

2. ВИМІРЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН. ОДИНИЦІ ВИМІРЮВАННЯ

Фізичні тіла й фізичні явища. Властивості тіл і фізичні величини

Світ різноманітних речей, який оточує людину, з давніх-давен викликав у неї прагнення до пізнання сутності спостережуваних явищ, їх оцінки, порівняння їх загальних характеристик, визначення часової тривалості подій та просторових розмірів оточуючих тіл.

Порівнюючи розміри фізичних тіл з розмірами власного тіла, люди умовно розділяли світ на три частини. Світ фізичних тіл в оточенні людини, який може безпосередньо сприйматися органами людських відчуттів, був названий *макросвітом*. Тіла цього світу можуть бути в мільйон разів більшими та в стільки ж разів меншими розмірів людини. Світ тіл, більшого ніж у макросвіті розміру, називають *мегасвітом*, меншого, ніж у макросвіті – *мікросвітом*. До тіл мегасвіту належать зоряні системи, наприклад Галактика, яка об'єднує близько 150 мільярдів зір разом з нашим Сонцем. Неосяжний Всесвіт містить незлічену кількість інших галактик, загальна назва яких пишеться з малої букви на відміну від власної назви нашої Галактики. Мегасвіт можна спостерігати за допомогою телескопа. За допомогою електронного мікроскопа можна спостерігати окремі тіла, що належать до мікросвіту, в тому числі великі молекули, але тіла менші атомних розмірів безпосередньо недоступні таким спостереженням.

Люди давно прийшло до думки, що всі події відбуваються в просторі та часі, однак проблема сутності цих понять до кінця не з'ясована і продовжує хвилювати розум вчених, залишаючись предметом дискусій до сьогоднішнього дня.

§4. Вимірювання. Еталони одиниць вимірювання

Точний опис властивостей тіл у фізиці починається з процедури *вимірювання*. В зв'язку з важливістю операції вимірювання, виникла навіть думка, що для знання речей, достатньо вміння їх вимірювати. З цих позицій просторові розміри – це те, що вимірює лінійка, а час – те, що показує годинник. Однак, не всі вважають, що такі означення є вичерпними і розкривають сутність предметів дослідження.

Фізичні тіла за своїми властивостями можуть бути однаковими, подібними, сильно і слабо відрізнятися. Для точного порівняння *однакових властивостей різних тіл* слід властивість кожного тіла виразити числом.

ПЛОЩАЙ І І ФІЗИКА 7-1

Це і здійснюється за допомогою *операції вимірювання, яка є порівнянням властивості даного тіла з аналогічною властивістю еталона – зразкового тіла, якому приписується певне число одиниць вимірювання*. В найпростішому випадку еталону приписується безпосередньо значення одиниці вимірювання.

Так, наприклад, були обрані еталони метра та кілограма, які зберігаються в передмісті Парижа – містечку Севр. З цих еталонів були зроблені копії для всіх країн.

З метою максимально точного відтворення копій та забезпечення їх однаковості, визначення еталону та одиниці вимірювання уточнюється. Початковий еталон при цьому відіграє роль першооснови – *прототипу*.

Відрізок довжини, на основі якого був виготовлений первісний еталон метра (прототип метра), був визначений, як одна сорокамільйонна частина земного меридіана, що проходить через Париж. Прагнучи максимально можливого уточнення, в 1960 р. 11 Генеральна конференція по мірам та вагам прийняла визначення еталона метра через довжину світлової хвилі.

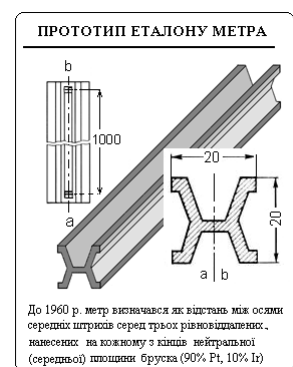
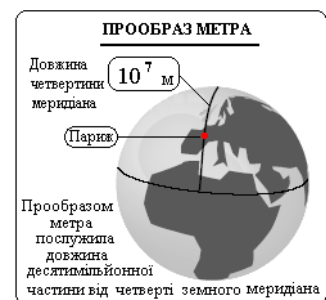
Вимірювані властивості називають мірами. Результат вимірювання є значенням міри і виражається числом в певних одиницях (іменованим числом). Значення міри може бути знайденим безпосереднім вимірюванням за допомогою певної послідовності дій (процедури), або обчисленням на основі математичного зв'язку даної міри з іншими.

