

Посібник
з використання цифрових
лабораторій EINSTEIN
під час уроків
та позакласних занять з біології.
Частина 2

Шаповалов Євгеній Борисович

Білик Жанна Іванівна



Шаповалов Євгеній Борисович, молодший науковий співробітник НЦ «Мала академії наук України». Переможець всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт. Фахівець у галузі SMART-education, STEAM технологій в освіті, систематизації знань, біотехнології та аналітичній хімії. Автор 40 праць, з яких 6 методичних вказівок, 2 електронних посібників.



Білик Жанна Іванівна, кандидат біологічних наук, науковий співробітник НЦ «Мала академії наук України». Сфера наукових інтересів біохімія та фізіологія рослин, сучасні методики викладання біології та хімії, робота з обдарованими учнями. Автор близько 50 праць. Нагороджена подякою МОН.

Шаповалов Є. Б.

Посібник з використання цифрових лабораторій EINSTEIN під час уроків та позакласних занять з біології. Частина 2: Навчальний посібник / відп. за оформлення Розкладай А.В. / К.: 2017. – 111 с.

Навчально-методичний посібник призначений для учнів, учителів біології, викладачів науково-пізнавальних гуртків, секцій МАН й студентів біологічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Посібник рекомендований до використання під час організації роботи із цифровим вимірювальним комплексом на уроках біології для виконання лабораторних дослідів та практичних робіт. Буде доречним під час організації науково-дослідницької діяльності учнів та студентів.

Викладено основні аспекти використання цифрових вимірювальних комплексів та розглянуто основні датчики, що застосовуються під час експериментів, передбачених програмою вивчення біології в основній та старшій школі. Описано методику проведення лабораторних дослідів та практичних робіт курсу біології. Деталізовано використання цифрових вимірювальних комплексів та виконання роботи фотографіями та скріншотами.

ЗМІСТ

Слово від авторів	6
Вступ.....	7
Цифровий вимірювальний комплекс Einstein LabMate	8
Загальна інформація	8
Види датчиків	9
Процес підключення цифрового вимірювального комплексу.....	12
Робота з даними у Einstein LabMate	15
Робота з графіками	16
Режим статичного вимірювання.....	18
Перевірка герметичності систем:	20
Навчально-дослідницькі роботи.....	22
1. Гігієнічна оцінка мікроклімату приміщення.....	22
2. Дослідження порушення теплопостачання при накладенні джгута.....	27
3. Дослідження впливу накладення джгута на серцебиття людини.....	31
4. Видільна і терморегуляторна функція шкіри	34
5. Випаровування води рослинами.....	39
6. Вимірювання об'єму вуглекислого газу, що видихається людиною.....	44
7. Вимірювання ЕКГ у спокійному стані та після фізичних навантажень.....	53
8. Дослідження життєвої ємності легень.....	61
9. Дослідження артеріального тиску людини	66



10. Визначення абіотичних умов під камінням за допомогою датчиків температури та освітленості	70
11. Дослідження впливу ферментів на їжу: розщеплення яєчного білка у присутності ферменту пепсину	74
12. Спиртове бродіння за наявності дріжджів	83
14. Дослідження кислотності деяких тканин.....	105

Слово від авторів

Шановний користувачу! У Вас в руках знаходиться унікальний посібник по використанню цифрових вимірювальних комплексів для робіт з біології. Цей практикум був створений шляхом напрацювання матеріалу протягом проведення багатьох циклів робіт, а автори вклали сюди сучасні інноваційні підходи до освіти в контексті її реформування «від передачі суми знань до формування логічного і пошукового мислення».

В рамках розвитку STEAM освіти в Україні вміння використовувати цифрові вимірювальні комплекси як викладачами так і учнями буде цінуватись все більше. Наполегливе ставлення до проведення робіт та аналізу отриманих результатів дозволить напрацювати ці навички дослідника XXI століття.

Цей посібник не пропонує замінити методику проведення таких знайомих і часто банальних шкільних лабораторних дослідів і практичних робіт. Усвідомлюємо, що зараз просто немає такої можливості. Втім, ми розкриваємо альтернативний **дослідницький** підхід до кожного програмного і позашкільного експерименту.

Цикл практичних робіт, що описані в посібнику, призначені для розширення рамок використання шкільних знань із біології в рамках освітньо-дослідницької діяльності. Роботи з даного посібника можуть бути використані для написання учнями наукових проектів, дослідницьких робіт МАН.

Методичні вказівки до робіт викладені максимально просто та доступно з метою широкого впровадження практикуму з використанням цифрових технологій в загальній освіті та максимального сприйняття матеріалу учнями та вчителями.

Бажаємо Вам натхнення та успіхів у вивченні складної, однак цікавої дисципліни – біології.

Вступ

Розвиток науки і освіти передбачає все більших навичок та вмінь в нових надсучасних галузях. Вже сьогодні Ви можете користуватись сучасними досягненнями трансдисциплінарних наук, таких як біотехнології, матеріалознавства, біоінженерії, тощо. Такі досягнення створюються за рахунок якісної підготовки у базових предметах, зокрема у галузі біології.

Новий підхід до вивчення біології в середніх загальноосвітніх закладах України дозволить отримати розуміння процесів та явищ, детальніше ознайомитись з особливостями деяких хімічних процесів, навчитись користуватись сучасними приладами, тощо.

Цикл практичних робіт, що описані в посібнику, передбачає вивчення біологічних об'єктів, а також особливостей фізіології людини. За допомогою цифрових вимірювальних комплексів стає можливим застосувати науковий підхід у вивченні біології – знаходження певних закономірностей у біології.

Практикум наповнений візуалізаційним матеріалом для покращення сприйняття аналітичної інформації. У практикумі унаочнено процес проведення експерименту та процес використання цифрового вимірювального комплексу у досліджах. Аналіз результатів до кожної роботи супроводжується скріншотами з методикою його проведення.

Цифровий вимірювальний комплекс Einstein LabMate

Загальна інформація

Цифрові вимірювальні комплекси – нове покоління освітніх приладів. Основна мета використання цифрових вимірювальних комплексів – надати можливість візуалізувати інформацію, отриману в результаті експерименту, що може бути використана для аналізу. Зображення результатів здійснюється шляхом періодичної реєстрації даних та побудови графіків на їх основі. Останні дають змогу оцінити динаміку проходження процесу. Важливим аспектом є здатність цифрових приладів «вловлювати нюанси процесу». Наприклад, у досліді «видільна і терморегуляторна функція шкіри» чітко можливо чітко виділити граничну межу виділення теплоти та вологи.

Цифровий вимірювальний комплекс Einstein – один з видів цифрових вимірювальних комплексів, що адаптований під шкільну програму України. Окрім того, Einstein володіє простотою, надійністю та вибірковістю параметрів. Користувач цифрових лабораторних пристроїв компанії Foguier має можливість обрати параметри вимірювання та проводити одночасно вимірювання до 10 показників.

Вимірювальний комплекс є мультипредметним та здатний проводити вимірювання фізичних, біологічних та хімічних показників, що розширює потенціал її використання. Особливістю цифрового вимірювального комплексу є розроблене програмне забезпечення, яке володіє широкими математичними та статистичними можливостями.

Програмне забезпечення дозволяє працювати як з графічним представленням результатів так і з табличним. Табличне відображення даних має можливість експортування даних у MS Excel.

Варіація частот вимірювання є досить широкою. Частота замірів може досягати 10000 замірів на секунду, що дозволяє детально досліджувати навіть надшвидкі процеси.

Види датчиків

1. Цифровий вимірювальний комплекс LabMate



Інтерфейс: USB.

Вбудовані датчики: температури, вологості, освітленості, ультрафіолетового випромінювання, тиску.

Час автономної роботи: до 24 годин.

2. Датчик рН, ENPH-A016



Діапазон вимірювання: від 0 до 14 рН.

Похибка: 2%.

Рекомендована частота замірів: 10 замірів в секунду.

3. Датчик температури, ENTMP029



Діапазон вимірювання: від 0 до 140 °C.

Похибка: 2%.

Рекомендована частота замірів: 10 замірів в секунду.

4. Колориметр, ENCOL-A185



Діапазон вимірювання: від 20 до 90 %

Похибка: 10%.

5. Датчик серцебиття, ENHRT-A155



Діапазон вимірювання: від 0 до 200 ударів за хвилину.

6. Датчик крапель, ENDRP-AD100



Діапазон вимірювання: від 0 до 4095 крапель.

Рекомендована частота замірів: 1 замір на секунду.

7. Датчик тиску, ENPRS015



Діапазон вимірювання: від 150 до 1150 мбар.

Похибка: 1%.

Рекомендована частота замірів: 10 замірів на секунду.

8. Датчик вологості, ENHMD014



Діапазон вимірювання: від 0 до 100 %.

Похибка: 5%.

9. Спірометр, ENSPR-AD037



Діапазон вимірювання: - 315 до 315 л/хв.

Похибка: 8%.

10. Датчик ЕКГ, ENEKG189



Діапазон вимірювання: - 0 до 3 В.

Рекомендована частота замірів: 100 замірів на секунду.

11. Датчик артеріального тиску, ENBLD098



Діапазон вимірювання: - 0 до 375 мм.рт.

Похибка: 3 мм.рт..

Затримка відображення показників: 1 мс.

Процес підключення цифрового вимірювального комплексу

УВАГА! Даний пункт є вказівкою для кожної лабораторної та практичної роботи і потребує детального вивчення (Підключення цифрового вимірювального комплексу п. 1).

Для підключення цифрового вимірювального комплексу виконайте наступні дії:

1. Приєднайте за допомогою USB кабелю Einstein LabMate до комп'ютеру.



2. Увімкніть програму для реєстрації MiLAB.

