**Задачі на тему: «Опосередковані вимірювання» до Модуля №2**

В таблиці наведені значення прямо виміряних величин, які пов’язані функціональною залежністю з шуканою опосередкованою величиною.

**Завдання.** Визначити оцінку дійсного значення опосередкованої величини, межі найбільшої і вірогідної абсолютної та відносної похибок результата опосередкованого вимірювання (Див. Практику №6 в Менторі).

**Зверніть увагу на розмірності величин!!!** Обрахування потрібно робити в розмірах системних одиниць (а не кратних або часткових), для чого викорис-тати десятинні префікси.

Таблиця завдань

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Прізвище, І.,**  **№ групи** | **Значення**  **прямо виміряної**  **величини** | **Значення**  **прямо виміряної**  **величини** | **Функціональна**  **залежність** |
| **Андрюшкін М.,**  **310 гр.** |  |  | ***g*** |
| **Коробейнікова Н., 311 гр.** |  |  |  |
| **Тагаєв Д., 312 гр.** |  |  |  |
| **Інші студенти**  **гр. 310-311** |  |  |  |
| **Колядюк К., 312 гр.** | ***m = 1,2 т ± 20 кг*** | ***V = (60,5 ± 0,5) м/с*** |  |
| **Муратов Д., 312 гр.** | ***F = (150 ± 10) Н*** | ***m = (15600 ± 200) г*** |  |
| **Нахаєв А., 312 гр.** | ***m = (54,40 ± 0,25) кг*** | ***= (1825 ± 8) см***  ***g = (9,81±0,02) м/с2*** |  |
| **Інші студенти**  **гр. 312** |  |  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Бондаренко С., 318 гр.** |  |  |  |
| **Вербицька Є.,**  **318 гр.** |  |  |  |
| **Воробйова А., 318 гр.** |  |  |  |
| **Глєбов М., 318 гр.** |  |  |  |
| **Глєбова К., 318 гр.** | **F = (5,02 ± 0,20) кН** | **S = (250,8 ± 0,4) мм2** |  |
| **Логачова А., 318 гр.** |  |  |  |
| **Мальківська В.,**  **318 гр.** | **Т = (480,0 ± 3,5) К** | **V = (15,35 ± 0,15) м3** | **σ = 5,67·10-8 Вт/м3К4** |
| **Пакулін Н., 318 гр.** |  |  |  |
| **Рибалко Ю.,**  **318 гр.** |  |  |  |
| **Хобот А.,**  **318 гр.** |  |  |  |
| **Інші студенти групи 318** |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Дворнік І., 319 гр.** | ***U = (26,74 ± 0,04) B***  ***t = (1,00 ± 0,05) ч*** | | ***R = (150,5 ± 4,5) Ом*** |  |
| **Качка Є., 319 гр.** | ***F = (15,6 ± 0,2) Н*** | | ***S = (2500 ± 10) мм2 ,***  ***t = (1,01 ± 0,02) хв.*** |  |
| **Куруц М., 319 гр.** |  | |  |  |
| **Ніколаєнко Д.,**  **319 гр.** | ***F = (0,0100 ±0,0002) МН*** | | ***v = (15,34 ± 0,17) м/с*** |  |
| **Новіков В.,**  **319 гр.** |  | |  |  |
| **Олійник Д.,**  **319 гр.** |  | |  |  |
| **Фігнар Я.,**  **319 гр.** |  | |  |  |
| **Шаньгін А., 319гр.** |  | |  |  |
| **Інші студенти групи 319** | |  |  |  | |

**Методика розрахунку** стандартна (незалежно від роду ФВ):

1). Записати функціональну залежність (рівняння зв’язку) величини, що оцінюють опосередковано Z, та величин, які вимірюють прямо W, V, Z (методом безпосередньої оцінки, тобто значения величин, які входять до формули зв’язку, отримують за показаннями приладів)

Y = f (W, V, Z)

В загальному випадку одна або кілька величин-аргументів також можуть бути опосередкованими (тобто обрахованими за попередніми вимірюваннями) або бути фізичними сталими.

**!!! Функціональна залежність наведена в останньому стовпці Таблиці.**

2). Визначити оцінку дійсного значення опосередкованої величини , підставив в формулу виміряні (обраховані) значення аргументів.

3). Визначити абсолютну похибку опосередкованої величини методом часткового диференціювання, при якому по частинам (по черзі) беруть похідні від функції по кожній прямо виміряній ФВ з урахуванням їх абсолютних похибок

де ∂ - символ часткової похідної.

4). Визначити відносну похибку значення опосередкованої величини

.

**Приклад 1.**

Визначити максимальні значення абсолютної та відносної похибок вимірювання опору резистора за допомогою вольтметра і амперметра (рис.1), якщо показання вольтметра класу точності 1,0 з верхнею границею вимірювання 15 В дорівнює 10 В, а миллиамперметра класу точності 1,5 з верхнею границею вимірювання 150 мА склало 100 мА. Внутрішні опори приладів не враховувати.



Рис. 1 - Схема вимірювання падіння напруги на резисторі

**Розв'язання**

Функціональна залежність між прямими вимірюваннями напруги та сили струму і опосередкованою величиною - опором - визначається за законом Ома і має вид



Абсолютну похибку визначимо з урахуванням часткових похідних по кожній виміряній величині:

Межі абсолютних похибок кожної прямо виміряної величини з урахуванням метрологічних характеристик вимірювальних приладів будуть:





Тоді межі максимальної абсолютної похибки опору



а межі відносної похибки опору

***Якщо потрібно визначити межі похибок (максимальні значення), то значення похибок прямо виміряних величин враховують за модулем (тобто т. ч., щоб отримати найбільше значення з можливих).***

***Якщо потрібно знайти найбільш вірогідне значение похибки, то абсолютні похибки прямо виміряних величин підсумовують алгебраїчно (з урахуванням знаків). Тобто***



а межі відносної вірогідної похибки опору

Відповідь: R = (100,0 ± 2,3) Ом, δR = ±2,3%; R = (100,0 ± 0,75) Ом, δR = ±0,75%.