

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

[Blank field]
(наименование отделения / школы)

[Blank field]
(направление / специальность)

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ВЕЛИЧИН И УГЛОВ

(номер / название лабораторной работы)

Вариант

: 1

(номер вашего
варианта)

Дисциплина **Физика**

:

(наименование дисциплины)

Студент:

[Blank field]
(номер группы)

Каюмов Ш.О.

(фамилия, инициалы)

21.04.23

(дата сдачи)

Руководитель

:

[Blank field]
(должность,
уч. степень, звание)

[Blank field]
(фамилия, инициалы)

Томск – 2023

(город, год)

КРАТКОЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Нониус – это ...

Дополнительная линейка с делениями, которая может перемещаться вдоль шкалы

Точность нониуса определяется по формуле

$$\Delta x = y/m$$

где

y – Расстояние между соседними штрихами масштаба

m – Число делений нониуса

РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ

$$V_n = a \cdot b \cdot c$$

где

a – Длина параллелепипеда

b – Ширина параллелепипеда

c – Высота параллелепипеда

$$V_u = (\pi d^2/4) \cdot h$$

где

D – Диаметр цилиндра

h – Высота цилиндра

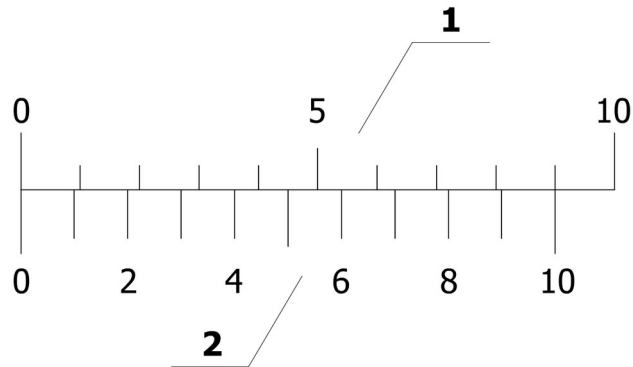
π – Математическая постоянная, равная отношению длины окружности к её диаметру (3,14)

СХЕМА УСТАНОВКИ

Для измерения линейных величин в данной работе используются приборы:

Штангенциркуль и микрометр

основными частями которых являются шкала, называемая масштабом, и нониус:



где

1 – масштаб

2 – нониус

Точность нониуса для штангенциркуля, используемого в данной лабораторной работе, равна

0.1 мм

где

$y = 0,5 \text{ мм}$

$m = 50$

Длина L отрезка, измеряемая прибором, имеющим нониус, равна

$$L = ky + n \frac{y}{m},$$

где

k – Целое число деления масштаба, измеряемого тела

n – Ближайшие к делению масштаба деление нониуса

Нониус микрометрического винта (конический нониус) микрометра, используемого

в лабораторной работе, представляет собой 50 делениями. барабан с

Точность нониуса микрометра – 0,01 мм.

ИЗМЕРЕНИЯ

Различают два вида измерений:

- а) прямые – Измерения, полученные с помощью различных измерительных приборов
- б) косвенные – Измерения, полученные с помощью формул

Различают три вида ошибок:

- а) систематические – Ошибки, сохраняющие величину и знак от опыта к опыту, проводящиеся в одинаковых условиях
- б) приборные – Ошибки, зависящие от точности измерения величины каким-либо прибором
- в) случайные – Ошибки, изменяющие свою величину или знак от опыта к опыту

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ ТЕЛ

Таблица 1

| № | a (мм) | Δa_i (мм) | Δa_i^2 (мм ²) | b (мм) | Δb_i (мм) | Δb_i^2 (мм ²) | c (мм) | Δc_i (мм) | Δc_i^2 (мм ²) |
|------------------|----------|-------------------|-----------------------------------|----------|-------------------|-----------------------------------|----------|-------------------|-----------------------------------|
| 1 | 31,60 | 0,15 | 0,0225 | 19,10 | 0,48 | 0,2304 | 11,35 | -0,02 | 0,0004 |
| 2 | 31,85 | -0,1 | 0,01 | 19,90 | -0,32 | 0,1024 | 11,40 | -0,07 | 0,0049 |
| 3 | 31,70 | 0,05 | 0,0025 | 19,95 | -0,37 | 0,1369 | 11,35 | -0,02 | 0,0004 |
| 4 | 31,80 | -0,05 | 0,0255 | 19,85 | -0,27 | 0,0729 | 11,30 | 0,03 | 0,0009 |
| 5 | 31,80 | -0,05 | 0,0025 | 19,10 | -0,48 | 0,2304 | 11,25 | 0,08 | 0,0064 |
| среднее значение | 31,75 | | | 19,58 | | | 11,33 | | |

Примечание: $\Delta a_i = \tilde{a} - a_i$, $\Delta b_i = \tilde{b} - b_i$, $\Delta c_i = \tilde{c} - c_i$, $i = \overline{1,5}$;

где \tilde{a} , \tilde{b} , \tilde{c} – средние значения измеряемых величин a , b , c соответственно.