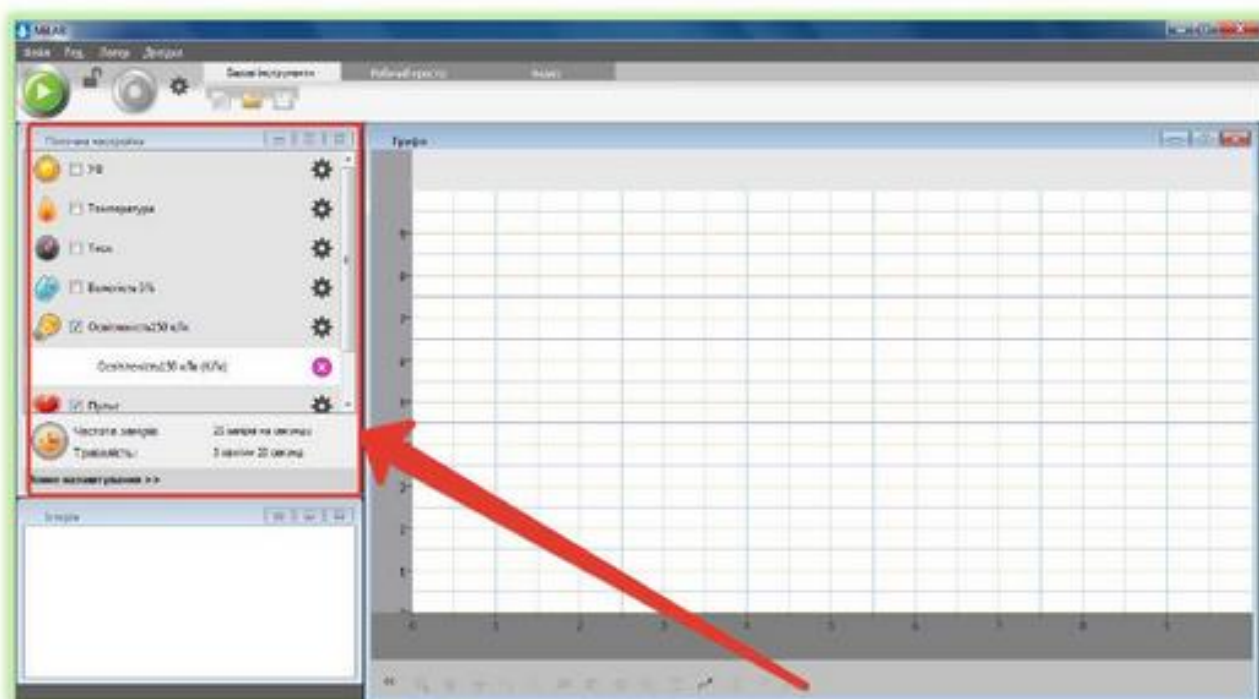


3. Увімкніть LabMate затисканням кнопки на корпусі.

4. Загорання червоній, жовтої або зеленої лампочки свідчить про заряд батареї (червона – низький рівень заряду). В той самий час мерехтіння синьої або зеленої лампочки свідчать про готовність пристрою до роботи.



5. Перевірте наявність датчиків у вікні «Поточної настройки».



Робота з даними у Einstein LabMate

Робота з даними може здійснюватися у двох режимах: графічному та табличному вигляді. Робота у графічному вигляді представляє собою графік побудований на основі виміряних даних з певною частотою. Вісь OX в такому випадку по замовченню буде відображатись як вісь часу, а вісь OY як вісь представлення вимірюваного показника (рН, електропровідності, тиску, температури, тощо). В разі вимірювання декількох величин вісь OY набуває одразу декількох відображень, наприклад одночасно кількості крапель та рН. Графічне відображення даних представлено на рисунку 1.

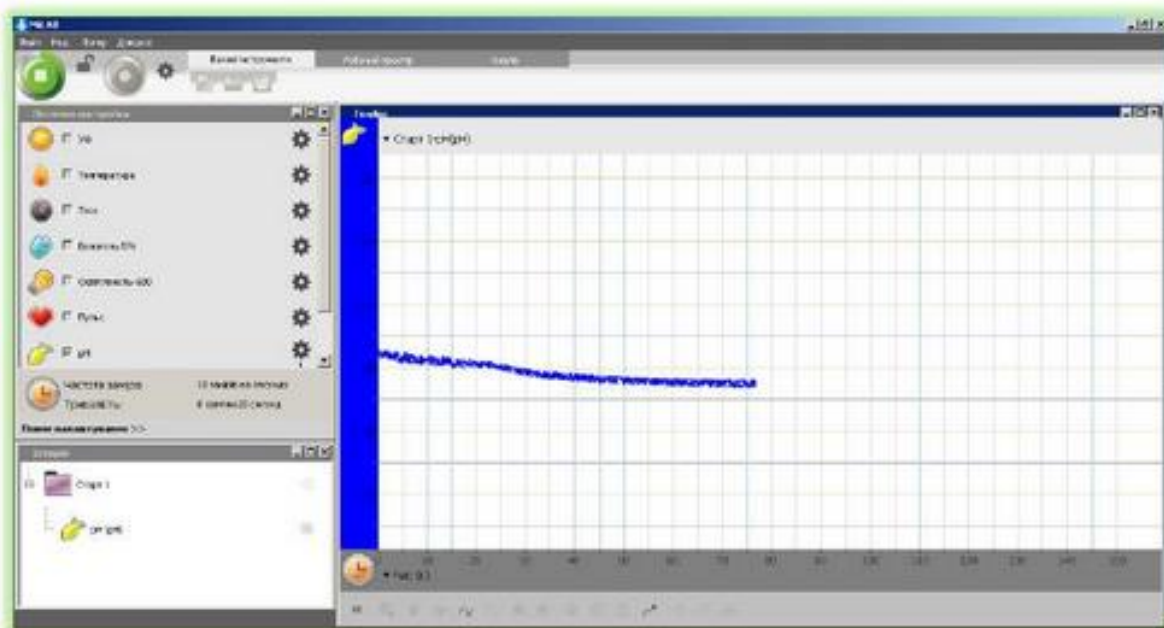


Рис. 1. Графічне відображення даних.

Табличне відображення даних викликається шляхом натискання клавіші «Вікно таблиці» на панелі «Робочий простір» (див. рис. 2).

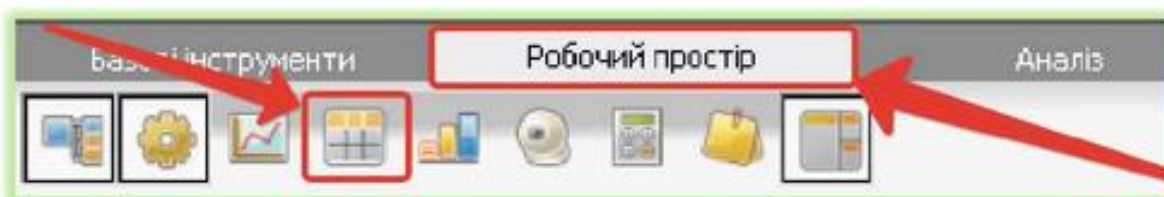


Рисунок 2. Відкриття табличного відображення результатів.

Результати можуть бути збережені у вигляді таблиці MS Excel.

Робота з графіками

Робота з графіками здійснюється на максимально простому та інтуїтивному рівні. Інструменти для роботи з графіком представлені на рисунку 3.

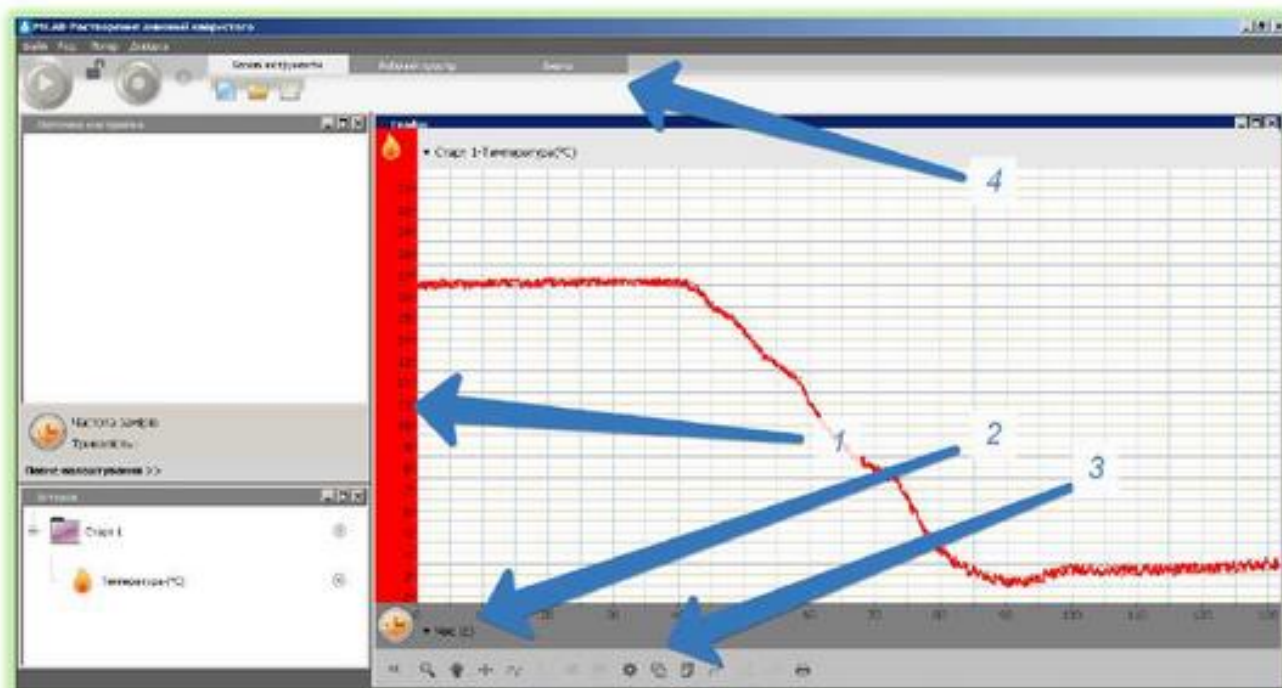


Рис. 3. Інструменти для роботи з графіком.

Елемент роботи з графіком 1 призначений для керування шкалою графіку. Шкалу можна розтягувати або звужувати та переміщати вниз або вгору. Всі маніпуляції зі шкалою здійснюються затисканням мишкою.

Елемент роботи з графіком 2 призначений для зміни осі абсцис. Управління здійснюється натисканням на назву осі абсцис, наприклад «Час (с)» та подальшим вибором з можливих варіантів осі. Змінюючи ось абсцис всі вимірювані параметри будуть перебудовані по відношенню до нової осі.