Вирази мір називають *величинами*. Фізичні величини є мірами об'єктивних природних властивостей тіл, тобто таких, властивостей, які існують незалежно від людської свідомості. Можна придумати міру веселості, або балакучості людини, проте ця міра не буде фізичною величиною.

Вимірюванню підлягають лише ті властивості, які є однаковими для всіх тіл, що розглядаються.

Наприклад, протяжність в просторі, тобто здатність займати певну частину простору, є властивістю всіх без винятку тіл. *Міра протяжності тіла в певному напрямку називається довжиною*.

Для знаходження значення довжини (відстані між даними точками) слід її виміряти, тобто порівняти протяжність вимірюваного тіла з протяжністю одиниці вимірювання. Таке порівняння можна здійснити *методом накладання* (прикладання) копії еталонного тіла (лінійки стрічки, тощо) і вимірюваного тіла. Суміщається початкова та кінцева точки тіла з відмітками приладу.



ПЛОЩАЙ І І ФІЗИКА 7-1

Звернувшись до аксіом геометрії, можна помітити, що існує безпосередній зв'язок понять напрямку, довжини і прямої лінії. Зокрема *пряму можна означити, як лінію мінімальної довжини, що з'єднує дві точки*. Тим самим поняття прямої можна звести до опису операції (процедури) вимірювання відстані між двома точками (довжини). Таке означення поняття називається *операційним*.

Вимірювана величина може становити, як кратне, так і частинне, число основної одиниці вимірювання.

Тому, крім основних одиниць, вживають кратні і частинні одиниці вимірювання. Такі одиниці отримують послідовним збільшенням, або поділом, основної одиниці в 10 разів і тому відрізняються одна від одної степенем числа 10. Назви цих одиниць утворюються за допомогою приставок, які мають латинське походження.

Зручно при діленні на степінь десяти, користуватися від'ємним показником степеня.

| <i>Кратні одиниці</i> | | |
|-------------------------|------------|---------------------------|
| Назва приставки | Позначення | Множник |
| дека | да | 10 |
| гекто | г | $100 = 10^2$ |
| кіло | к | $1000 = 10^3$ |
| мега | М | $1\,000\,000 = 10^6$ |
| гіга | Г | $1\,000\,000\,000 = 10^9$ |
| <i>Частинні одиниці</i> | | |
| деци | д | $0,1 = 10^{-1}$ |
| санти | с | $0,01 = 10^{-2}$ |
| мілі | м | $0,001 = 10^{-3}$ |
| мікро | мк | $0,000001 = 10^{-6}$ |

Так, до *кратних одиниць довжини* відносять: декаметр = 10 м, гектометр = 100 м = 10^2 м, кілометр = 1000 м = 10^3 м, мегаметр = 1 000 000 м = 10^6 м, гігаметр = 1 000 000 000 м = 10^9 м. До *частинних одиниць довжини*: дециметр = 0,1 м = 10^{-1} м, сантиметр = 0,01 м = 10^{-2} м, міліметр = 0,001 м = 10^{-3} м, мікрометр = 0,000001 м = 10^{-6} м.

Оскільки в різні часи в різних народів існували різні одиниці вимірювання, виникла потреба узгодження і уточнення одиниць. Для усунення непорозумінь, міжнародної спільнотою була прийнята *Міжнародна система одиниць (скорочено СІ – Система Інтернаціональна)*.

А. Запитання

1. В чому полягає операція вимірювання?
2. Що називають еталоном?
3. Що називається мірою?
4. Що таке фізична величина?
5. Яку властивість тіла відбиває його довжина?
6. Як вимірювальна стрічка, чи лінійка пов'язані з еталоном метра?
7. Еталон може мати
 - А. будь-яке число одиниць вимірювання. Б. одиничну величину. Г. Жодний варіант відповіді не є вірним. Д. Всі варіанти відповіді є вірними.

