**ПРОТОКОЛ**

до лабораторної роботи №1

**“ВИЗНАЧЕННЯ ГУСТИНИ ТІЛ ПРАВИЛЬНОЇ ГЕОМЕТРИЧНОЇ ФОРМИ”**

з дисципліни “Загальна фізика”

студента групи \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_

Варіант № \_\_\_\_

Дата виконання лабораторної роботи: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Відмітка про виконання лабораторної роботи:

Відмітка про захист лабораторної роботи:

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №Т1-1А**

# Визначення густини тіл правильної геометричної форми

## 1 Мета роботи

1.1 Навчитися визначати похибки прямих і непрямих вимірювань.

1.2 Визначити густину тіла, яке має правильну геометричну форму.

## 2 Прилади і матеріали

2.1 Фізичне тіло правильної геометричної форми.

2.2 Вимірювальна лінійка.

2.3 Штангенциркуль.

2.4 Мікрометр.

2.5 Технічні ваги.

2.6 Набір гирьок.

## 3 Опис експериментальної установки та методу дослідження

Густиною () є величина, що визначається для однорідної речовини (тіла) її масою в одиниці об'єму. Тобто для однорідного тіла знаходимо

, (2.1)

де *m* – маса тіла; *V –*його об'єм.

Для обчислення густини тіла правильної геометричної форми проводимо вимірювання:

* маси тіла;
* його лінійних розмірів.

Далі обчислюємо об’єм за виміряними значеннями лінійних розмірів та відповідною формулою для тіла правильної геометричної форми. Нижче наведено формули об'ємів найпростіших геометричних фігур:

а) об’єм паралелепіпеда зі сторонами *a*, *b*, *c*

; (2.2)

б) об’єм циліндра з висотою *h* та діаметром основи *D*

. (2.3)

Обчисливши об’ємта вимірявши масу, можна знайти густину тіла за допомогою визначення (2.1).

Значення густини для деяких металів і сплавів наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Речовина | Al | Au | Cu | Сталь | Бронза |
| Густина,  103*кг/м*3 | 2,7 | 19,3 | 8,9 | 7,7–7,9 | 7,5–8,8 |

У лабораторній роботі визначають густину тіла з трьох серій експериментів. У першій з них використовують для вимірювань лінійних розмірів лінійку, в другій – штангенциркуль, у третій – мікрометр. Точність вищезгаданих інструментів різна. Тому в різних серіях експериментів повинна бути різною і точність вимірювання густини тіла. Найменшу абсолютну похибку слід очікувати у вимірюваннях, де застосовується мікрометр, найбільшу – де застосовується лінійка. Розрахунок похибок вимірювань у трьох серіях експериментів, їх порівняння між собою є основним завданням цієї лабораторної роботи.

Найпростішим інструментом для вимірювання лінійних розмірів є лінійка. Її найменша поділка дорівнює 1 *мм*. Точність вимірювання за допомогою лінійки буде дорівнювати половині ціни поділки, тобто 0,5 *мм*.

Для вимірювань із більш високою точністю використовують штангенциркуль та мікрометр. Підвищення точності досягається завдяки використанню допоміжної шкали – ноніуса.

***Лінійний ноніус***– це невелика лінійка *С* (рис. 2.1) із шкалою, *m* поділок якої дорівнюють *m*–1 поділкам основної шкали масштабної лінійки *А.* Звідси випливає, що ціна поділки основної лінійки *b* та ціна поділки ноніуса *а* пов’язані між собою співвідношенням

. (2.4)

Величину називають точністю ноніуса, вона дорівнює точності вимірювання.

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 2.1 – Схема застосування ноніуса для вимірювання довжини тіла: А – основна шкала; В – тіло, довжина якого вимірюється; С – шкала лінійного ноніуса |

Процес вимірювання полягає у такому. До нульової поділки шкали основної лінійки прикладають один кінець вимірюваного тіла *B*, а до іншого кінця тіла *В*–ноніус *С* (див. рис. 2.1). Тоді, як свідчить рисунок 2.1, шукана довжина тіла *B* буде дорівнювати

, (2.5)

де розмір *L* визначається з співвідношення (див. рис. 2.1):

. (2.6)

Тут *k*– ціле число поділок масштабної лінійки; *n* – номер поділки ноніуса *С*, яка збігається з поділкою основної шкали *А*. Тоді з формул (2.5) і (2.6) отримуємо

. (2.7)

Таким чином, довжина вимірюваного тіла дорівнює сумі двох величин: довжині *k* поділок основної шкали *А*, що розміщені зліва від нульової поділки ноніуса, та довжині, що дорівнює добутку точності ноніуса *b/m* на номер поділки ноніуса*n*, що збігається з поділкою основної шкали.