Елемент роботи з графіком 3 призначений для виконання основних маніпуляцій, що пов'язані з роботою над графіком. На цій панелі знаходяться наступні інструменти «Масштаб» (📏), «Панорама» (🗺️), «Автомасштабування» (📐), можливість виклику «Курсору» (📍) та «Другого курсору» (📍), «Додати анотацію» (📌) для точки, «Властивості» (⚙️) графіку,

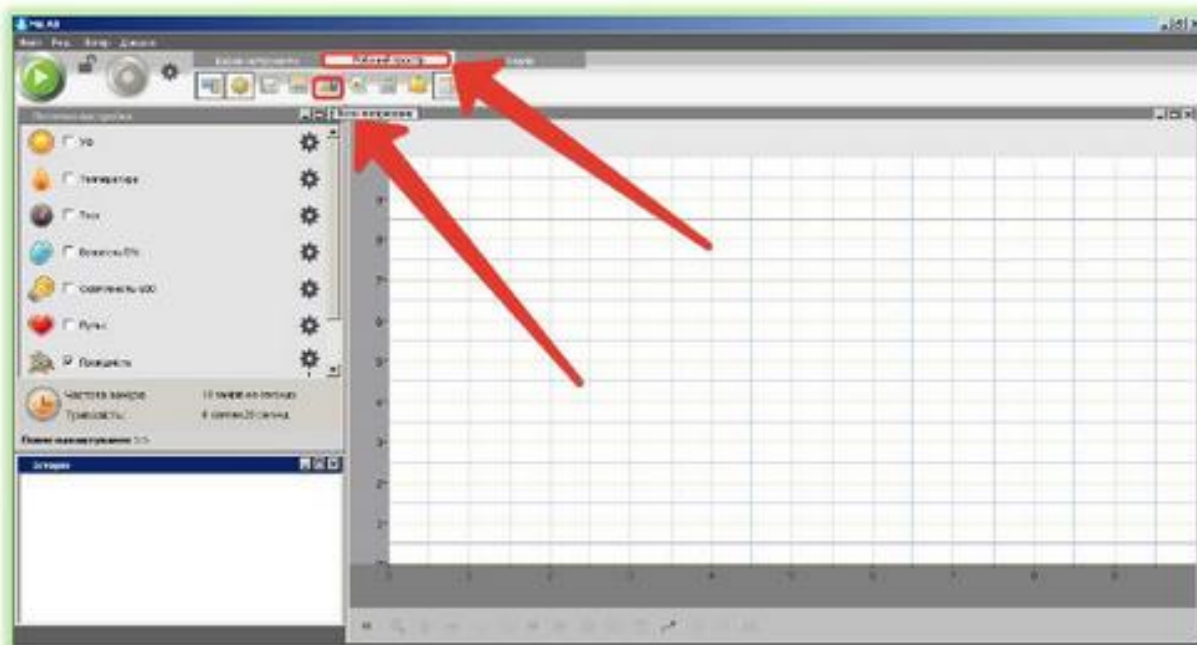
«Копіювати графік» (📄), «Експорт» (📄) в MS Excel, «Прогноз» (📈), «Додати прогноз» (📈), «Видалити прогноз» (📈), а також функція «Друк» (🖨).

Елемент роботи з графіком 4 призначений для використання основних інструментів для роботи. Він складається з «Базових інструментів», «Робочого простору» та «Аналізу». У «Базових інструментах» згруповані елементи для відкриття, завантаження та збереження графіку. Група інструментів «Робочий простір» призначена для управління робочим простором (наприклад додавання графіків, таблиць, історії, тощо), а група інструментів «Аналіз» призначена для математичної обробки графіку та статистики.

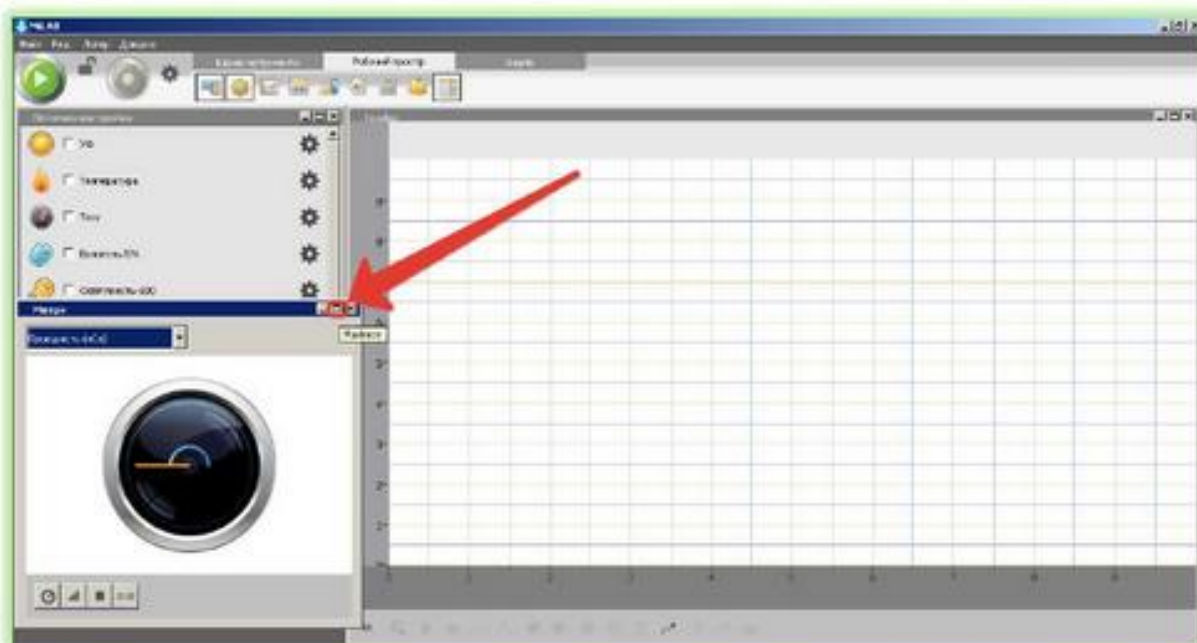
Режим статичного вимірювання

Для дослідження процесів та явищ, що не потребують динамічного представлення, застосовують режим статичного вимірювання. Для того, щоб провести статичні вимірювання необхідно:

1. На панелі «Робочий простір» оберіть функцію «Вікно вимірювань» .



2. У вікні вимірювань натисніть кнопку «розширити» .



3. Оберіть числовий режим відображення (📊).



Система набуде наступного вигляду:



Перевірка герметичності систем:

1. Перемішайте мильний розчин та нанесіть його на місця з'єднання складових установки (шланги, трубки, пробки).



2. Створіть тиск у системі, наприклад вдунням повітря в систему.



3. Загерметизуйте проблемні місця системи.



- 1.1. Для короткотривалої герметизації доцільно застосувати пластилін.
- 1.2. Для більш довготривалої герметизації можливо застосувати герметики та фторопластову стрічку.

Навчально-дослідницькі роботи

1. Гігієнічна оцінка мікроклімату приміщення



Мета: Дати гігієнічну оцінку свого робочого місця за основними ознаками (температура, вологість, освітлення).

Рекомендований тип: лабораторний дослід.



Обладнання:

1. Цифровий вимірювальний комплекс.

Досвідка:

Мікроклімат в приміщенні відіграє важливу роль в житті людини. Незважаючи на це, суспільство недооцінює вплив мікроклімату на здоров'я людини. Під терміном «мікроклімат» розуміється комплекс умов в приміщенні (температура, вологість, освітленість, швидкість руху повітря і ін.) Ці показники особливо впливають на самопочуття, здоров'я, працездатність людини. Розглянемо показники мікроклімату.

Температура.

Температура – важливий показник для нормального функціонування організму людини. Перегрів може призвести до швидкої стомлюваності, втрати працездатності, втрати свідомості. Охолодження сприяє виникненню серцево-судинних захворювань, захворювань органів дихання, опорно-рухового апарату, викликає гальмівні процеси в корі головного мозку, що може бути причиною виникнення травматизму. Оптимальною для мікроклімату житлових і громадських приміщень вважається температура повітря 18-21° С (ГОСТ 30494-96).

Вологість.

Це міра, що характеризує вміст водяної пари в повітрі. Розрізняють абсолютну і відносну вологість. В повсякденному житті користуються

поняттям відносна вологість. Відносна вологість - це кількість води у вигляді пари, що міститься в повітрі в порівнянні з максимальною кількістю води при певній температурі. Оптимальною для мікроклімату житлових і громадських приміщень вважається відносна вологість - 30-60%.

Високі значення вологості можуть спричинювати захворювання на астму, бронхіти та інші захворювання дихальної системи. При низьких значеннях вологості зростає концентрація пилу в повітрі і виникає ускладненість дихання або закладеність носа.

Освітленість.

Це потужність потоку світла, що припадає на одиницю площі. Одиниця виміру називається люкс.

Недостатнє освітлення викликає стомлюваність органів зору та спричинює їх захворювання. Оптимальне освітлення столу учнів для читання, письма становить 300 люкс, а для креслення і малювання - 500 люкс.

Отже, мікроклімат впливає на організм людини та на його працездатність. Тому необхідно навчитися оцінювати і регулювати мікроклімат приміщення, в якому ми знаходимося. Цифрові вимірювальні комплекси дають можливість провести вимірювання параметрів мікроклімату приміщення.

Умови проведення експерименту:

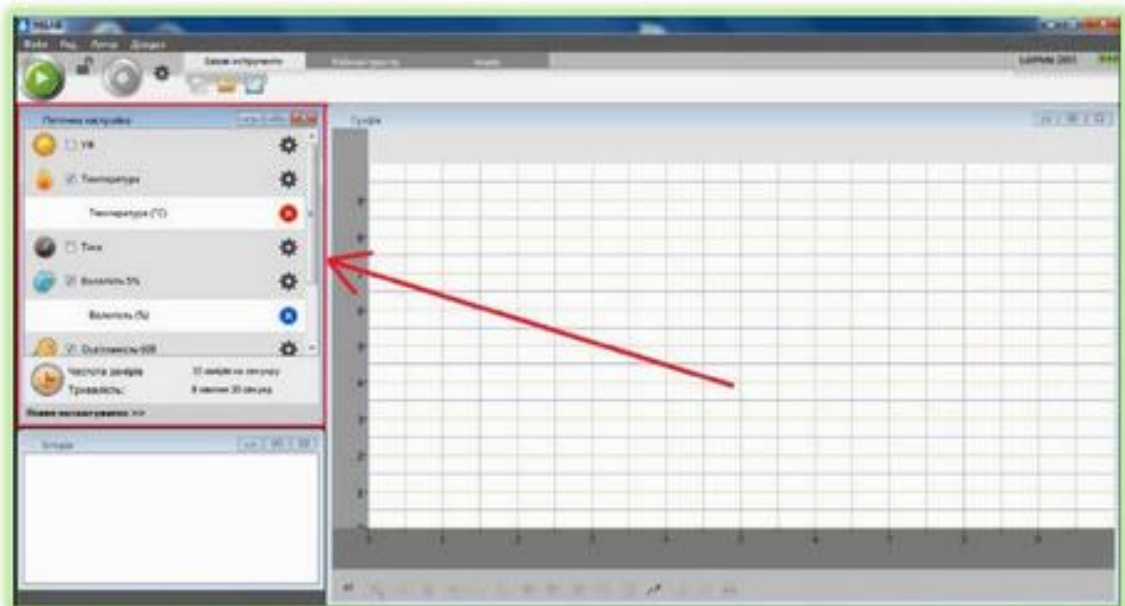
Експеримент доцільно проводити при будь-яких умовах. Дослід проводиться вранці, вдень і ввечері.