Б. Задачі на розрахунок

1. Процесор комп'ютера виготовлений за технологією 14 нм? Виразити цей розмір в метрах, сантиметрах та міліметрах.
2. Діаметр атома зручно виражати в ангстремах ($1\text{Å} = 10^{-10}\text{м}$). Ця одиниця довжини названа в честь шведського вченого Андерса Йонаса ОНГСТРЕМА. На те, що прізвище вченого починалось з букви О, вказує кружечок над буквою А в позначенні одиниці. Виразіть ангстрем (1Å) в нанометрах (нм) та пікометрах (пм).
3. Товщина людської волосини знаходиться в межах $(5 - 8) \cdot 10^{-4}$ м. У скільки разів це перевищує довжину молекули ДНК, яка визначає генетичний код людини, рівну 2 нм?

§5. Вимірювання довжини. Прямі та побічні вимірювання. Вимірювання площі. Ціна поділки та похибка вимірювання

Вимірювальний прилад (лінійка, пружинні терези та ін.) може мати шкалу з поділками або покажчик, який встановлюється на тій поділці, яка вказує значення вимірюваної величини.

Різниця значень вимірюваної величини, які відповідають сусіднім поділкам, називається *ціною поділки*.

Ціна поділки визначає *точність вимірювання* даним вимірювальним пристроєм. Так, точність вимірювання шкільної лінійки становить 1 мм, штангенциркуля 0,1 мм, мікрометра 0,01 мм.

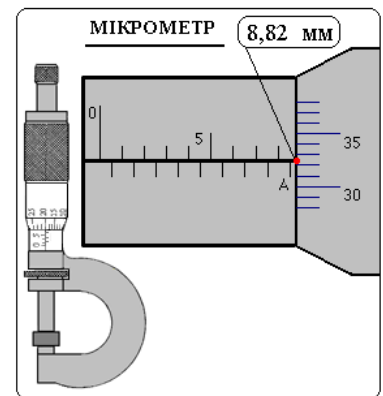


ПЛОЩАЙ ІІ ФІЗИКА 7-1

Для вимірювання лінійних розмірів невеликих тіл з високою точністю, застосовують штангенциркуль. Він складається з лінійки зі шкалою, яка має міліметрові поділки, і ноніуса – додаткової лінійки, яка може переміщуватися вздовж шкали. Ноніус має 10 поділок довжиною рівних 9 поділкам шкали, тому кожна поділка ноніуса коротша поділки шкали на 0,1 мм, і рівна 0,9 мм. Якщо розсунути щоки штангенциркуля, щоб співпадали перші поділки лінійки і ноніуса, то це означатиме, що відстань між щоками рівна 0,1 мм. Якщо співпадатимуть другі, то це відповідатиме 0,2 мм, і т. д.

Для вимірювання довжини тіла, його затискають між щоками штангенциркуля. Відлік цілих поділок (мм) проводять по шкалі лінійки, десятих частин – за номером поділки ноніуса, яка співпадає з поділкою лінійки.

Більш точні вимірювання здійснюються за допомогою мікрометра. В мікрометричних приладах використовується високоточна гвинтова різьба з дуже малим кроком. Відлік по мікрометру зводиться до визначення числа повних обертів та частин оберту барабана відносно його нульового положення. Повні оберти відмічаються поділками лінійної (поздовжньої) шкали на нерухомому циліндрі (стеблі), а дробові частини оберту поділками кругової шкали на торцевому прузі обертового барабана. Поздовжня шкала має два ряди штрихів з інтервалом 1 мм, розташованих по обидва боки поздовжньої лінії і зміщених одна відносно одної на 0,5 мм. Таким чином обидва ряди штрихів утворюють одну шкалу з ціною поділки 0,5 мм.



Відлік довжини в міліметрах проводиться за поділками на нерухомому циліндрі з точністю до 0,5 мм, а за поділками на барабані відлічуються соті частини міліметра.

Значення фізичної величини може бути отриманим *прямим вимірюванням*, здійсненим безпосередньо вимірювальним приладом, та *побічним* – знайденим в результаті обчислень на основі попередніх прямих вимірювань. Так, площа та об'єм правильних геометричних фігур, обчислюється за відповідними формулами, куди входять лінійні розміри тіл такої форми.

Зокрема, площа трикутника рівна половині добутку його основи на висоту.

