

Ю.М. Краснобокий, О.В. Підгорний, І.А. Ткаченко

ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ З КУРСУ «ОСНОВИ ФІЗИКИ З ЕЛЕМЕНТАМИ БІОФІЗИКИ»



Міністерство освіти і науки України
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

Ю.М. Краснобокий, О.В. Підгорний, І.А. Ткаченко

**ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ З КУРСУ
«ОСНОВИ ФІЗИКИ З ЕЛЕМЕНТАМИ БІОФІЗИКИ»**

(посібник для студентів)

За загальною редакцією доктора педагогічних наук,
професора І.А. Ткаченка

Умань
2020

УДК [53+577.3] (075.8)

К 78

*Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини
(протокол №12 від 27.06.2017 р.)*

Рецензенти:

О.Б. Авраменко – доктор педагогічних наук, професор;

М.І. Шут – доктор фізико-математичних наук, професор;

Р.А. Якимчук – доктор біологічних наук, професор;

К 78 Краснобокий Ю. М. Лабораторний практикум з курсу «Основи фізики з елементами біофізики». Посіб. для студ. / Ю.М. Краснобокий, О.В. Підгорний, І.А. Ткаченко – Бровари: АНФ груп, 2020. – 90 с.

Посібник розрахований на студентів природничих спеціальностей педагогічних університетів, а також може бути використаний учителями закладів загальної середньої освіти. Він включає в себе загальні положення, інструкцію з техніки безпеки, лабораторні роботи і методичні рекомендації для їх виконання.

УДК [53+577.3] (075.8)

© Ю.М. Краснобокий, О.В. Підгорний,

І.А. Ткаченко

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ	4
ІНСТРУКЦІЯ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ У ФІЗИЧНИХ ЛАБОРАТОРІЯХ.....	6
РОЗДІЛ I. МЕХАНІКА	8
Лабораторна робота № 1. Вимірювання лінійних розмірів тіл	8
Лабораторна робота № 2. Вивчення похибок вимірювання фізичних величин	12
РОЗДІЛ II. МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА.....	21
Лабораторна робота № 1. Визначення відношення питомих теплоємностей газу c_p/c_v методом Клемана-Дезорма	21
Лабораторна робота № 2. Визначення коефіцієнта в'язкості рідини капілярним віскозиметром (Оствальда-Пінкевича)	26
Лабораторна робота № 3. Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідини методом відриву крапель	34
Лабораторна робота № 4. Вимірювання коефіцієнта теплопровідності повітря ..	39
РОЗДІЛ III. ЕЛЕКТРИКА	46
Лабораторна робота № 1. Класифікація та призначення електровимірювальних приладів	46
Лабораторна робота № 2. Перевірка закону Ома для неоднорідної ділянки кола	56
Лабораторна робота № 3. Вивчення роботи електронного осцилографа	61
Лабораторна робота № 4. Дослідження законів електролізу та визначення заряду одновалентного іона	68
РОЗДІЛ IV. ОПТИКА	73
Лабораторна робота №1. Визначення головної фокусної віддалі збірної і розсіювальної лінзи.....	73
Лабораторна робота №2. Визначення сили світла лампи розжарення та вивчення її світлового поля за допомогою фотометра.....	80
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	85
ОСНОВНІ ВЕЛИЧИНИ ТА ОДИНИЦІ ЇХ ВИМІРЮВАННЯ.....	87

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Лабораторні заняття з фізики у вищих навчальних закладах, зокрема в педагогічних, мають на меті поглибити теоретичні знання студентів і пов'язати їх з практикою, ознайомити студентів з сучасними технічними засобами і методами дослідження, а також сприяти докладнішому вивченню природних понять, явищ і законів.

Фізика є дослідною наукою, тому кожна лабораторна робота містить в собі закінчену науково-дослідну експериментальну роботу, яка, як правило, охоплює одну тему курсу. Виконуючи лабораторні роботи, студент вчиться застосовувати теоретичні знання для експериментальних досліджень, набуває вміння аналізувати отримані результати.

Виконання лабораторних робіт передбачає три самостійні етапи:

1. Самостійна підготовка до роботи.
2. Виконання роботи в лабораторії та оформлення протоколу.
3. Захист роботи.

Розглянемо більш детально в чому полягає кожний із етапів підготовки.

Самостійна підготовка до роботи передбачає ознайомлення із змістом методичних вказівок до лабораторної роботи, яку студент має виконувати, зокрема, порядок виконання лабораторної роботи, теоретичними відомостями.