Підготовка цифрового вимірювального комплексу:

1. Підготуйте цифровий вимірювальний комплекс до роботи.

2. Оберіть датчики температури, вологості та освітленості зі списку.



3. Оберіть наступні параметри вимірювання:

Дискретизація	Авто
Частота	10 замірів на секунду
Заміри	5000
Тривалість	8 хвилин 20 секунд

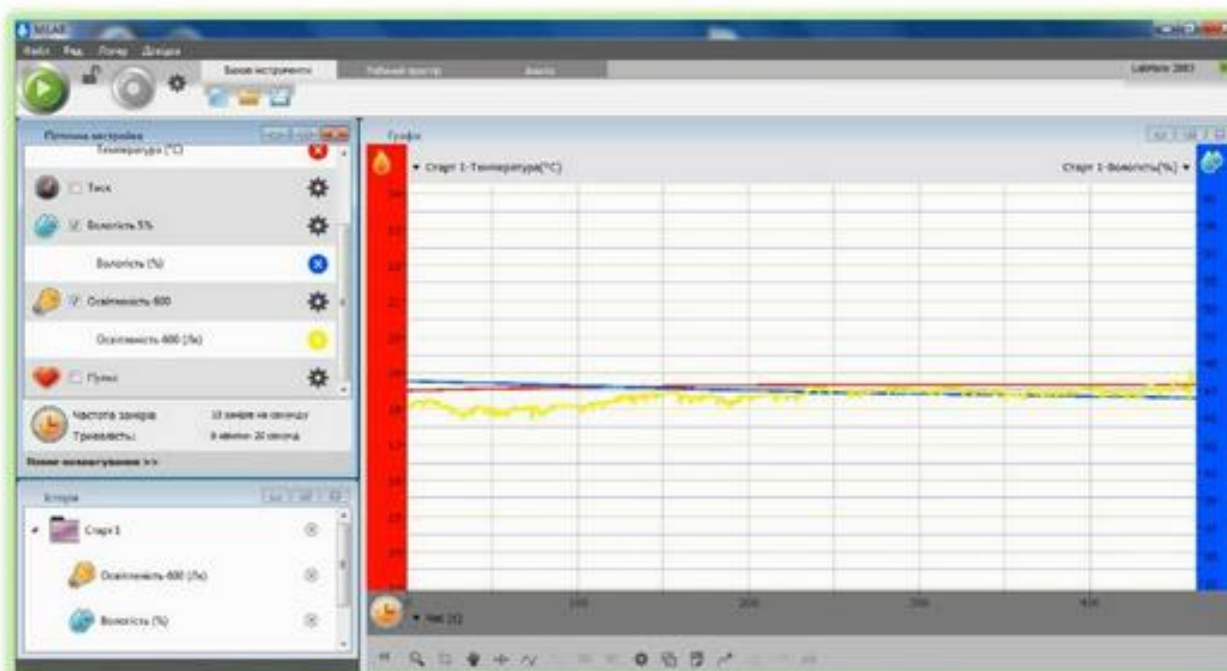


Хід роботи

1. Зафіксуйте цифрову лабораторію у штативі.



2. Запустіть реєстрацію за допомогою кнопки .
3. Проведіть реєстрацію даних протягом 2 хв та дочекайтесь її завершення.



4. Повторіть реєстрацію в іншу пору доби (вранці, вдень та ввечері).



Аналіз графіку:

1. Помістіть курсор на початкове значення графіку вологості.
2. За допомогою кнопки  додайте другу точку та розмістіть її на кінці графіку.
3. Застосуйте функцію аналізу за допомогою кнопки  в вкладці «Аналіз».
4. Повторіть дії, вказані в п. 1-3, з іншими виміряними показниками.



Аналіз результатів:

1. Середні значення запишіть у таблицю.

Час доби	Температура		Вологість		Освітленість	
	Фактична	Норматив	Фактична	Норматив	Фактична	Норматив
Ранок						
День						
Вечір						

2. За отриманими результатами розробіть рекомендації покращення умов праці в різні пори доби.



Розвиток дослідження

1. Проведіть дослідження у різних кабінетах школи, порівняйте умови та розробіть рекомендації до кожного з кабінетів.

2. Дослідження порушення теплопостачання при накладенні джгута



Мета роботи: Дослідити терморегуляторну функцію крові і довести негативний вплив механічного стиснення на тканини і органи.

Рекомендований тип: лабораторна робота.



Обладнання:

1. Цифровий вимірювальний комплекс.
2. Датчик температури, ENTMP029.
 - Можна замінити на датчик температури поверхні.

Довідка:

Накладення джгута порушує кровообіг та теплопостачання ізолюваного органу. При цьому також відбувається порушення постачання тканин киснем і поживними речовинами, зниження відтоку продуктів метаболізму. Джгут застосовується в випадку сильних кровотеч для запобігання втрати крові. Однак джгут не слід накладати надовго, допустима тривалість залежить від віку людини, розміру ізолюваної ділянки і від температури навколишнього середовища.

Після зняття джгута судини органу розширюються, тому продукти метаболізму, які накопичилися за час ізоляції, швидко виводяться з організму.

Умови проведення експерименту:

До експерименту участі у експерименті допускаються лише учні, що мають здорову кровоносну систему.



Підготовка цифрового вимірювального комплексу:

1. Підготуйте цифровий вимірювальний комплекс до роботи.
2. Датчик температури підключіть до першого порту.



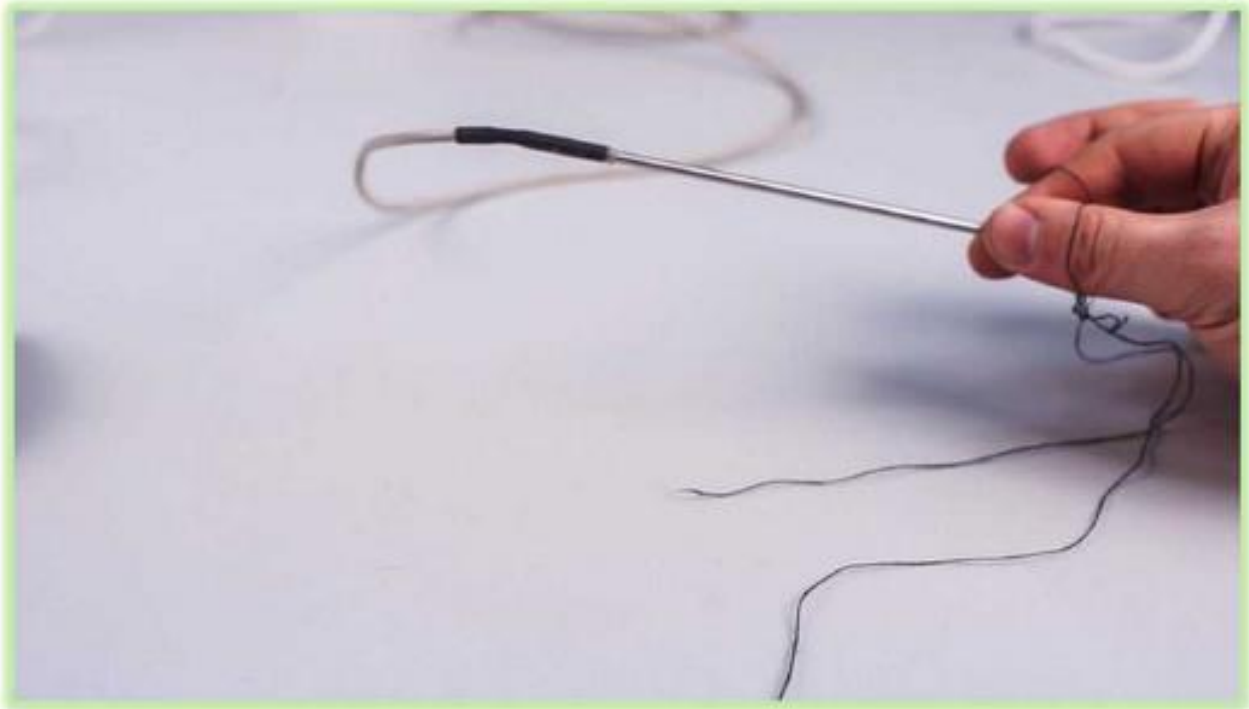
3. Оберіть наступні параметри реєстратора.

Дискретизація	Авто
Частота	10 замірів на секунду
Заміри	5000
Тривалість	8 хвилин 20 секунд



Хід роботи

1. Візьміть вказівним та великим пальцем датчик температури.



2. Запустіть реєстрацію даних.
3. Зачекайте 60 секунд та зупиніть реєстрацію.
4. За допомогою нитки перекрийте доступ руху крові на великому та вказівному пальцях.

