|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Ćwiczenia laboratoryjne** | | | | | |
| **Data wykonania pomiarów** | | **Data oddania sprawozdania** | | **Poprawa** |
| **13.03.2019** | | **20.03.2019** | | **N** |
| **Temat i numer ćwiczenia** | | | | **Ocena** |
| **Termin:**  Środa  11:15 | Ćwiczenie 100A: Wyznaczanie gęstości ciał stałych | | | |  |
| **Skład Grupy** | **Kacper Borucki**  **Sylwia Kośmider** | | **Protokół i sprawozdanie:**  **Kacper Borucki** |  |

# Wstęp teoretyczny i cel ćwiczenia

Każde ciało charakteryzuje się pewną gęstością, czyli wielkością wiążącą jego masę z objętością. Pomiaru gęstości można dokonać przez wyznaczenie rozmiarów ciała oraz jego masy, a następnie wykorzystaniu prostego stosunku .

Celem ćwiczenia było:

* zapoznanie się z podstawowymi narzędziami inżynierskimi,
* wyznaczenie gęstości badanego elementu,
* analiza otrzymanych wyników i nauka pisania sprawozdań.

# Przebieg ćwiczenia

W ćwiczeniu najpierw zmierzyliśmy objętość badanego elementu przy pomocy suwmiarki oraz śruby mikrometrycznej. Pomiar objętości polegał na zmierzeniu średnicy wewnętrznej, średnicy zewnętrznej oraz długości tulejki. Następnie, przy pomocy wagi, zmierzyliśmy również masę obiektu.

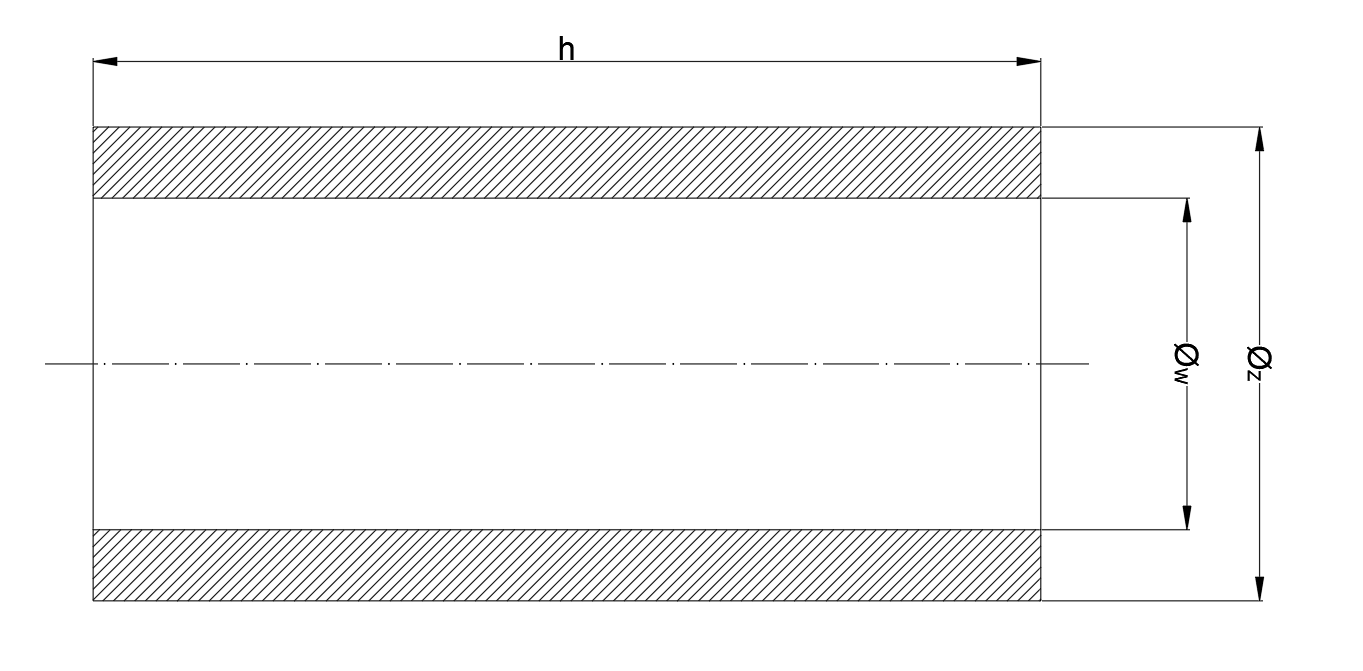
Każdy pomiar wykonany został 5-krotnie, aby uwzględnić niepewności typu A.