Площа s круга радіусом R

$$s = \pi R^2,$$

де число π (« пі ») наближено рівне 3,14.

Площа s поверхні кулі радіусом R

$$s = 4\pi R^2.$$

ПЛОЩАЙ ІІ ФІЗИКА 7-1

Через недосконалість приладів, наших відчуттів та помилкові дії при вимірюванні можливі *похибки*.

Похибкою вимірювання називають не помилку, а неточність – відхилення отриманого результату вимірювання від *дійсного*, або *найбільш достовірного значення*, в результаті обмежених можливостей вимірювальних приладів та процедури вимірювання. В ряді випадків таким найбільш достовірним значенням може слугувати деяке середнє значення результатів декількох вимірювань, інколи, просто, *середнє арифметичне вимірювань*. Похибки, пов'язані з обмеженими можливостями приладів, є *систематичними*, неусувними.

Похибки, що виникають внаслідок недосконалості процедури вимірювання, є *випадковими похибками*.

В ряді випадків корисно визначати *абсолютну похибку вимірювання*, яка є максимальним відхиленням значення виміряної величини від дійсного (найбільш достовірного).

При одноразовому вимірюванні, за таку похибку беруть половину ціни поділки вимірювального приладу. Якщо найменшою ціною поділки лінійки є міліметр, то абсолютна похибка вимірювання становитиме 0,5 мм. Ця похибка має бути віднесеною до *систематичних*.

Абсолютна похибка може служити характеристикою точності приладу, але не точності вимірювання. Наприклад, похибка в 5 см є значною при вимірювання довжини шкільної ручки, а при вимірювання довжини кімнати – незначною.

Доцільно знати, яку частину виміряної величини становить абсолютна похибка, тобто, яка похибка припадає не на всю виміряну величину, а на одиницю її, тобто знати відносну похибку. *Відносна похибка* (δ – «дельта» мала буква, грецьк.) – це відношення абсолютної похибки (Δ – «дельта» велика, грецьк.) до виміряного (або найбільш достовірного) значення величини (a).

$$\delta a = \frac{\Delta a}{a}.$$

Ця похибка може бути вираженою у відсотках

$$\delta a = \frac{\Delta a}{a} 100 \% .$$

Лабораторна робота №1. Ознайомлення з вимірювальними приладами. Правила техніки безпеки при роботі в фізичній лабораторії.

Мета роботи. Визначення ціни поділки вимірювальних приладів та їх точності. Вивчення правил техніки безпеки при роботі в фізичному кабінеті.

ПЛЮЩАЙ І І ФІЗИКА 7-1

Обладнання. Лінійка, штангенциркуль, мікрометр, термометр, секундомір, терези, мензурки.

Вказівки до роботи.

1. Записати основні результати розгляду приладів.
2. Відповісти на запитання :
 - 1) Чому забороняється увімкнення струму без дозволу вчителя?
 - 2) Чому не дозволяється брати електроприлади мокрими руками?
 - 3) На що слід звертати увагу при роботі зі скляним посудом та кип'ятильниками?
 - 4) Чи можна самостійно ремонтувати прилади, які здаються несправними?

Лабораторна робота № 2. Вимірювання лінійних розмірів та площі поверхні тіл.

Мета роботи. Засвоєння правил вимірювання лінійкою, штангенциркулем та мікрометром. Оцінка точності та систематичної похибки вимірювання.

Обладнання. Прямокутний брусок, металева та скляна пластинки, монета, лінійка, штангенциркуль, мікрометр.

Вказівки до роботи.

1. Виміряти лінійкою розміри бруска.
2. Знайти площу граней бруска та площу поверхні монети.
3. Виміряти штангенциркулем та мікрометром товщину пластинки в різних місцях.
4. Описати хід роботи. Записати результати та зробити висновки.

Завдання

Виміряти середній діаметр пшонинки, горошини, товщину листка підручника з фізики.

А. Запитання

1. Що називають ціною поділки?
2. Що таке похибка вимірювання і які похибки є систематичними?
3. Які вимірювання є прямими та побічними?
4. Які прилади використовуються для вимірювання лінійних розмірів невеликих тіл з високою точністю?

Б. Задачі-запитання

1. Як виміряти товщину сторінки книги?
2. Коли вимірювання можуть бути неточними?