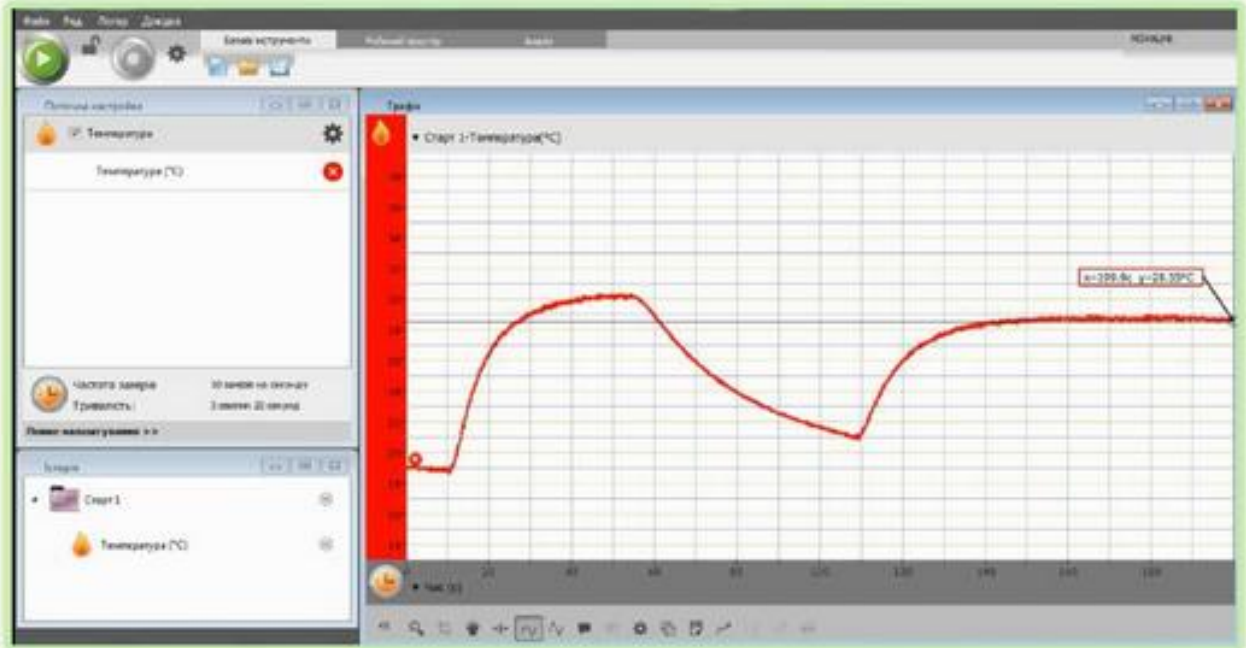


5. Зареєструйте зміну температури протягом 2 хв.



Аналіз графіку:

1. Порівняйте значення температури, в обох випадках шляхом розміщення курсору на останніх значеннях обох графіків.



Аналіз результатів:

1. На скільки відбулось зниження температури? Чому?
2. Чи могло б продовжуватись зниження температури?



Розвиток дослідження

1. Проведіть дослідження запропонованого процесу на холоді та у теплі.
2. Проведіть дослідження різних осіб.

3. Дослідження впливу накладення джгута на серцебиття людини



Мета роботи: Дослідити вплив накладення джгута на серцебиття людини.

Рекомендований тип: лабораторна робота.



Обладнання:

1. Цифровий вимірювальний комплекс.
2. Датчик серцебиття, ENHRT-A155.

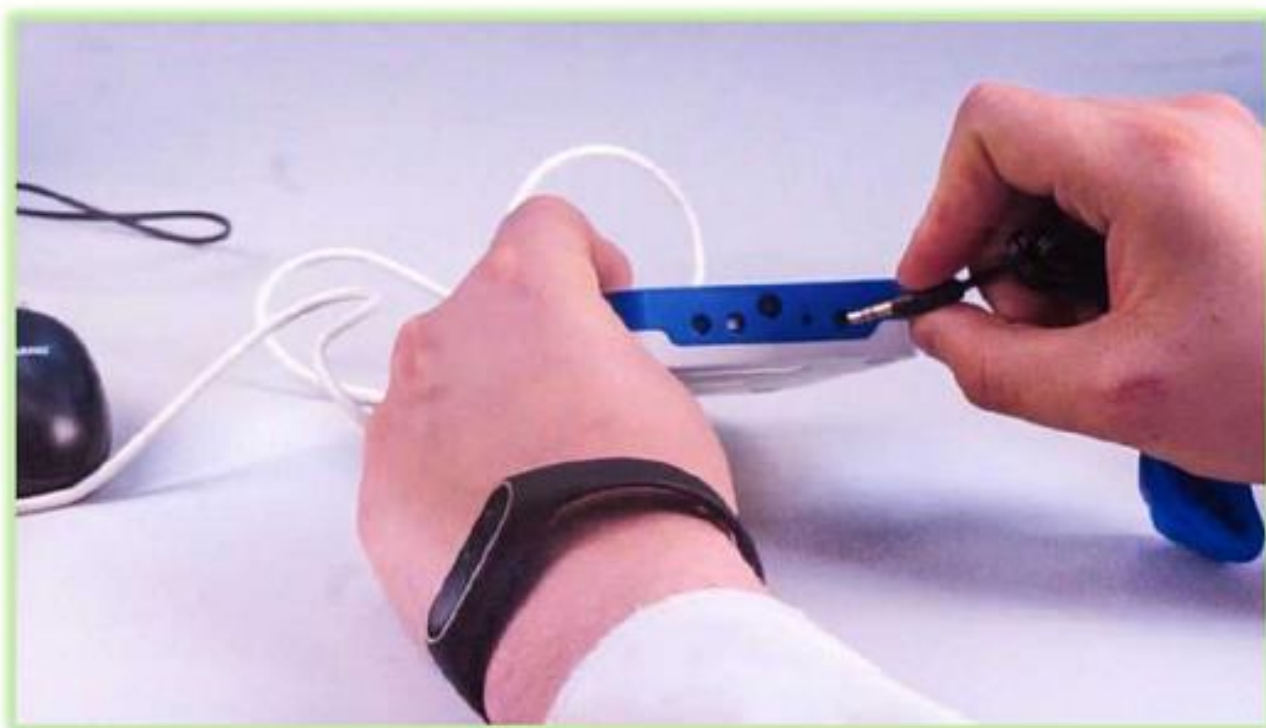
Умови проведення експерименту:

До експерименту участі у експерименті допускаються лише учні, що мають здорову кровоносну систему.



Підготовка цифрового вимірювального комплексу:

1. Підготуйте цифровий вимірювальний комплекс до роботи.
2. Датчик серцебиття підключіть до першого порту.



3. Оберіть наступні параметри реєстратора.

Дискретизація	Авто
Частота	25 замірів на секунду
Заміри	2000
Тривалість	1 хвилини 20 секунд

Хід роботи



1. Надягніть на руку датчик серцебиття.



2. Запустіть реєстрацію даних 🟢.
3. Зачекайте 60 секунд та зупиніть реєстрацію.
4. За допомогою нитки перекрийте доступ руху крові на великому та вказівному пальцях.

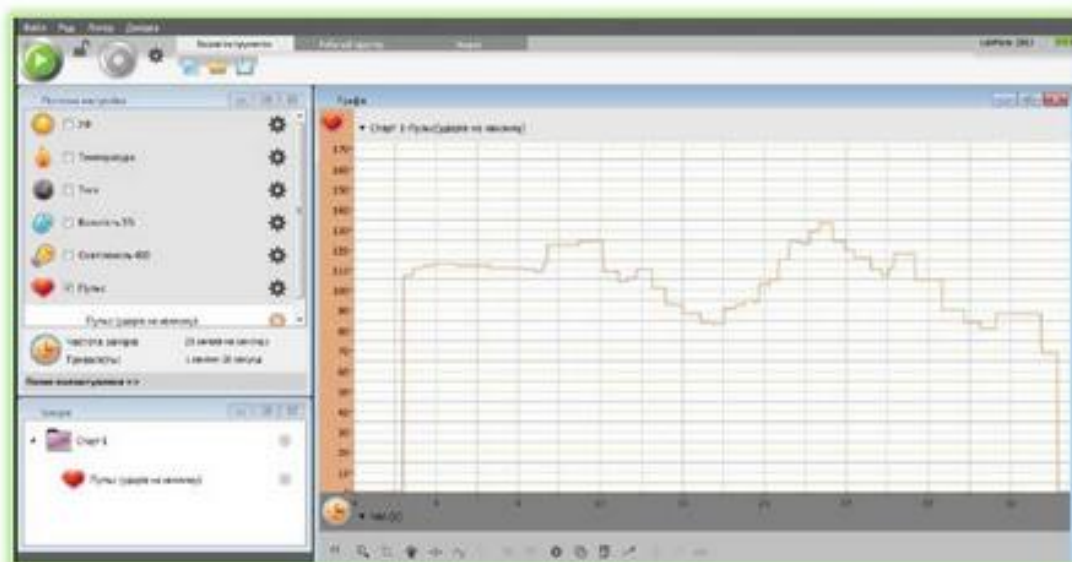


5. Надягніть датчик на палець, який перетиснуто.
6. Повторіть реєстрацію даних протягом 2 хв.



Аналіз графіку:

1. Порівняйте середні значення серцебиття на графіку.



2. Дослідіть графік на рівномірність серцебиття.
3. Порівняйте результати до і після затискання джгута.



Аналіз результатів:

1. Чи відбулось зменшення кількості ударів серця за хвилину? Ефект поясніть.

4. Видільна і терморегуляторна функція шкіри



Мета роботи: Дослідити терморегуляторну і видільну функції шкіри, виявити залежність інтенсивності потовиділення від температури оточуючого середовища.

Рекомендований тип: лабораторна робота.



Обладнання:

1. Цифровий вимірювальний комплекс.
 2. Датчик температури, ENTMP029.
 3. Датчик вологості, ENHMD014.
 4. Герметичний пакет.
- Можна замінити будь-яким пакетом та резинкою для герметизації.

Умови проведення експерименту:

Можливо провести за будь-яких умов.

Довідка:

Одним з основних механізмів терморегуляції організму є потовиділення, що запобігає перегріву шляхом випаровування вологи з поверхні тіла і відбувається навіть при охолодженні.



Підготовка цифрового вимірювального комплексу:

1. Підготуйте цифровий вимірювальний комплекс до роботи.
2. Датчик температури підключіть до першого порту.

3. Датчик вологості підключіть до другого порту.



4. Налаштування параметрів вимірювань:

Дискретизація	Авто
Частота	10 замірів на секунду
Заміри	5000
Тривалість	8 хвилин 20 секунд



Хід роботи:

1. Одягніть пакет на кисть руки.



2. Розмістіть датчик вологості та температури у пакеті.



3. Загретитизуйте пакет за допомогою резинки або використовуючи фіксатори герметичного пакету.

