис.1

3. Плотность крупы нута можно определить, усредняя результаты, приведенные в таблице для каждого из четырех объемов. В этом случае получаем $\rho_H = 0,74$ г/см³. Если определять плотность по наклону прямой на графике, то $\rho_H = 0,70$ г/см³. В дальнейшем будем использовать значение

$$\rho_H = 0,72 \text{ г/см}^3.$$

4-5. Аналогично определяем плотность манной крупы (Табл. 2).

№	V, мл	(m_M+m_0), г	m_M , г	ρ_M , г/см ³
1	0	12,1	0	
2	5	16,1	4,0	0,84
3	10	19,7	7,6	0,69
4	15	23,1	11,0	0,73
5	20	26,7	14,2	0,71

Среднее значение плотности манной крупы (усреднение по результатам в таблице) $\rho_M = 0,75 \text{ г/см}^3$. Плотности манной крупы и нута совпадают с точностью 4-5%

6-7. Определим массу и плотность смеси плотно упакованных горошин нута и манной крупы, заполняющей все пустоты между горошинами (рис.3). В таблице 3 представлены результаты измерений массы смеси $m_{см}$ для 4 значений объема, расчетная масса нута в данном объеме m_H , масса манной крупы $m_M = m_{см} - m_H$, а также расчетное значение объема манной крупы $V_M = m_M/\rho_M$, заполняющей пустоты при данном объеме нута.

Табл.3

№	V, мл	$m_{см}$, г	m_H , г	m_M , г	V_M , мл	α	$\rho_{см,3}$ г/см ³
1	5	5,64	3,60	2,04	2,72	0,46	1,13
2	10	10,48	7,20	3,28	4,37	0,56	1,05
3	15	15,86	10,8	5,06	6,75	0,55	1,06
4	20	20,86	14,4	6,46	8,6	0,57	1,04

Коэффициентом заполнения объема горошинами нута α является отношение объема V_T непосредственно горошин к объему тары V ,

который они заполняют или $\alpha = \frac{V-V_M}{V}$. Результат вычисления α для четырех значений V также представлен в табл.3. Если отбросить отличающийся от остальных результат, полученный для малого объема 5 мл, то получаем $\alpha = 0,56$. Плотность смеси $\rho_{см} = \frac{m_{см}}{V}$ также представлена в таблице. Ее среднее значение (без учета измерений при объеме 5 мл) $\rho_{см} = 1,05 \text{ г/см}^3$.

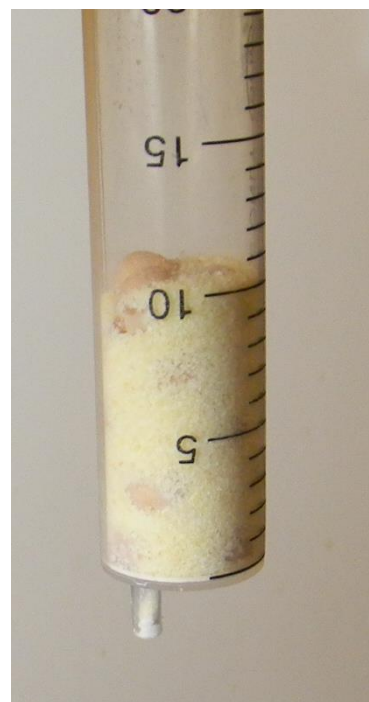


Рис.3

8. Диаметр d горошины нута определим методом рядов (рис.4).



Рис.4

Усредняя результаты измерения длин цепочек, состоящих из разного количества горошин, получаем $d=8,0$ мм. Соответственно, объем горошины $V_{\Gamma} = \frac{1}{6} \pi d^3 = 258 \text{ мм}^3 = 0,27 \text{ см}^3$

Дополним таблицу 1, записав в нее объем $V_N = NV_{\Gamma}$ (объем N горошин) и коэффициент заполнения α , вычисленный по формуле $\alpha = \frac{V_N}{V}$

№	V, мл	N	m_n , г	V_N , мл	α	ρ_{Γ} , г/см ³
1	10	19	6,9	4,94	0,49	1,39
2	15	27	10,9	7,29	0,49	1,50
3	20	36	14,2	9,72	0,49	1,46

9. Видно, что $\alpha = 0,49$. Коэффициент заполнения, полученный вторым способом, на 12% меньше, чем полученный в способе с манной крупой.

10. Рассчитаем плотность горошины нута $\rho_{\Gamma} = m_n / V_N$. Усреднение по трем измерениям дает в результате $\rho_{\Gamma} = 1,45 \text{ г/см}^3$.

Данный результат хорошо согласуется с предыдущими измерениями. Если коэффициент заполнения объема горошинами нута примерно равен 0,5, то плотность горошины нута должна быть в два раза больше плотности крупы нута.

Критерии оценивания. Следует иметь в виду, что в различных регионах параметры используемых круп могут существенно отличаться друг от друга. Поэтому перед оцениванием результатов выполнения данного задания члены жюри должны знать параметры своих круп.

№	Оцениваемые разделы и пункты задания с комментариями.	Баллы по пунктам	Итоговый балл за раздел
1.	1.1 Наличие таблицы измерения m_n от V (не менее 4 точек		

	кроме нулевой) 1.2 Обозначены все имеющиеся в таблице физические величины и единицы их измерения.	0,2 0,3	0,5
2.	График $m_n(V)$ 2.1 Обозначены оси (физическая величина и единицы измерения) 2.2 Выбран разумный масштаб и подписаны цифры на осях. 2.3 Использование площади графика. 2.4 Правильно нанесены точки 2.5 Проведена прямая.	0,3 0,2 0,2 0,1 0,2	1,0
3.	3.1 Определена плотность крупы нута. с точностью 5% с точностью 10% любой численный результат без единицы измерения	0,5 0,2 0	0,5
4.	4.1 Наличие таблицы измерения m_m от V (не менее 4 точек кроме нулевой) 4.2 Обозначены все имеющиеся в таблице физические величины и единицы их измерения.	0,2 0,3	0,5
5.	5.1 Определена плотность манной крупы. с точностью 5% с точностью 10% любой численный результат без единицы измерения	1,0 0,5 0	1,0
6.	Определение коэффициента заполнения объема α методом заполнения пустот манной крупой. 6.2 Приведена формула для расчета α используемым методом 6.2 Приведены результаты необходимых измерений и расчетов (масса смеси, объем манной крупы в пустотах и т.д.) для: - вычисления α по одной экспериментальной точке - вычисления α по нескольким экспериментальным точкам с последующим усреднением результата. 6.3 Вычислен коэффициент α .	0,5 0,5 1,0 1,0	2,5
7	7.1 Плотность смеси (не хуже 10%)	0,5	0,5
8	8.1 Определен диаметр горошины методом рядов (не хуже 5%) - однократное измерение - многократное (≥ 2) 8.2 Приведены результаты необходимых измерений и расчетов (объем горошины, объем N горошин) для: - вычисления α по одной экспериментальной точке - вычисления α по нескольким экспериментальным точкам с последующим усреднением результата. 8.3 Вычислен коэффициент α вторым способом.	0,2 0,5 0,5 1,0 1,0	2,5
9.	9.1 Приведено сравнение результатов измерения коэффициента заполнения α по пунктам 6.3 и 8.4	0,5	0,5
10.	10.1 Вычислена плотность горошины с точностью не хуже	0,5	0,5

	10%		
--	-----	--	--