3. В якому випадку вимірювання є точними?
4. Чому край лінійки, який прикладають до вимірюваного тіла, роблять скошеним по всій довжині?

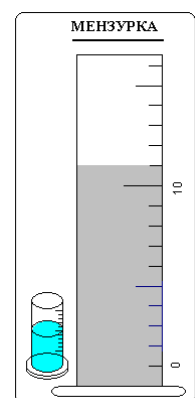
В. Задачі на розрахунок

1. Атомний радіус гелію $R = 0,12$ нм. Виразити цей радіус в ангстремах та метрах.
2. Довжина аркуша паперу становить 30 см. Виразити цю довжину в міліметрах, дециметрах, метрах, кілометрах.
3. Англійський фут рівний 0,3048 м, а дюйм 2,54 см. Скільки дюймів складає фут?
4. Скільки кілометрів складає морська миля, яка рівна 1852 м.
5. За добу молодий бамбук виростає на 86,4 см. На скільки він виростає за 1 секунду?
6. Скільки квадратних метрів містить 1 км²?
7. Який зв'язок метра і нанометра?
8. Яка площа круга діаметром 20 см?

§6. Вимірювання об'єму

Вимірювання об'єму є порівнянням об'єму тіла з об'ємом куба, який знаходиться піднесенням до третього степеня довжини його ребра. Тому третя степінь числа називається його кубом, а одиниці об'єму називаються кубічними і зв'язок між ними знаходиться піднесенням числа, що пов'язує відповідні лінійні одиниці, до кубу ($\text{м}^3 = 1000000 \text{ см}^3$, $\text{мм}^3 = 0,001 \text{ см}^3$ і т. д.). Операцію вимірювання об'єму уявити можна уявити, як побудову його з кубиків. Об'єм паралелепіпеда рівний добутку трьох його вимірів довжини, ширини і висоти. Об'єм тіла неправильної форми можна уявити, як об'єм куба, який може умістити стільки речовини, скільки містить тіло.

Об'єм невеликих тіл неправильної форми може бути вимірним за допомогою мензурки з рідиною. При зануренні тіла в мензурку рівень рідини в ній підвищується, і за поділками можна визначити збільшення об'єму речовини в мензурці, яке рівне об'єму зануреного тіла.



Крім кратних і частинних одиниць, утворених на основі кубічного метра (м^3), подекуди використовуються одиниці об'єму, утворені на основі літра: 1 літр = 1 дм³, 1 мілілітр = 1 см³.

Лабораторна робота №3. Визначення об'ємів твердих тіл, рідин та газів.

Мета роботи. Визначення об'єму тіла у формі паралелепіпеда та тіла неправильної форми. Засвоєння методу вимірювання об'єму за допомогою мензурки.

Обладнання. Брусок у формі паралелепіпеда, камінець, нитка, мензурка, наливна склянка з водою.

Вказівки до роботи.

1. Виміряти лінійні розміри бруска та обчислити площі його граней і об'єм.
2. Виміряти об'єм води в мензурці.
3. Виміряти об'єм камінця за допомогою мензурки з водою.
4. Виміряти розміри кабінету фізики та обчислити об'єм повітря в ньому.
3. Описати хід роботи. Записати результати та зробити висновки.

A. Запитання

1. Чим відрізняються прямі та побічні вимірювання ?
2. Яке призначення мензурки?
3. Чи є визначення об'єму тіла за допомогою мензурки прямим вимірюванням? Чому?

B. Задачі-запитання

1. Як виміряти об'єм камінця?
2. Як визначити скільки горошин увійде в півлітрову банку?
3. Камінь роздробили на щебінку. Чи зміниться об'єм щебілки в порівнянні з об'ємом каменю?
4. Як знайти об'єм каменю з якого виготовили щебінку?

B. Задачі на розрахунок

1. Яку частину м^3 становить 1 літр. ?
2. Скільки мілілітрів міститься в 1 дм^3 ?
3. Скільки мм^3 має 1 м^3 ?
4. Об'єм однієї зі краплинок, що формують зображення в струменевому принтері наближено рівний піколітру. Скільки мілілітрів, кубічних сантиметрів та кубічних метрів складає цей об'єм?
5. Скільки кубиків з ребром 20 см можна помістити на площадці розмірами $1 \text{ м} \times 1,5 \text{ м}$?
6. Чи помістяться шість м'ячів діаметром 20 см на дні ящика розмірами $60 \text{ см} \times 30 \text{ см}$? Чому?