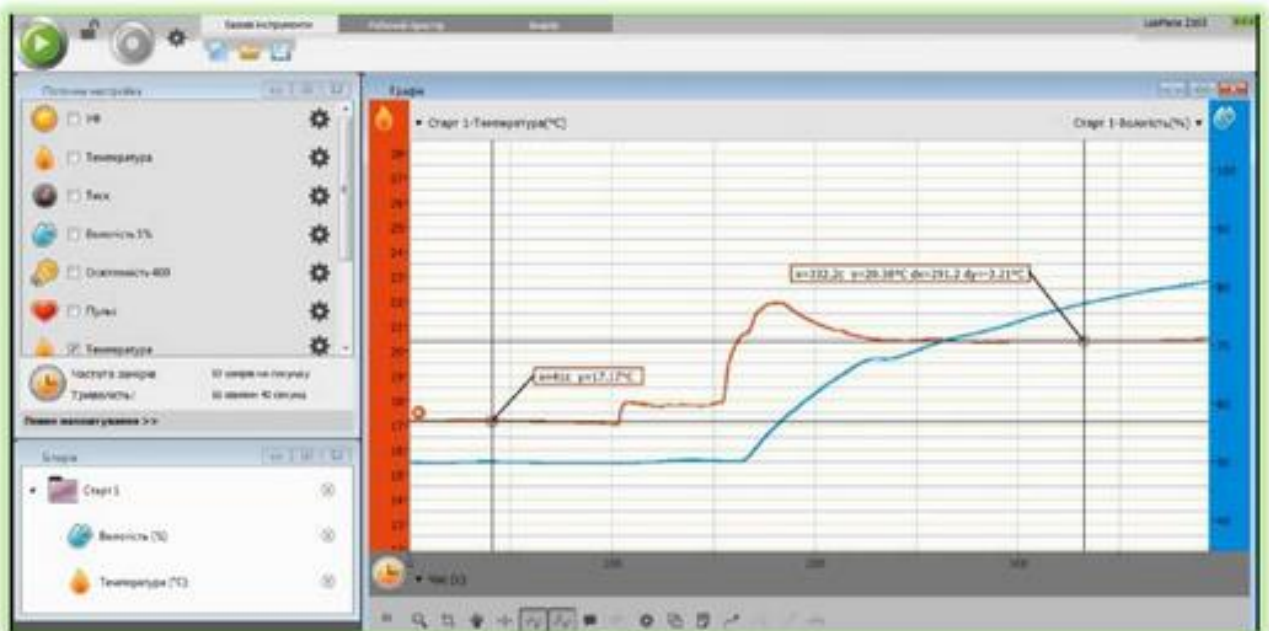


4. Запустіть реєстрацію даних.
5. Дослід продовжуйте протягом 6 хвилин.
6. Повторіть дослід за п. 1-5, направивши лампу на руку у пакеті.

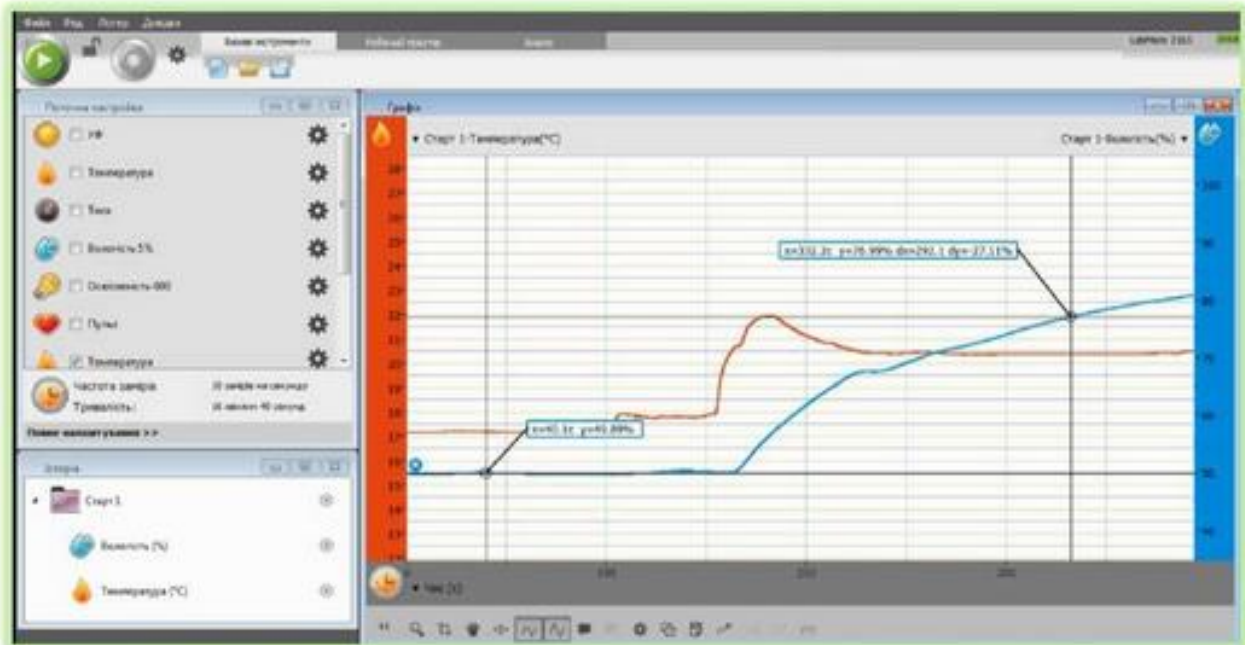


Аналіз графіку:

1. Порівняйте початкове та кінцеве значення температури.



2. Перемістіть курсор вниз та оцініть початкове та кінцеве значення.



Аналіз результатів:

1. Як змінилась вологість та температура у випадку нагрівання пакету лампою?
2. Як Ви вважаєте, яка залежність між температурою та виділенням тепла шкірою?



Розвиток дослідження

1. Визначіть залежність між температурою пакету та зміною вологості.
2. Проведіть розрахунки маси виділеної вологи за зміни певної вологості.

5. Випаровування води рослинами



Мета: Порівняти здатність до транспірації у рослин різних екологічних груп, використовуючи датчики визначення вологості.

Рекомендований тип: демонстраційна робота.



Обладнання:

1. Цифровий вимірювальний комплекс.
2. Датчик температури, ENTMP029.
3. Датчик вологості, ENHMD014.
4. Герметичний пакет.



- Можна замінити будь-яким пакетом та резинкою для герметизації.

Біологічні агенти:

Кімнатні рослини у горщиках.

Довідка:

Понад 90% води, що всмоктується кореневою системою рослин надходить в атмосферу. Більша її частина випаровується з поверхні листків.

Процес випаровування води рослиною називається транспірацією. Кожна рослина характеризується індивідуальним рівнем інтенсивності транспірації. За умови використання цифрових вимірювальних комплексів стає можливим проведення навчальної та дослідницької роботи пов'язаної з транспірацією рослин.

Умови проведення експерименту:

Експеримент можливо провести за будь-яких умов. Для дослідження можна використати декілька видів рослин.



Підготовка цифрового вимірювального комплексу:

1. Підготуйте цифровий вимірювальний комплекс до роботи.
2. Датчик температури підключіть до першого порту.



3. Датчик вологості підключіть до другого порту.



4. Налаштування параметрів вимірювань:

Дискретизація	Авто
Частота	10 замірів на секунду
Заміри	5000
Тривалість	8 хвилин 20 секунд



Хід роботи:

1. Датчики вологості і температури у герметичному пакеті розмістіть у штативі.



2. Одягніть герметичний пакет на листки рослини.



3. Загребіть пакет за допомогою резинки або використовуючи фіксатори герметичного пакету.

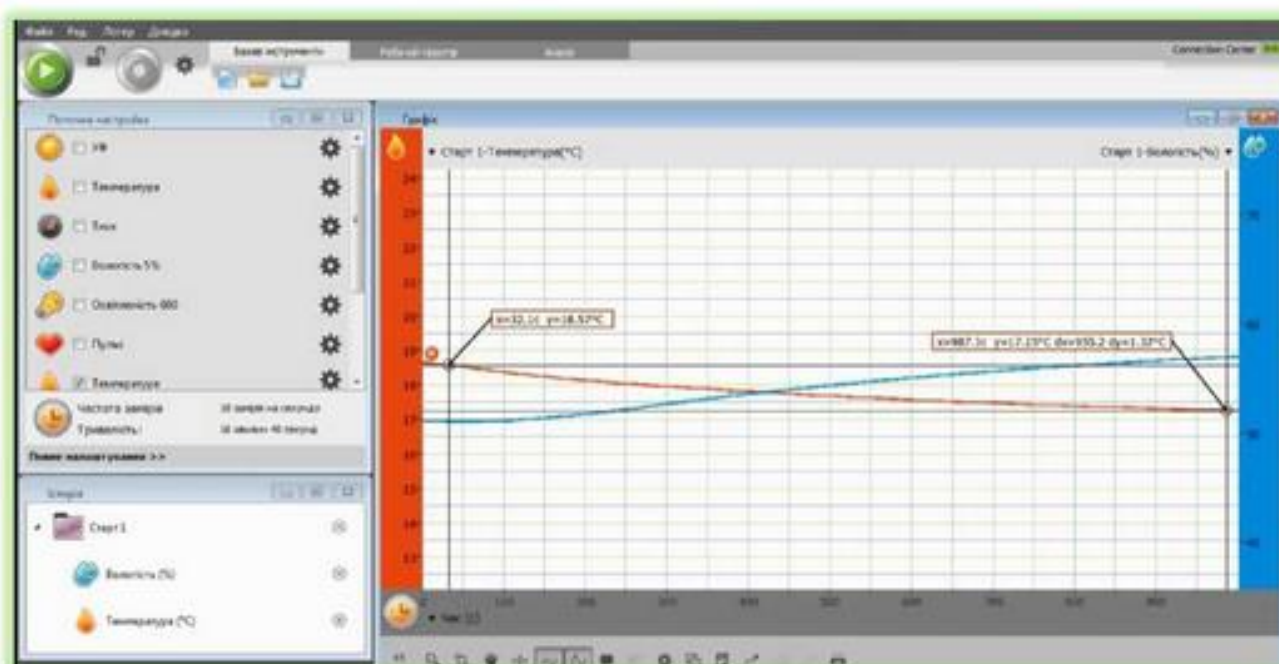


4. Запустіть реєстрацію за допомогою кнопки .
5. Дані реєструйте протягом 30 хвилин.
6. Повторіть дослід з іншими рослинами.