***Штангенциркуль*** зображено на рисунку 2.2. Він складається з основної металевої лінійки 5 з міліметровими поділками. На початку її розміщені нижня 6 та верхня 1 губки.

Повзунок 4, нижня 7 та верхня 2 губки є одним цілим. Вони можуть переміщуватись уздовж основної лінійки 5 і фіксуватися в потрібному положенні за допомогою гвинта 3. На нижній частині повзунка 4 нанесені поділки ноніуса 8. Коли губки 6 і 7 стикаються, нуль лінійки і нуль ноніуса повинні збігатися.

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 2.2 – Штангенциркуль: 1, 2 – верхні губки; 3 – фіксуючий гвинт; 4 – повзунок; 5 – лінійка; 6, 7–нижні губки; 8–ноніус |

Для того щоб виміряти довжину предмета *B*, його розміщують між губками 6 і 7 і закріплюють гвинтом 3. Після цього проводять відлік по лінійці і ноніусу й обчислюють довжину предмета *L* за формулою (2.9).

Для більш точного вимірювання розмірів предметів застосовуються мікрометричні гвинти з малим і точно витриманим кроком. Такі гвинти використовуються в мікрометрах.Мікрометр використовують для вимірювання зовнішніх розмірів із точністю до 0,01 *мм*.

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 2.3 – Мікрометр: 1–скоба; 2–нерухома п'ята; 3–торець мікрометричного гвинта; 4 – стопорний гвинт; 5 – втулка з міліметровою шкалою; 6 – барабан зі шкалою ноніуса; 7 – тріскачка |

***Мікрометр***(див. рис. 2.3) складається зі скоби 1, що має на лівому кінці нерухому п'яту 2 (перша вимірювальна поверхня), а з іншого боку – втулку 5, всередині якої встановлено мікрометричний гвинт (шпиндель) 3 з кроком 0,5 *мм*. Торець цього гвинта 3 і є другою вимірювальною поверхнею. На зовнішній поверхні втулки 5 проведена осьова лінія, уздовж якої нанесені поділки лінійної шкали. Верхні і нижні штрихи лінійної шкали зміщені один відносно одного на півміліметра. Цифри проставлені тільки для поділок нижньої шкали, тобто вона є звичайною міліметровою шкалою. На втулку 5 надіто барабан 6, на скошену кільцеву поверхню якого нанесено шкалу ноніуса із 50 поділками. На голівці мікрометричного гвинта 3 є пристрій 7, що забезпечує сталість тиску на вимірювальний об’єкт. Цей пристрій 7 називається тріскачкою. Для фіксування положення мікрометричного гвинта використовується стопорний гвинт 4.

Для того щоб виміряти довжину предмета, його розміщують між п'ятою 2 і торцем мікрометричного гвинта 3. ***Мікрометричний гвинт обертають, використовуючи тріскачку 7*.** При цьому мікрогвинт 3 та барабан 6 обертаються та переміщуються поступально відносно лінійної шкали на втулці 5. Обертання продовжується до зіткнення поверхонь вимірюваної деталі з вимірювальними поверхнями мікрометра 2 та 3, після чого тріскачка починає тріщати, а поступальний рух припиняється. Далі фіксують положення мікрогвинта 3 стопорним гвинтом 4. ***Зверніть увагу: обертати мікрометричний гвинт потрібно тільки користуючись тріскачкою 7. Інакше мікрометричний гвинт буде зірвано, мікрометр ушкоджено, вимірювання буде неправильним.***

Числове значення довжини вимірюваної деталі знаходять із формули:

, (2.8)

де *k* – кількість поділок нижньої і верхньої лінійної шкали втулки, що відкриваються барабаном; *b* – відстань між сусідніми верхніми та нижніми поділками цієї шкали (0,5 *мм*); *n*– номер тієї поділки барабана, що у момент відліку збігається з осьовою лінією втулки; *h*– крок гвинта (0,5 *мм*); *m*– кількість всіх поділок (100) на шкалі ноніуса (барабана).

***Зверніть увагу: не можна починати вимірювання мікрометром, не перевіривши його початкове показання!***Початкове показання мікрометра (тобто без вимірюваного тіла) повинне бути нульовим. Однак трапляються випадки, коли початкове показання мікрометра не дорівнює нулю. В такому разі потрібно визначити поправку до нульового значення (вона може бути як від’ємною, так і додатною величиною) і враховувати її під час вимірювань.

Масу тіла в лабораторній роботі вимірюють за допомогою технічних вагів та набору гирьок.