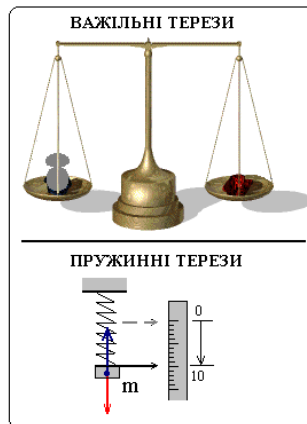
7. Джин у пляшці займав об'єм 250 см^3 . Яким став його об'єм, якщо, після звільнення, його зріст виріс в 1000 разів?
8. Зачарований гномом, хлопчик Нільс став меншим в 50 разів. У скільки разів зменшився його об'єм?

§7. Вимірювання маси

Важливою характеристикою тіл є їх маса. Маса є мірою декількох спільних властивостей тіл. Наприклад, для однорідних тіл, маса є мірою кількості речовини в тілі.

Масу таких тіл можна визначати порівнянням їх об'ємів.

Для вимірювання маси неоднорідних тіл використовують властивість тіл по різному притягуватися до Землі. Врахувавши, що однорідні тіла притягуються у відповідності до кількості



речовини, масу будь-яких тіл можна означити, як міру здатності тіл притягуватись до Землі. За такою здатністю можна вимірювати масу важільними та пружинними терезами. Було з'ясовано, що маса є мірою здатності тіла змінювати швидкість руху при взаємодії з іншими тілами.

Вимірювання маси важільними терезами полягає у зрівноваженні тіла вимірюваної маси, яке знаходиться на одній шальці, важками на іншій шальці. Свідченням рівноваги шальок є досягнення важелем горизонтального положення, яке супроводжується встановленням стрілки покажчика на нульовій поділці.

Маса на пружинних терезах визначається за величиною розтягу пружини.

Сучасні терези замість шкали з покажчиком мають електронне табло, або дисплей.

Основною одиницею маси в міжнародній системі одиниць є кг.

Назви кратних і частинних одиниць маси утворюються за допомогою приставок, так як і для одиниць довжини.

За один кілограм міжнародною спільнотою було прийнято масу еталона циліндричної форми, виготовленого у 1889 р з платино-ірідійового сплаву, який зберігається разом з еталоном



ПЛЮЩАЙ І І ФІЗИКА 7-1

метра. Маса еталона вважається рівною масі 1 дм^3 чистої дистильованої води при 4^0 С . Такий об'єм води і послугував прототипом еталона кілограма.

В побуті вимірювання маси – зважування часто зводиться до порівняння маси даного тіла з масою гирі, яка є копією еталона, або його частини.

Лабораторна робота №4. Вимірювання маси тіла на важільних терезах.

Мета роботи: .Оволодіння навичками роботи з важільними терезами.

Обладнання. Лабораторні шкільні терези, набір важків, лист паперу, тіло для зважування, хімічна склянка з водою, колба.

Зауваження. Зважуване тіло прийнято класти на праву чашку (шальку) терезів. Перед зважуванням необхідно зрівноважити шальки. Для цього на шальку з недостатньою масою докладають невеликі важки та (або) клаптики паперу. Щоб уникнути забруднення приладдя, важки рекомендують брати пінцетом, а шальку, на яку кладеться тіло, застелити перед зрівноважуванням папірцем.

Вказівки до роботи.

1. Зрівноважити шальки (чашки) терезів
2. Визначити масу тіла.
3. Визначити масу порожньої склянки.
4. Долити в склянку води і визначити масу води.
5. Описати хід роботи. Результати вимірювань записати в таблицю. Зробити висновки.

А. Запитання

1. Мірою якої властивості (здатності) тіла є його маса?
2. Що є еталоном кілограма?
3. Який прототип еталона кілограма?
4. Назвіть відомі вам види терезів?

Б. Задачі-запитання

1. В якому випадку маса тіла може бути визначена порівнянням об'ємів тіл ?
2. Які терези, на ваш погляд, забезпечують більшу точність зважування – важільні, чи пружинні ?
3. Що забезпечує точність зважування?