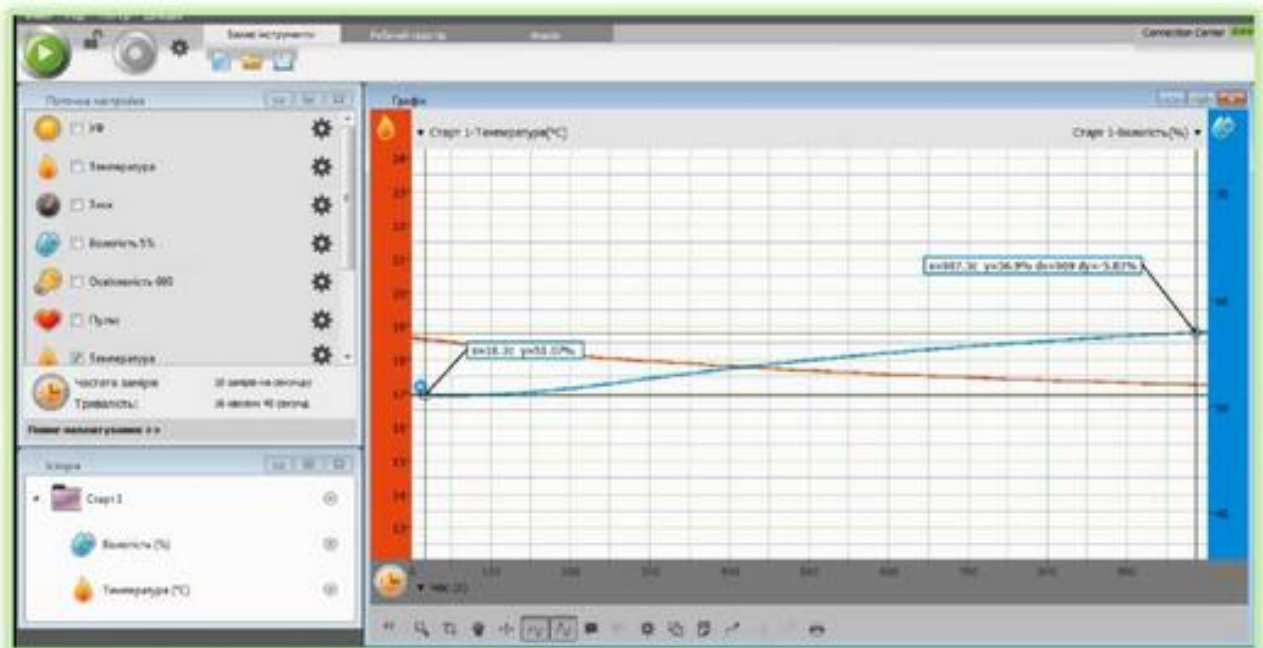


Аналіз графіку:

1. Порівняйте початкове та кінцеве значення температури.



2. Перемістіть курсор вниз та оцініть початкове та кінцеве значення вологості.



Аналіз результатів:

1. Чи завжди спостерігалось виділення води?
2. Чи можете Ви спостерігати певні залежності при виділенні вологи різними рослинами при різних умовах?
3. Чи є залежність між будовою рослини та її здатністю до транспірації.



Розвиток дослідження

1. Дослідіть інтенсивність транспірації у рослин за умов надмірного і недостатнього зволоження.
2. Дослідіть інтенсивність транспірації різних рослин: вологолюбивих (монстера), рослин помірного зволоження (хлорофітум), сукулентів (кактуси, алое).
3. Дослідіть інтенсивність транспірації у рослин, в яких листя вкрите воском, наприклад, фікуси.

6. Вимірювання об'єму вуглекислого газу, що видихається людиною



Мета: Виміряти об'єму вуглекислого газу, що видихається людиною.

Рекомендований тип: демонстраційний дослід.



Обладнання:

1. Цифровий вимірювальний комплекс.
2. Датчик температури, ENTMP029.
3. Датчик вологості, ENHMD014.
4. Колба конічна, 500 мл.
5. Колба конічна, 250 мл.
6. Гумова пробка з однією трубкою, що підходить до отворів колб.
7. Гумова пробка з двома трубками, що підходить до отворів колб.
8. Шланги (силіконові або резинові), що підходять до трубок.



Реактиви і матеріали:

1. NaOH, натрій гідроксид, розчин 0,04%.
2. Фенолфталеїн, розчин 0,5%.

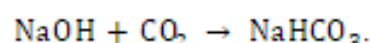
Довідка:

Дихальна система здійснює дві основні функції:

1. Обмін кисню та вуглекислого газу між кров'ю і зовнішнім середовищем;
2. Підтримка постійного рівня pH крові.

Концентрація вуглекислого газу в атмосфері дуже низька, лише 0,03%. Проте у легенях вона піднімається до 7%, а у повітрі, що видихається з легень при кожному видиху, концентрація сягає 5,1%.

Реакція натрій гідроксиду з вуглекислим газом відбувається за наступною схемою:



В разі, якщо NaOH достатньо, реакція проходить повністю з утворенням середньої солі:



Об'єм CO_2 , що видихається впродовж 1 хвилини, реєструється за допомогою рН електрода.



Підготовка цифрового вимірювального комплексу:

1. Підготуйте цифровий вимірювальний комплекс до роботи.
2. Під'єднайте датчик рН до цифрового вимірювального комплексу.

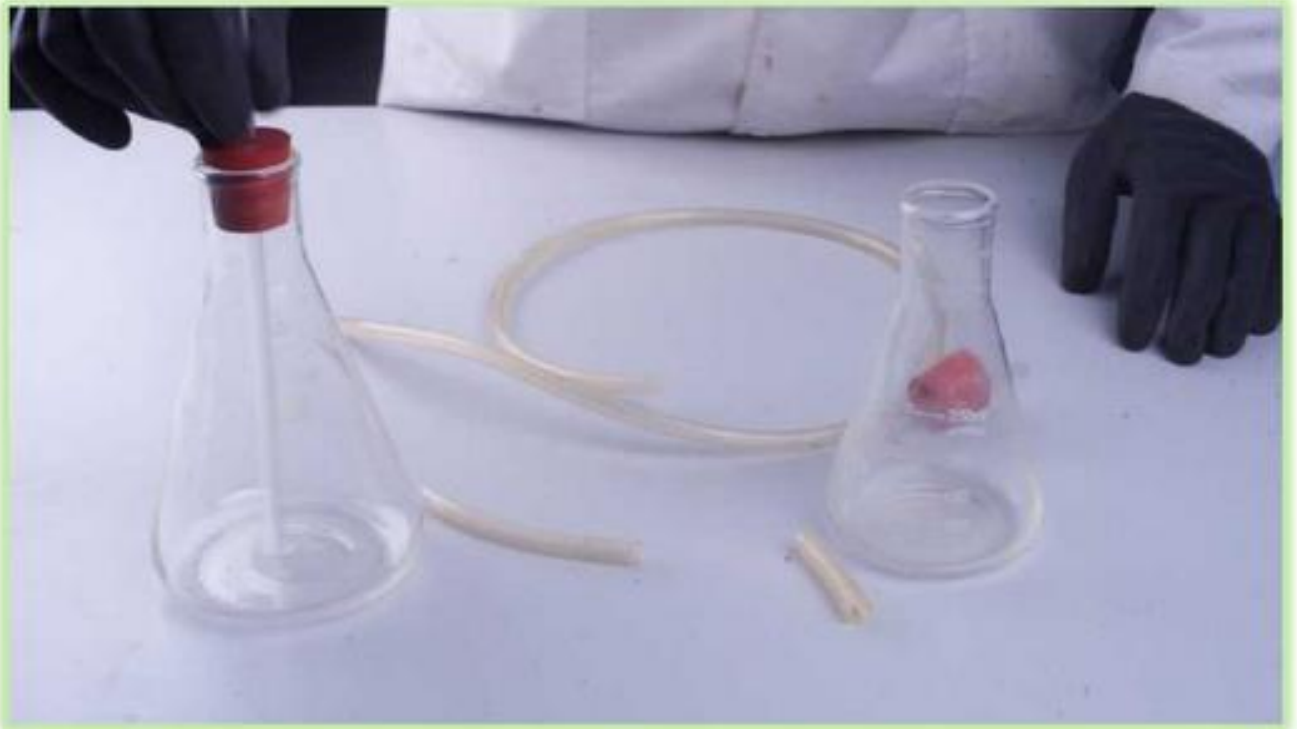


3. Виставте наступні параметри реєстратора:

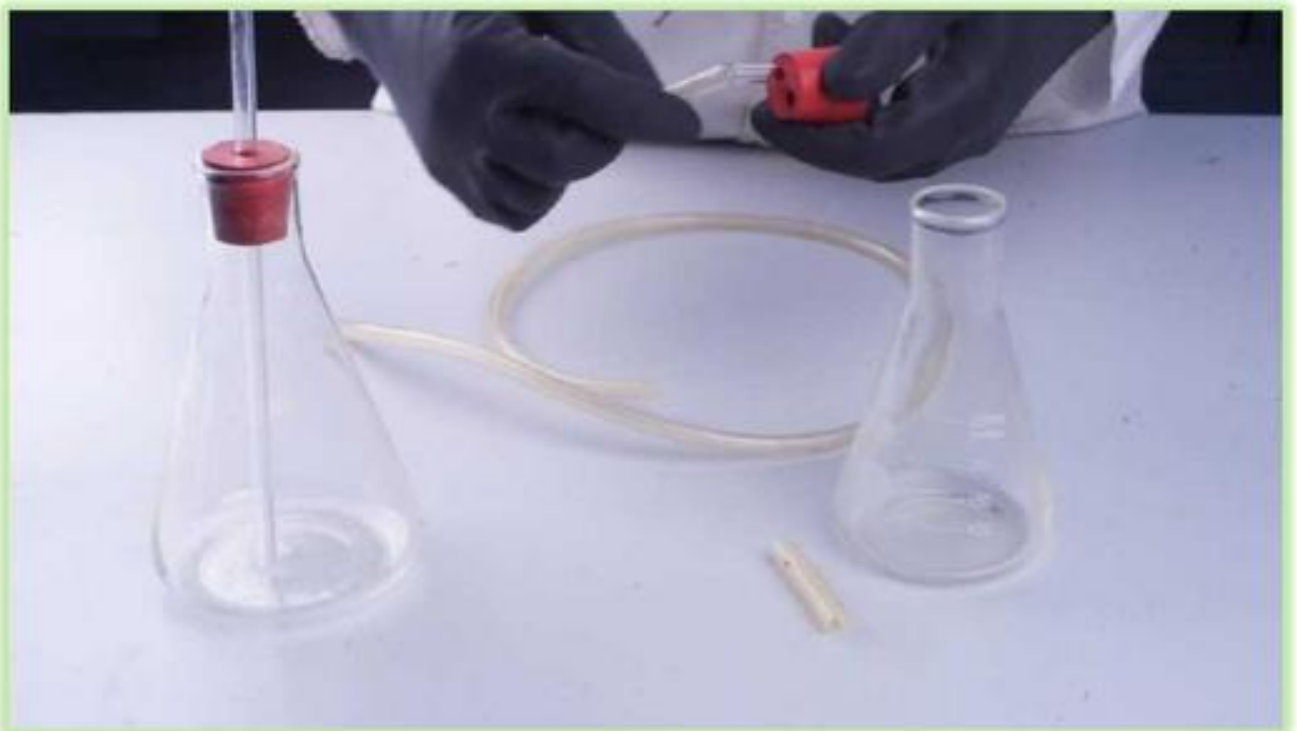
Дискретизація	Авто
Частота	10 замірів на секунду
Заміри	5000
Тривалість	8 хвилини 20 секунд

Підготовка установки:

1. Надягніть пробку на колбу 250 пробку з двома трубками, а на колбу 500 мл – з одним.