Перед зважуванням необхідно:

* відрегулювати ваги за вискомкористуючисьгвинтовими ніжками;
* встановити стрілку вагів у нульове положенняза допомогою гайок, які знаходяться на кінцях коромиславагів.

***Слід пам’ятати, що похибка приладу для вагів визначається як маса гирки, що зміщує стрілку вагів від нульової позначки шкали на 5 – 10 поділок.***

## 4 Порядок виконання роботи

1 За допомогою технічних вагів виміряти масу тіла правильної геометричної форми *m*, а також похибку цього вимірювання *m* (дорівнює похибці приладу для вагів). Записати отримані значення *m* і *m* у таблицю 2.2.

2 Виміряти лінійкою характерні розміри тіла правильної геометричної форми (у разі циліндра виміряти діаметр та висоту). Причому кожний розмір потрібно виміряти в п’яти різних місцях. Отримані дані записати до таблиці 2.2. Також записати до таблиці 2.2 похибку приладу  (для лінійки вона дорівнює половині ціни поділки – 0,5 *мм*).

3 Провести вимірювання, що описані в п.2, за допомогою штангенциркуля та мікрометра. Отримані дані записати до таблиці 2.2. Також записати до таблиці 2.2 похибку приладу.

4 Обробити результати серії експериментів, що виконувались за допомогою лінійки.

4.1 Використовуючи формулу  (– результат *i*‑го виміру,  – кількість вимірів), обчислити середні значення діаметра циліндра *D* та його висоти *h*. Результати розрахунків занести до таблиці 2.2.

4.2 За формулами (2.1) – (2.3) обчислити середнє значення густини тіла правильної геометричної форми . Отриманий результат занести до таблиці 2.2.

4.3 Обчислити випадкову похибку вимірювання лінійних розмірів за формулою

, (2.9)

де – результат *i*-го вимірювання,  – кількість вимірювань.

4.4 Обчислити абсолютну похибку вимірювання лінійного розміру за співвідношенням

. (2.10)

Результати обчислень занести до таблиці 2.2.

4.5 Обчислити абсолютну похибку густини тіла правильної геометричної форми (циліндра), використовуючи формулу для похибок непрямих вимірів:



=. (2.11)

Результати обчислень занести до таблиці 2.2.

4.6 За формулою

 (2.12)

визначити відносну похибку результату вимірювання густини речовини тіла.

4.7 Результати вимірювань подати у вигляді

.

5 Обробити результати серії експериментів, що виконувались за допомогою штангенциркуля аналогічно до п.4.

6 Обробити результати серії експериментів, що виконувались за допомогою мікрометра аналогічно до п.4.

7 Зробити висновок за результатами роботи (записати результати вимірювань густини тіла, абсолютні та відносні похибки; зазначити, які експерименти мають більшу точність; з’ясувати, з якого матеріалу зроблено досліджуване тіло).

## 5 Контрольні запитання

***Під час підготовки до лабораторної роботи необхідно вивчити:***

* матеріал розділу “Вимірювання фізичних величин та їх оброблення” цих методичних вказівок;
* матеріал вищенаведеної лабораторної роботи.

***Для перевірки теоретичної підготовки до лабораторної роботи дайте відповідь на такі запитання:***

1. Що Ви розумієте під вимірюванням фізичної величини?
2. Які вимірювання називають прямими, а які непрямими?
3. В якому вигляді зазвичай записують результати вимірювань?
4. Яку інформацію має абсолютна похибка?
5. Що таке відносна похибка?
6. Які похибки відносять до систематичних?
7. Які похибки відносять до випадкових?
8. Які похибки відносять до грубих?
9. Яку інформацію має коефіцієнт Ст’юдента, від яких параметрів він залежить?
10. Запишіть та поясніть формулу для абсолютної похибки випадкових похибок прямих вимірювань?
11. Запишіть та поясніть формулу для абсолютної похибки непрямих вимірювань?
12. Якою величиною характеризується точність приладів? Дайте цій величині визначення, пояснення.
13. Поясніть, скільки цифр треба залишати у записі середнього значення фізичної величини, скільки цифр треба залишати у записі абсолютної похибки? Які цифри називають значущими, які сумнівними?
14. Що називають густиною тіла?
15. До якого виду похибок відносять похибку штангенциркуля?
16. У чому полягає процес вимірювання за допомогою ноніуса?
17. Як побудований штангенциркуль?
18. Розкажіть, як проводити вимірювання за допомогою штангенциркуля.
19. Яку будову має мікрометр?
20. Розкажіть, як проводити вимірювання за допомогою мікрометра.
21. Для чого використовують у мікрометрі тріскачку?
22. Як знайти абсолютну похибку при вимірюванні маси, що проводиться за допомогою вагів?
23. Яка мета лабораторної роботи? Розкажіть про порядок виконання роботи.
24. Чому в лабораторній роботі потрібно проводити вимірювання діаметра, висоти одним і тим самим інструментом щонайменше п’ять разів?
25. Доведіть формулу (2.11).
26. Величина *y* визначається за формулою *y*=*a*⋅(*b*+*c*)2. Знайти середнє значення величини *y* та її абсолютну похибку, якщо *b*=7,00±0,02; *c*=13,00±0,03, а при п'ятикратному вимірюванні значення *a* отримано: *a*1=1,02; *a*2=1,00; *a*3=0,97; *a*4=0,98; *a*5=1,03.
27. Величина *y* визначається за формулою *y*=(*a*+*b*)/(*d*–*c*). Знайти середнє значення величини *y* та її абсолютну похибку, якщо *b*=7,0±0,4; *c*=3,0±0,5; *d*=6,0±0,6 , а при п'ятикратному вимірюванні значення *a* отримано: *a*1=2,3; *a*2=1,8; *a*3=1,7; *a*4=2,00; *a*5=2,2.
28. Величина *y* визначається за формулою *y*=*a*2(*b*+*c*)/*d*. Визначити середнє значення величини *y*та її абсолютну похибку, якщо *b*=3,0±0,5; *c*=4,0±0,2; *d*=7,0±0,7 , а при п'ятикратному вимірюванні значення *a* отримано: *a*1=10,2; *a*2=9,8; *a*3=9,7; *a*4=10,0; *a*5=10,3.

