



Экспериментальное задание Определение объёма канцелярской скрепки

Цель работы: определить объём стальной канцелярской скрепки всевозможными способами.

Гипотеза эксперимента: поскольку объём скрепки очень маленький, то придётся использовать не прямые измерения, способы, подобные способу рядов.

Оборудование: мерный цилиндр с ценой деления 1 мл, вода, стальные канцелярские скрепки – 200 штук из набора «inФормат», весы учебные рычажные, линейка с ценой деления 1 мм.

Способ № 1.

Обоснование: Определить объём тела неправильной формы можно с помощью мерного цилиндра с водой. Но скрепка маленькая, поэтому надо взять много скрепок и их общий объём разделить на количество скрепок.

План эксперимента:

1. Налить в мерный цилиндр воды, заметить её первоначальный объём.
2. Опустить в цилиндр с водой 200 скрепок, отметить объём воды со скрепками.
3. Найти разность объёмов. Это и будет объём всех скрепок.
4. Разделить объём всех скрепок на их количество. Получим объём 1 скрепки.
5. Занести полученные данные в таблицу.
6. Оценить погрешность измерений.

Результаты эксперимента № 1.

V_1 - первоначальный объём воды, см^3	V_2 , объём воды вместе со скрепками, см^3	ΔV – разность объёмов = объёму всех скрепок, см^3	N – количество скрепок, шт.	$V = \Delta V / N$ – объём одной скрепки, см^3
70	$77 \pm 0,5$	$7 \pm 0,5$	200	0,035

Анализ результатов:

В опыте в качестве измерительного прибора использовалась мензурка, можно считать, что в этом случае погрешность измерений объёма равна половине цены деления, то есть $0,5 \text{ см}^3$. Погрешность при расчёте объёма одной скрепки равна $0,5 / N = 0,5 / 200 = 0,0025 \text{ см}^3$. Таким образом, объём скрепки $V = 0,0350 \pm 0,0025 \text{ см}^3$. Можно выразить объём скрепки в мм^3 : $35,0 \pm 2,5 \text{ мм}^3$.

Вывод: в результате проделанной работы мы определили объём канцелярской скрепки с помощью мерного цилиндра с водой: $V = 0,0350 \pm 0,0025 \text{ см}^3$; или $V = 35,0 \pm 2,5 \text{ мм}^3$.



Способ № 2.

Обоснование: Определить объём тела, изготовленного из известного материала, можно по формуле $V = m / \rho$,

где m – масса тела, ρ – плотность вещества, из которого тело изготовлено. Плотность вещества скрепки (сталь) взять в таблице плотностей.

План эксперимента:

1. Определить массу скрепки методом прямых измерений на лабораторных рычажных весах, предварительно их уравновесив.
2. Определить по таблице плотностей плотность железа (скрепка железная)
3. Вычислить по формуле $V = m / \rho$ объём скрепки.
4. Занести полученные данные в таблицу.
5. Оценить погрешность измерений.

Результаты эксперимента №2.

m – масса скрепки, г	ρ – плотность стали, г/см ³	V = m / ρ – объём одной скрепки, см ³
0,27	7,80	0,27 / 7,8 = 0,0346

Анализ результатов:

В опыте в качестве измерительного прибора использовались весы учебные рычажные, использовали разновесы: один массой 200мг, два массой 20 мг и три по 10мг, пользуясь рис.1 можно определить, что в этом случае погрешность гирь равна сумме погрешностей всех использованных гирь:

$$\Delta m_r = \pm (2+5 \cdot 1) = \pm 7 \text{ мг или } \Delta m_r = \pm 0,007 \text{ г.}$$

Для справочных и табличных данных (если их погрешность не указана) погрешность составляет пять единиц разряда, следующего после последней значащей цифры.

Поэтому для плотности железа $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$ абсолютная погрешность $\Delta \rho = 0,050 \text{ г/см}^3$.

Пользуясь Рис.2, записываем, чему будет равна абсолютная Погрешность вычислений объёма:

$$\Delta V = (m \Delta \rho + \rho \Delta m) / \rho^2 = (0,27 \cdot 0,05 + 7,8 \cdot 0,007) / 7,8^2 = 0,0011 \text{ см}^3.$$

Таким образом, объём скрепки $V = (0,0346 \pm 0,0011) \text{ см}^3$.