§8. Густина речовини та її вимірювання

ПЛЮЩАЙ І І ФІЗИКА 7-1

Можна помітити, що при однаковій масі однорідні суцільні тіла можуть мати різний об'єм. Також існують тіла однакового об'єму та різної маси. Речовини цих тіл мають різну густину, яка визначається масою, що припадає на одиницю об'єму. Таким чином, *густина* ρ (грецька буква, читається – «ро».) є відношенням маси тіла (m) до його об'єму (V).

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

Формула вказує на те, що одиниці густини можна виразити через одиниці маси та об'єму і записати у вигляді відношення цих одиниць. Позначивши одиниці вимірювання квадратними дужками, отримаємо

$$[\rho] = \frac{[m]}{[V]} = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Можна підрахувати, що

$$1 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 1 \frac{1000 \text{ г}}{1000000 \text{ см}^3} = 0,001 \frac{\text{г}}{\text{см}^3},$$

а також

$$1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

У випадку неоднорідних тіл за попередньо наведеною формулою визначається лише середня густина. Загальна і середня густина дозволяють за об'ємом тіла визначити його масу

$$m = \rho V,$$

а за відомою масою тіла знайти його об'єм

$$V = \frac{m}{\rho}.$$

Приклад. Можна помітити, що нерухома людина плаває у воді при повному зануренні. Це означає, що середня густина людини приблизно рівна густині води $\rho = 1 \text{ г/см}^3 = 1000 \text{ кг/м}^3$. Знаючи свою масу, кожна людина з легкістю може обчислити свій об'єм.

З таблиці густин видно, як різниться густина речовин. Оскільки густина залежить від температури, при складанні таблиці вказують температуру, при якій вона визначається.

| ГУСТИНИ ТІЛ ρ , кг / м ³ | | | |
|--|------|---|-----------|
| Газу при температурі 0 ⁰ С і тиску 760 мм рт. ст. | | Тверді тіла при температурі 20 ⁰ С | |
| Водень | 0,09 | Корок | 220 – 260 |

ПЛОЩАЙ І І ФІЗИКА 7-1

| | | | |
|---|-------|-----------------------------|-------------|
| Гелій | 0,18 | Деревина дуба | 800 |
| Азот | 1,25 | Парафін | 870 – 920 |
| Повітря | 1,3 | Лід (при 0 ⁰ C) | 900 |
| Кисень | 1,43 | Бетон | 1800 – 2800 |
| Вуглекислий газ | 1,9 | Скло | 2400 |
| Хлор | 3,2 | Граніт | 2600 |
| <i>Рідини при температурі 20⁰C</i> | | Мідь | 8900 |
| Спирт | 790 | Срібло | 10500 |
| Гас | 800 | Свинець | 11300 |
| Вода (при 4 ⁰ C) | 1000 | Золото | 19300 |
| Ртуть | 13600 | Осмій | 22570 |

Лабораторна робота № 5. Визначення густини твердих тіл та рідин.

Мета роботи. Засвоєння методу визначення густини тіла шляхом його зважування та вимірювання об'єму за допомогою мензурки.

Обладнання. Тіла циліндричної, кулястої та неправильної форми, нитка, лабораторні важільні терези з важками, мензурка, склянка з водою.

Вказівки до роботи.

1. За допомогою важільних терезів визначити масу кожного тіла.
2. Виміряти за допомогою штангенциркуля діаметр циліндричного та кулястого тіл і обчислити їх об'єм за відповідними формулами.
3. Знайти густину циліндричного та кулястого тіл.
4. Знайти густину води в мензурці.
5. Визначити густину тіла неправильної форми.
6. Результати вимірювань та обчислень записати у таблицю.

А. Запитання

1. Що потрібно знати для визначення густини тіла ?
2. В яких одиницях вимірюється густина?
3. Які прилади потрібно мати для вимірювання густини тіла неправильної форми?
4. Яка характеристика тіла змінюється при зміні його температури?

Б. Задачі-запитання

1. Яка властивість тіла живих істот дозволяє їм вільно триматись на поверхні води? Чому?

2. Як можна наближено визначити об'єм людського тіла?
3. Як можна відрізнити чистий метал від сплаву?
4. Чи можуть тіла з однієї речовини та однакової маси мати різну густину? Чому?