## 6 Виконання роботи

Проведемо вимірювання маси. Проведемо вимірювання характерних розмірів тіла правильної геометричної форми за допомогою лінійки, штангенциркуля, мікрометра. Результати вимірювань заносимо до таблиці 2.2. Також до таблиці заносимо значення похибок вимірювальних приладів (п.1-3 порядку виконання роботи)

Таблиця 2.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тіло правильної геометричної форми – циліндр | | | | | | | | | | | |
| Інстру-  мент | Ном. досл  (*i*) | Діаметр | | Висота | | | Маса | | Густина | | |
| *,*  *мм* | *D,*  *мм* | *,*  *мм* | *h,*  *мм* | | *m,*  *г* | *m,*  *г* | *,*  *кг/м3* | | *,*  *кг/м3* |
| Лінійка  =  =0,5 | 1 |  |  |  |  |  | |  | |  |  |
| 2 |  |  |
| 3 |  |  |
| 4 |  |  |
| 5 |  |  |
| Сер. |  |  |
| Штан-генцир-куль  =  =0,1 | 1 |  |  |  |  |  | |  | |  |  |
| 2 |  |  |
| 3 |  |  |
| 4 |  |  |
| 5 |  |  |
| Сер. |  |  |
| Мікро-  метр =  =0,01 | 1 |  |  |  |  |  | |  | |  |  |
| 2 |  |  |
| 3 |  |  |
| 4 |  |  |
| 5 |  |  |
| Сер. |  |  |

***Обробка результатів вимірів серії експериментів, що виконувались за допомогою лінійки***

За формулою  обчислюємо середні значення

(мм)

(мм)

Використовуючи формули (2.1) – (2.3), обчислимо середнє значення густини тіла

(г/мм^2)

За формулою (2.9) знайдемо випадкові похибки

= (мм)

(мм)

Абсолютну похибку обчислимо за допомогою (2.10)



=(мм)

(мм)

Використовуючи формулу (2.11), обчислимо абсолютну похибку густини тіла

=

= (г/мм^2)

За допомогою формули (2.12) обчислимо відносну похибку густини тіла

=

Отримуємо

(г/мм^2)

***Обробка результатів вимірів серії експериментів, що виконувались за допомогою штангенциркуля***

(мм)

(мм)

(г/мм^2)

За формулою (2.9) обчислимо випадкові похибки

= (мм)



= (мм)

Абсолютну похибку обчислимо за допомогою (2.10)



(мм)



(мм)

Використовуючи формулу (2.11), обчислимо абсолютну похибку густини тіла

=

=

За допомогою формули (2.12) обчислимо відносну похибку густини тіла



=

Отримуємо

(

***Обробка результатів вимірів серії експериментів, що виконувались за допомогою мікрометра***

(мм)

(мм)

()

За формулою (2.9) обчислимо випадкові похибки



=



=

Абсолютну похибку обчислимо за допомогою (2.10)





)

Використовуючи формулу (2.11), обчислимо абсолютну похибку густини тіла

=

За допомогою формули (2.12) обчислимо відносну похибку густини тіла



=

Отримуємо

(г/

Скріншот висновку

Скріншот перевірки програмою

Скріншот вгідних данних