# Spis przyrządów pomiarowych

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** | **Nazwa urządzenia** | **Pełniona funkcja** | **Dane techniczne przyrządów** | |
| 1 | Suwmiarka | Pomiar długości, pomiar średnicy wewnętrznej | * dokładność: 0,05 mm | |
| 2 | Śruba mikrometryczna | Pomiar średnicy zewnętrznej | * dokładność: 0,01 mm | |
| 3 | Waga laboratoryjna | Pomiar masy | * dokładność: 0,01g |

# Schematy badanych układów oraz układy pomiarowe

1. Model tulejki wraz z mierzonymi wymiarami.



# Tabele pomiarowe

1. Wyniki pomiarów:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** |  |  |  |  | **h** |  | **m** |  |
| [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | [g] | [g] |
| 1 | 11,95 | 0,05 | 16,00 | 0,01 | 49,30 | 0,05 | 11,90 | 0,01 |
| 2 | 11,95 | 16,00 | 49,15 | 11,88 |
| 3 | 11,90 | 16,01 | 49,25 | 11,90 |
| 4 | 11,85 | 16,01 | 49,20 | 11,89 |
| 5 | 11,95 | 16,01 | 49,30 | 11,90 |

# Wzory i wyniki obliczeń

### Wartości średnie pomiarów:

### Objętość badanego elementu na podstawie wartości średnich:

### Gęstość badanego elementu na podstawie wartości średnich:

# Analiza niepewności

### Niepewności typu A wartości zmierzonych:

### Niepewności typu B wartości zmierzonych:

### Przyjęte oznaczenie: dla błędów wynikających z niedokładności obserwacji (błędy przyjęte za równe 0 w przypadku pomiaru masy oraz średnicy zewnętrznej)

### Niepewności złożone wartości zmierzonych:

### Niepewności wartości obliczonych:

#### Objętość:

#### Gęstość:

# Wyniki końcowe po zaokrągleniu

Tab.1: Wielkości mierzone:

|  |  |
| --- | --- |
| **Wielkość** | **Wartość z niepewnością** |
| **Średnica wewnętrzna:** |  |
| **Średnica zewnętrzna** |  |
| **Długość** |  |
| **Masa** |  |

Tab. 2: Wielkości obliczone:

|  |  |
| --- | --- |
| **Wielkość** | **Wartość z niepewnością** |
| **Objętość:** |  |
| **Gęstość:** |  |

# Wnioski

* Obliczona wartość gęstości materiału, z którego została wykonana tulejka, to
* Największy wpływ na niepewność pomiarową w przypadku objętości miał pomiar średnicy wewnętrznej tulejki.
* Na niepewność pomiarową gęstości większy wpływ miała niedokładność pomiaru objętości, niż niedokładność pomiaru masy.
* Niedokładność wynikająca z błędu odczytu brana była pod uwagę tylko w przypadku pomiaru suwmiarką, ponieważ odczyt z wagi elektronicznej nie powodował błędu obserwacji (paralaksy), zaś w przypadku śruby mikrometrycznej działki były wystarczająco szeroko rozstawione, aby uniknąć tego typu błędów.
* W przypadku pomiaru suwmiarką, błąd odczytu i błąd wynikający z dokładności suwmiarki były sobie równe, więc całkowita niepewność typu B była przy tych pomiarach dwukrotnie większa, niż wynikałoby to z dokładności suwmiarki.
* We wszystkich przypadkach pomiarów, niepewność typu A okazała się być o jeden rząd wielkości mniejsza od niepewności typu B.
* Aby zwiększyć dokładność pomiaru gęstości, należałoby w pierwszej kolejności zwiększyć dokładność pomiaru średnicy wewnętrznej badanego elementu.