Кожна робота виконується в лабораторії згідно розкладу занять. Послідовність виконання наступних робіт визначається згідно графіка. У випадку пропуску лабораторного заняття студент готується до виконання наступної за графіком лабораторної роботи, а пропущену відробляє у години самопідготовки в присутності лаборанта або з іншою підгрупою (у випадку пропуску заняття з поважної причини). Виконуючи лабораторні роботи, слід чітко дотримуватися інструкції з техніки безпеки. Результатом виконання лабораторної роботи є заповнений протокол, до якого занесені результати вимірювань та розрахунків, побудовані необхідні графіки, оформлені висновки. Цей протокол здається в кінці

заняття викладачу на перевірку. Якщо в кінці заняття протокол не зданий на перевірку або в результаті перевірки виявиться, що отримані дані, або виконані розрахунки не відповідають дійсності, то цю лабораторну роботу студенту необхідно переробити в години самопідготовки в присутності лаборанта. Коли ж протокол виконання лабораторної роботи оформлений згідно вимог і всі представлені в ньому результати є достовірними, то така лабораторна робота вважається виконаною і готовою до захисту.

Захист передбачає перевірку теоретичних знань з даної роботи та ступінь володіння методикою проведення дослідження. Підготовка до нього для студентів завбачує ознайомлення з теорією, наявною не лише в даних методичних вказівках, а й в матеріалах лекцій та рекомендованій літературі, повторення методики проведення дослідження. З метою самоконтролю потрібно дати відповіді на контрольні запитання. Захист може відбуватися або по завершенню лабораторного заняття, за умови, що студент повністю виконав роботу і здав заповнений протокол, який обов'язково перевіряється викладачем, або в позаурочний час на консультаціях у вигляді бесіди з викладачем, або ж за допомогою комп'ютерного тестування. До кінця навчального семестру (у терміни встановлені деканатом) студент повинен захистити всі лабораторні роботи, які передбачені для виконання робочою програмою. Це є необхідною умовою отримання заліку або допуску до екзамену (в залежності від форми контролю, зазначеної навчальним планом).

ІНСТРУКЦІЯ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ У ФІЗИЧНИХ ЛАБОРАТОРІЯХ

1. Загальні положення

1.1. Працювати в лабораторії лише в присутності викладача або лаборанта.

1.2. До виконання лабораторної роботи допускаються студенти, які вивчили її зміст, хід виконання і знають правила безпечної роботи.

1.3. Лабораторна робота виконується бригадою з двох студентів. Послідовність виконання наступних робіт визначається згідно графіка.

1.4. Студенти, які не виконують вимоги даної інструкції, притягаються до відповідальності правил внутрішнього розпорядку університету.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Перевірити наявність на робочому місці необхідного для виконання лабораторної роботи обладнання. У випадку відсутності необхідних приладів або матеріалів не шукати їх самостійно, а повідомити про це викладача або лаборанта.

2.2. Перевірити наявність заземлення електрообладнання.

3. Вимоги безпеки під час роботи

3.1. Приступати до виконання роботи можна лише з дозволу викладача.

3.2. Розміщувати обладнання на своєму робочому місці таким чином, щоб виключити його падіння або повертання. При виявленні несправного обладнання негайно повідомити викладача або лаборанта.

3.3. Бути дисциплінованим та уважним, точно виконувати розпорядження викладача, не відлучатись на сторонні справи і розмови, не відривати від роботи інших.

3.4. Не допускати загромождження робочих місць і проходів сторонніми предметами.

3.5. Не допускати на своє робоче місце осіб, які не мають ніякого відношення до виконуваної роботи.

3.6. Слідкувати за справністю обладнання. Не допускати критичних навантажень установок. Прокручування деталей установок слід проводити без будь-яких зусиль. При роботі з приладами зі скла проявляти особливу обережність.

3.7. Забороняється:

- Лишати без нагляду включений прилад бо установку;
- Визначити наявність напруги торкаючись руками провідників зі струмом, розеток, контактів тощо;
- Користуватися в лабораторії відкритим вогнем;
- Працювати на несправному обладнанні;
- Виконувати самостійно будь-які ремонтні роботи в приладі, якщо він ввімкнений в електромережу.

4. Вимоги безпеки при аварійних ситуаціях

4.1. При виявленні відхилення від нормального режиму роботи обладнання або його поломки слід негайно припинити роботу і повідомити про це викладача чи лаборанта. Якщо це електрообладнання, то негайно відключити його від джерела струму.

4.2. При виникненні пожежі негайно вимкнути установку, повідомити викладача або лаборанта і розпочати гасіння первинними засобами, що є в лабораторії.

4.3. При отриманні хоча б найменшої травми надати першу медичну допомогу і звернутись за допомогою в медпункт.

5. Вимоги безпеки після закінчення роботи

5.1. Відключити джерело живлення електрообладнання і привести обладнання в початковий стан.

5.2. Привести в порядок робоче місце і здати викладачу або лаборанту.

РОЗДІЛ I. МЕХАНІКА

Лабораторна робота № 1. Вимірювання лінійних розмірів тіл

Мета:

1. Ознайомитися з теорією лінійних ноніусів.
2. Вивчити конструкцію та технічні характеристики штангенциркуля і мікрометра.
3. Навчитись вимірювати лінійні розміри тіл штангенциркулем та мікрометром.