В. Задачі на розрахунок

1. Густина алюмінію $\rho = 2,7 \text{ г/см}^3$. Виразити значення густини в одиницях СІ.
2. Знайти масу повітря в класній кімнаті площею підлоги $S = 65 \text{ м}^2$ та висотою стелі $h = 3 \text{ м}$, якщо густина повітря $\rho = 1,29 \text{ кг/м}^3$.
3. Бензобак автомобіля вміщує 40 л бензину. Знайти масу бензину, якщо його густина $\rho = 0,9 \text{ г/см}^3$.
4. Вимірювальний циліндр з площею основи $S = 10 \text{ см}^2$ містить $V = 8 \text{ см}^3$ води. В циліндр опускають маленький шматок алюмінію масою $m = 27 \text{ г}$. На скільки зміниться рівень води в циліндрі?
5. Якою буде густина розчину ρ , якщо в посудину об'ємом $V = 1 \text{ л}$ додати солі масою $m = 56 \text{ г}$?

§9. Вимірювання часу

В основі вимірювання часу лежить явище повної повторюваності (періодичності) подій. Для жителів Землі такою подією була повторювана поява Сонця в певному місці неба, яка визначала добу. Інша одиниця вимірювання часу – рік визначалась на основі повторення сезонних явищ, наприклад, від весни до весни.

На протязі історії людства різні народи в основу вимірювання часу поклали різні еталонні події. Такими подіями могло бути не тільки розташування Сонця, а й Місяця, або зірок.

Нумерація (арифметизація) послідовності подібних подій фактично була відліком часу, так як *проміжком часу* можна назвати кількість повторень обраних еталонних подій.

Для нас сім повторень положення секундної стрілки годинника (сім обертів) визначають проміжок часу у сім хвилин.

А взагалі, *годинником* можна назвати прилад (конструкцію, механізм), в якому здійснюється послідовність подій, синхронізована (приведена в одночасність, або одномоментність) з послідовністю еталонних подій.

ПЛЮЩАЙ ІІ ФІЗИКА 7-1

Першими годинниками були піщаний та водяний годинники. Висипання певної порції піску, або витікання води через отвір, з однієї посудини в іншу, означало проходження певного проміжку часу.

Відкриття періодичності коливних рухів вантажу підвішеного на нитці, або на пружині, привело до створення маятникових і пружинних годинників.

В Міжнародній системі одиниць (СІ) основною одиницею часу є секунда (с), яка була встановлена в результаті поділу доби на 24 рівні частини (години), а за тим години на 60 хвилин та хвилини на 60 секунд. Тож секунда це такий проміжок часу, яких у добі налічується 86400. Проте обирати еталоном добу виявилось незручно, оскільки ідеальне відтворення такого еталону неможливе, в зв'язку з неперіодичністю (до речі дуже незначною) обертових рухів Землі навколо Сонця та навколо власної осі. Тому був обраний інший еталон, пов'язаний з коливаннями частинок атомного світу. Атомний годинник за секунду здійснює 9 192 631 770 коливань, і тим самим дозволяє розрізняти десятимільярдні долі секунди. При використанні цього годинника похибка в одну секунду може накопичитись приблизно через 10 млрд. секунд. Зауважимо, що рік має приблизно 32 мільйони секунд.

Лабораторна робота 6. Вимірювання часу.

Мета роботи. Знайомство з пристроями та механізмами для вимірювання часу.

Обладнання. Жолоб з кулькою, математичний та пружинний маятники, пісочний годинник, метроном, секундомір, ручний годинник.

Вказівки до роботи.

1. Визначити які періодичні події лежать в основі вимірювання часу даними типами пристроїв та механізмів та проаналізувати їх взаємні недоліки та переваги.
2. З допомогою різного типу годинників визначити час скочування кульки по жолобу.
3. Зробити висновки щодо доцільності використання різних годинникових пристроїв в даних умовах.

А. Запитання

1. Які явища лежить в основі вимірювання часу ?
2. Що собою являє проміжок часу ?
3. Який прилад може служити годинником ?
4. Наведіть приклади найпростіших годинників.
5. Що приймають за основну одиницю часу? Яким є її еталон ?