Удобнее выразить объём скрепки в мм³: $V = (34,6 \pm 1,1) \text{ мм}^3$

Погрешность гирь	
номинальное значение	погрешность
10 мг; 20 мг 50 мг; 100 мг	± 1 мг
200 мг 500 мг 1 г 5 г 10 г	± 2 мг ± 3 мг ± 4 мг ± 8 мг ± 12 мг
20 г 50 г 100 г	± 20 мг ± 30 мг ± 40 мг

Рис.1.

Вывод: в результате проделанной работы мы определили объём канцелярской скрепки с помощью формулы для расчёта плотности вещества: $V = (34,6 \pm 1,1) \text{ мм}^3$. Полученный результат близок к результату, полученному в Эксперименте 1.

Вид функции	Абсолютная погрешность	Относительная погрешность	Уточненные формулы
$f = x \pm y$	$\Delta f = \Delta x + \Delta y$	$e_f = \frac{\Delta x + \Delta y}{x \pm y}$	$\Delta f = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$
$f = xy$	$\Delta f = x \cdot \Delta y + y \cdot \Delta x$	$e_f = e_x + e_y$	$e_f = \sqrt{e_x^2 + e_y^2}$
$f = x/y$	$\Delta f = (x \cdot \Delta y + y \cdot \Delta x) / y^2$		
$f = x^n$	$\Delta f = n x^{n-1} \Delta x$	$e_f = n e_x$	—

Интернет-проект «Удивительный мир физики» 2012/2013 учебного года
2 тур, апрель 2013 г.
возрастная категория «7 класс»
Игровой номер 13f56



Способ № 3.

Обоснование: Если скрепку разогнуть до прямой проволоочки, то получится цилиндр. Определить объём тела правильной формы (цилиндра) можно по формуле $V = S \cdot l$, где S – площадь поперечного сечения проволоки, из которой изготовлена скрепка, l – длина проволоки.

Чтобы точнее измерить диаметр проволоки надо воспользоваться способом рядов. Чтобы ещё точнее измерить площадь поперечного сечения проволоки скрепки, можно воспользоваться штангенциркулем, измерив её диаметр, затем рассчитать площадь. Длину проволоки измерим линейкой с ценой деления 1 мм.

План эксперимента:

1. Разогнуть и распрямить максимально скрепку.
2. Измерить толщину проволоки (диаметр) способом рядов, выложив на скотч вплотную друг к другу 10 проволочек. Или воспользоваться штангенциркулем.
3. Измерить длину ряда. Рассчитать диаметр одной проволочки $d_1 = L / N$.
4. Вычислить площадь поперечного сечения проволоки скрепки по формуле $S = \pi d^2 / 4$.

Интернет-проект «Удивительный мир физики» 2012/2013 учебного года
2 тур, апрель 2013 г.
возрастная категория «7 класс»
Игровой номер 13f56

5. Измерить линейкой длину проволоки, из которой скрепка изготовлена.
6. Вычислить по формуле $V = S \cdot l$ объём скрепки.
7. Занести полученные данные в таблицу.
8. Оценить погрешность измерений.

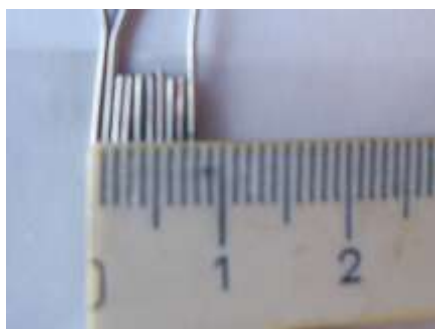
Результаты эксперимента №2.

L – длина ряда, мм	N – количество скрепок, шт.	$d_1 = L / N$ – диаметр одной скрепки, мм	$S = \pi d^2 / 4$ – площадь поперечного сечения проволоки скрепки, мм ²	L – длина проволоки скрепки, мм	$V = S \cdot l$ – объём одной скрепки, мм ³
8	10	0,8	0,5024	70	35,168

Анализ результатов:

Полученный результат очень близок к результату, полученному в Экспериментах 1 и 2. Если для измерения диаметра проволоочки скрепки воспользоваться штангенциркулем, у которого точность 0,1мм, то диаметр проволоочки получается равным 0,8мм – результат такой же как и при измерении способом рядов.

Вывод: в результате проделанной работы мы определили объём канцелярской скрепки с помощью формулы для расчёта объёма тела правильной формы: $V = 35,168 \text{ мм}^3$.



Таким образом, в результате трёх экспериментов мы получили, что объём канцелярской скрепки примерно равен 35 мм³.