Обладнання: штангенциркуль, мікрометр, брусок, циліндр.

Теоретичні в відомості.

Для вимірювання лінійних величин існує багато різноманітних приладів, що забезпечують різну точність виміру. Величину найменшої **поділки вимірювального приладу прийнято називати шуканою поділкою цього приладу**. Точність вимірювань без додаткових пристроїв не перевищує половини ціни найменшої поділки. У масштабних лінійок, рулеток, які мають сантиметрові та міліметрові поділки, вона не більша відповідно за 0,5 см та мм.

Для вимірювання лінійних розмірів тіл з вищою точністю (до одної десятої і ще менших частин міліметра) застосовують масштабні лінійки лінійними ноніусами. **Лінійним ноніусом** називають доповнення масштабної лінійки, яке підвищує точність вимірювання в 10-20 разів. Ноніус являє собою лінійку з поділками, яка може вільно пересуватися вздовж масштабної лінійки і служить для вимірювання десятих і менших частин ціни поділки масштабу.

Сумарна довжина n поділок ноніуса становить $n-1$ (іноді $n-2$) поділок масштабу, тобто, якщо сумістити нульову поділку ноніуса з нульовою поділкою масштабу, то його n поділка збігається з $n-1$ поділкою масштабу. На підставі цього можемо записати

$$I_n = I_m (n-1),$$

де I_n - ціна поділки ноніуса; I_m - ціна поділки масштабної лінійки; n - число поділок.

$$\text{Довжина тіла, виміряного за допомогою ноніуса: } L = I_m i + m \frac{I_m}{n} = I_m \left(i + \frac{m}{n} \right)$$

i - кількість цілих поділок масштабу; m - поділка ноніуса, що збігається з будь-якою поділкою масштабу.

Штангенциркуль - прилад для вимірювання лінійних розмірів тіл з точністю від 0,1 до 0,02 мм. Він складається із сталюї штанги, відносно якої переміщується рамка з ноніусом, і двох пар губок - нерухомих і рухомих. Між губками затискають вимірювану деталь, її розміри в цілих міліметрах визначають за положенням

нульового штриха ноніуса на шкалі штанги, а частини міліметра - за тим штрихом ноніуса, який збігається з деяким штрихом шкали на штанзі.

Щоб точно визначити розміри деталі, рухому губку штангенциркуля переміщують до моменту дотику її до деталі за допомогою мікрометричного пристрою (для запобігання надмірному натисканню губок на деталь).

Для вимірювання внутрішніх розмірів деталей є калібровані губки. Їх загальна ширина при зведених губках найчастіше дорівнює 10 мм. Цей розмір треба додавати до відліку за шкалою.

Ноніус для вимірювання з точністю до 0,1 мм являє собою шкалу завдовжки 9 мм поділену на десять рівних частин. Тому одна поділка ноніуса дорівнює 0,9 мм, тобто менше від поділки основної шкали масштабної лінійки на 0,1 мм. При суміщенні першого штриха (нульової мітки) ноніуса, який фіксує вимірювану довжину на шкалі штанги, з будь-яким штрихом основної шкали він заходить за дальшу поділку цієї шкали на 0,1 мм, при збігові другого штриха ноніуса з будь-яким штрихом основної шкали нульовий штрих ноніуса заходить на дальшу поділку цієї шкали на 0,2 мм і т.д.

Отже, штрих ноніуса, що збігається з будь-яким штрихом основної шкали на штанзі, показує десяті частини міліметра.

Мікрометр - прилад для вимірювання лінійних розмірів тіл (товщини пластинок, діаметра дроту тощо) з точністю до 0,01 мм. Він складається зі сталюї скоби, що має опорну нерухому п'яту, стебла, мікрометричного гвинта і стопорного гвинта.

Мікрометричний гвинт переміщується всередині спеціальної гільзи з різьбою, закріпленою в стеблі. Крок гвинта 0,5 - 1,0 мм. На зовнішній поверхні стебла нанесено дві повздовжні шкали, зсунуті одна відносно одної на 0,5 мм. Зовні стебло охоплює барабан, з'єднаний з мікрометричним гвинтом. Таким чином, при обертанні барабана обертається і гвинт; при цьому переміщується його вимірювальна поверхня. Скошений обід барабана поділено на 50 або 100 однакових поділок. На правому кінці барабана є особливий фрикційний пристрій - тріскачка. При вимірюванні слід обертати барабан тільки за головку тріскачки. Після того, як досягнуто певного ступеня натиску на деталь (5-6 Н) фрикційна головка починає проковзувати, даючи характерний тріск.

Оскільки за один оберт барабана гвинт зміщується вздовж осі на 0,5 мм то при повороті барабана на одну поділку гвинт зміститься на $0,5 : 50 = 0,01$ мм, на дві поділки - 0,02 мм і т.д.