Таблица 2

| № | D (мм) | ΔD_i (мм) | ΔD_i^2 (мм ²) | h (мм) | Δh_i (мм) | Δh_i^2 (мм ²) |
|------------------|----------|-------------------|-----------------------------------|----------|-------------------|-----------------------------------|
| 1 | 22,90 | -0,12 | 0,0144 | 11,75 | -0,08 | 0,0064 |
| 2 | 22,50 | 0,28 | 0,784 | 11,65 | 0,02 | 0,0004 |
| 3 | 22,95 | -0,17 | 0,0289 | 11,60 | 0,07 | 0,0049 |
| среднее значение | 22,78 | | | 11,67 | | |

Примечание: $\Delta D_i = \tilde{D} - D_i$, $\Delta h_i = \tilde{h} - h_i$, $i = \overline{1,3}$;

где \tilde{D} , \tilde{h} – средние значения измеряемых величин D , h соответственно.

**ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ
ДЛИНЫ, ШИРИНЫ И ВЫСОТЫ ПАРАЛЛЕЛЕПИПЕДА.
ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ**

Среднеквадратичная ошибка σ_x измеряемой величины x (длины, ширины либо высоты) параллелепипеда для случая 5-тикратного измерения величины рассчитывается по формуле

$$\Delta\sigma_x = \sigma_a = \sqrt{\frac{(\tilde{a}-a_1)^2+(\tilde{a}-a_2)^2+(\tilde{a}-a_3)^2+(\tilde{a}-a_4)^2+(\tilde{a}-a_5)^2}{5 \times 4}}$$

Где

$$x_i, i = \overline{1,5} - \Delta a_i = \tilde{a} - a_i, \Delta b_i = \tilde{b} - b_i, \Delta c_i = \tilde{c} - c_i,$$

\tilde{x} — Среднеарифметическое значение

Случайная погрешность $\Delta x_{сл}$ измеряемой величины x рассчитывается по формуле

$$\Delta x_{сл} = T_{cm} \times \bar{\sigma}_a$$

Где

$$\sigma_x - \bar{\sigma}_a = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^n (\bar{a} - a_n)^2}{N(N-1)}}$$

$t_{\alpha,n}$ — коэффициент Стьюдента для $n = 5, \alpha = 0,95, t_{\alpha,n} = 2,78$

Погрешность $\Delta x_{ои}$ однократного измерения величины x рассчитывается по формуле

$$\Delta x_{ои} = \Delta a_{ои} = 0,95 \times l_{a_i}$$

где

$$\alpha - 0,95$$

$$l_x - 0,05$$

Общая погрешность Δx измеряемой величины x рассчитывается по формуле

$$\Delta x = \Delta a = \sqrt{\Delta a_{сл}^2 + \Delta a_{ои}^2}$$

где

$$\Delta x_{сл} - \Delta a_{сл} = 2,78 \times \sigma_{a_i}$$

$$\Delta x_{ои} - \Delta a_{ои} = 0,95 \times l_{a_i}$$

Относительная погрешность δ определяемой величины объёма параллелепипеда V_n

рассчитывается по формуле

$$\delta = \sqrt{\left(\frac{\Delta a}{\tilde{a}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta b}{\tilde{b}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta c}{\tilde{c}}\right)^2}$$

Абсолютная погрешность ΔV_{Π} определяемой величины объёма параллелепипеда V_{Π} рассчитывается по формуле

$$\Delta V_{\Pi} = \tilde{V}_{\Pi} \times \delta$$

$$\Delta \sigma_a = 0,4472 \text{ мм}$$

$$\Delta a_{\text{сл}} = 0,124 \text{ мм}$$

$$\Delta a_{\text{ои}} = 0,02375 \text{ мм}$$

$$\Delta a = 0,26568 \text{ мм}$$

$$\Delta \sigma_b = 0,19659 \text{ мм}$$

$$\Delta b_{\text{сл}} = 0,546537 \text{ мм}$$

$$\Delta b_{\text{ои}} = 0,02375 \text{ мм}$$

$$\Delta b = 0,547053 \text{ мм}$$

$$\Delta \sigma_c = 0,0254951 \text{ мм}$$

$$\Delta c_{\text{сл}} = 0,0708764 \text{ мм}$$

$$\Delta c_{\text{ои}} = 0,02375 \text{ мм}$$

$$\Delta c = 0,0747498 \text{ мм}$$

$$\tilde{V}_{\Pi} = 7043.464$$

$$\delta = 0,02898$$

$$\Delta V_{\Pi} = 204.14213$$

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ДИАМЕТРА И ВЫСОТЫ ЦИЛИНДРА. ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Среднеквадратичная ошибка σ_x измеряемой величины x (диаметра либо высоты) цилиндра для случая 3-кратного измерения величины рассчитывается по формуле

$$\Delta\sigma_x = \sigma_a = \sqrt{\frac{(\tilde{a}-a_1)^2 + (\tilde{a}-a_2)^2 + (\tilde{a}-a_3)^2 + (\tilde{a}-a_4)^2 + (\tilde{a}-a_5)^2}{5 \times 4}}$$

где

$$x_i, i = \overline{1,3} - \Delta D_i = \tilde{D} - h_i, \Delta h_i = \tilde{h} - h_i,$$

$$\tilde{x} -$$

Случайная погрешность $\Delta x_{сл}$ измеряемой величины x рассчитывается по формуле

$$\Delta x_{сл} = \Delta a_{он} = 0.95 \times l_a,$$

где

$$\sigma_x = \sigma_{\tilde{a}} = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^n (\tilde{a} - a_n)^2}{N(N-1)}}$$

$t_{\alpha,n}$ – коэффициент Стьюдента для $n = 3$, $\alpha = 0,95$, $t_{\alpha,n} = 4,30$

Погрешность $\Delta x_{он}$ однократного измерения величины x рассчитывается по формуле

$$\Delta x_{он} = \Delta a_{он} = 0.95 \times l_a,$$

где

$$\alpha - 0,95$$

$$l_x - 0,05$$

Общая погрешность Δx измеряемой величины x рассчитывается по формуле

$$\Delta x = \Delta a = \sqrt{\Delta a_{сл}^2 + \Delta a_{он}^2},$$

где

$$\Delta x_{сл} - \Delta a_{сл} = 2.78 \times \sigma_a,$$

$$\Delta x_{он} - \Delta a_{он} = 0.95 \times l_a,$$

Относительная погрешность δ определяемой величины объёма цилиндра $V_{ц}$ рассчитывается по формуле

$$\delta = \sqrt{\left(\frac{2\Delta D}{\tilde{D}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta h}{\tilde{h}}\right)^2},$$

Абсолютная погрешность $\Delta V_{\text{ц}}$ определяемой величины объёма цилиндра $V_{\text{ц}}$ рассчитывается по формуле

$$\Delta V_{\text{ц}} = \tilde{V}_{\text{ц}} \times \delta.$$

$$\Delta \sigma_D = 0,1424196 \text{ мм}$$

$$\Delta D_{\text{сл}} = 0,612404 \text{ мм}$$

$$\Delta D_{\text{он}} = 0,00475 \text{ мм}$$

$$\Delta D = 0,612422 \text{ мм}$$

$$\Delta \sigma_h = 0,0441588 \text{ мм}$$

$$\Delta h_{\text{сл}} = 0,18988284 \text{ мм}$$

$$\Delta h_{\text{он}} = 0,00475 \text{ мм}$$

$$\Delta h = 0,169942 \text{ мм}$$

$$\tilde{V}_{\text{ц}} = 4753.877125$$

$$\delta = 0,0561779$$

$$\Delta V_{\text{ц}} = 267.0628337$$

ОКОНЧАТЕЛЬНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ

$$V_{\text{п}} = (7040 \pm 200) \text{ мм}$$

$$V_{\text{ц}} = (4760 \pm 270) \text{ мм}$$

ВЫВОД

Ознакомиться с технологиями измерения линейных размеров объектов различной конфигурации - параллелепипеда и цилиндра, определения их объёмов тел и вычисления погрешности