2. Надягніть на одну з двох трубок першої колби (на 250 мл) подовжувач трубки так, щоб він досягав відстані 1-2 см від дна колби.



3. Надягніть подовжувач з іншої сторони тієї самої трубки.



4. З'єднайте між собою трубки колб за допомогою довгого шлангу.



5. Перевірте загальний вигляд системи.



6. Перевірте герметичність системи (див. перевірка герметичності).

Підготовка до експерименту:

1. Налийте по 200 мл водопровідної води в кожну колбу.



2. Додайте декілька крапель фенолфталеїну в кожную колбу.



3. Додайте по 10 мл натрій гідроксиду у кожную колбу.



4. На колби надягніть попередньо підготовані пробки з отворами.



Хід роботи:

1. Запустіть реєстрацію за допомогою кнопки .
2. Вдихайте повітря носом та видихайте ротом у трубку, призначену для вдихання повітря, рахуючи кількість вдохів.

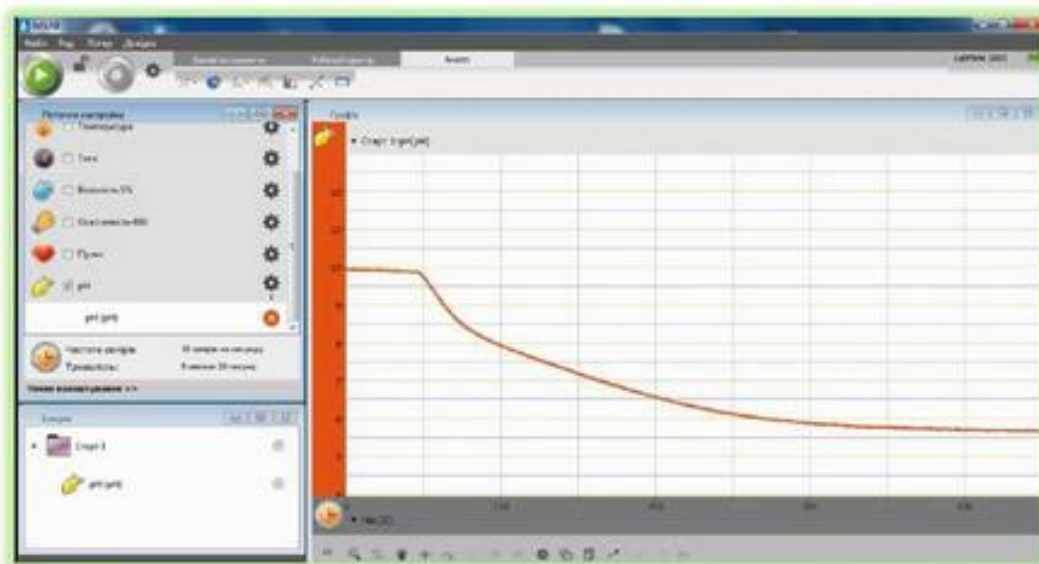


3. Проводьте дослід до моменту поки рН не досягне нейтрального значення у другій колбі (рН=7).
4. Зупиніть реєстрацію.
5. Повторіть дослід з іншою людиною.



Аналіз графіку:

1. Порівняйте значення рН на початку, в середині та наприкінці дослід.



Аналіз результатів:

1. Розрахуйте кількість вуглекислого газу, яку видихає дослідник за 1 видих. Для цього виконайте наступні дії:
 - 1.1. Врахуйте, що 1 мл 0,04%-ного розчину натрій гідроксиду титрує 10 μ моль вуглекислого газу, відповідно, кількість вуглекислого газу, що поглинута за дослідження буде дорівнювати:

$$M = 10 \times 10 = 100 \text{ } \mu\text{моль}$$

- 1.2. Знаючи кількість вдохів, проведіть наступний розрахунок:

$$x = \frac{100}{n},$$

де n – кількість вдохів при дослідженні.

2. Чому на початку крива є рівною і починає спадати лише після певного періоду часу?



3. Поясніть різницю у кольорі, що спостерігається в двох колбах під час експерименту. Чому зміна кольору в першій пройшла раніше ніж у другій?
4. Порівняйте ваші результати з результатами інших учнів вашого класу. Чи всі отримали однакові результати? Які фактори могли спричинити відмінності?
5. Яким буде вплив фізичних вправ на об'єм вуглекислого газу, що видихається? Поясніть свою відповідь.



Розвиток дослідження

1. Порівняйте об'єм вуглекислого газу, що видихається у стані спокою та після виконання фізичних вправ. В цьому випадку видихайте повітря впродовж коротшого періоду часу або додайте більший об'єм розчину в колби.
2. Порівняйте об'єми вуглекислого газу, які видихають чоловіки та жінки.
3. Порівняйте об'єми вуглекислого газу, які видихають професійні спортсмени та не підготовлені учні.
4. Застосуйте спірометр (датчик для вимірювання потоку повітря) і визначте об'єм повітря, що видихається за різних обставин.



Мета: Ознайомитися з технікою реєстрації та методикою аналізу ЕКГ.

Рекомендований тип: демонстраційний дослід.



Обладнання:

1. Цифровий вимірювальний комплекс.
2. Датчик ЕКГ, ENEKG189.
3. ЕКГ контактні електроди (3 шт.)

Довідка:

Електрокардіограма (ЕКГ) – фіксація електричного струму, що виникає в серці та спричинює його скорочення за допомогою електродів, розміщених на різних частинах тіла.

Типовий малюнок ЕКГ складається з повторюваних послідовностей хвиль, які піднімаються з горизонтальної основи, що називається ізоелектричною лінією. Будь-яке відхилення від цієї лінії означає електричну активність серця.

П'ять основних фаз на ЕКГ позначаються буквами P, Q, R, S, T. Один серцевий цикл – це група хвиль, що починаються хвилею P, за якою спостерігається комплекс хвиль QRS, а в кінці – хвиля T. Хвиля P характеризує скорочення (систолу) передсердь, комплекс QRS – систолу шлуночків, остання хвиля (T) – розслаблення (діастолу) шлуночків.

Послідовність від хвилі P до хвилі T представляє один серцевий цикл. Частота серцевих скорочень (ЧСС) – це кількість скорочень серця за хвилину, що відповідає кількості циклів P Q R S T за хвилину і в середньому в стані спокою становить 70-80 ударів. Звичайна тривалість відхилень ЕКГ:

P-R інтервал – 0,12-0,20 с;

QRS інтервал – менше 0,1 с;

Q-T-інтервал – менше 0,38 с.

Під час скорочення скелетних м'язів (рух руки) виникає електричний струм, який можна виміряти на ЕКГ.

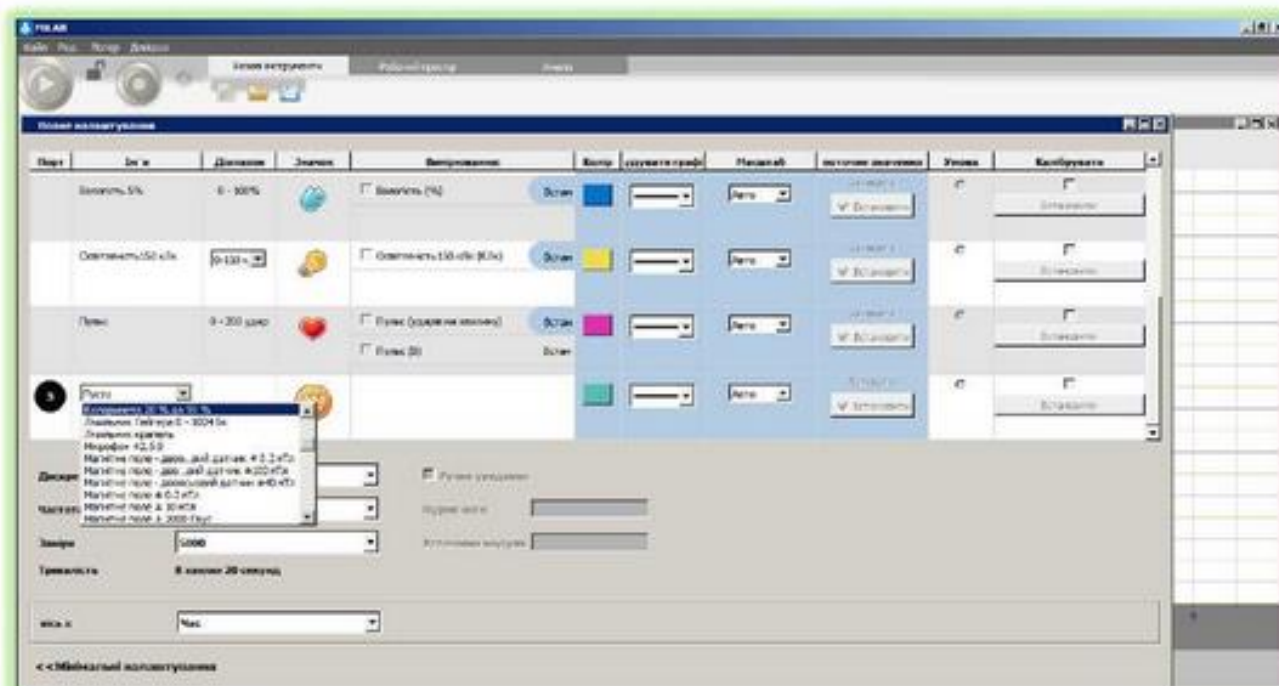


Підготовка цифрового вимірювального комплексу:

1. Підготуйте цифровий вимірювальний комплекс до роботи.



2. Під'єднайте ЕКГ датчик до цифрового комплексу.
3. Оберіть датчик ЕКГ із запропонованих варіантів у вікні вибору датчику.



einstein™ LabMate+™

4. Виставте наступні параметри реєстратора

Дискретизація	Авто
Частота	10 замірів на секунду
Заміри	5000
Тривалість	8 хвилин 20 секунд

5. Під'єднайте три ЕКГ електроди:

5.1. Очистіть шкіру в місцях приєднання електродів серветкою.



5.2. Вийміть електроди з упаковок. Надійно прикріпіть перший електрод до правої кисті.



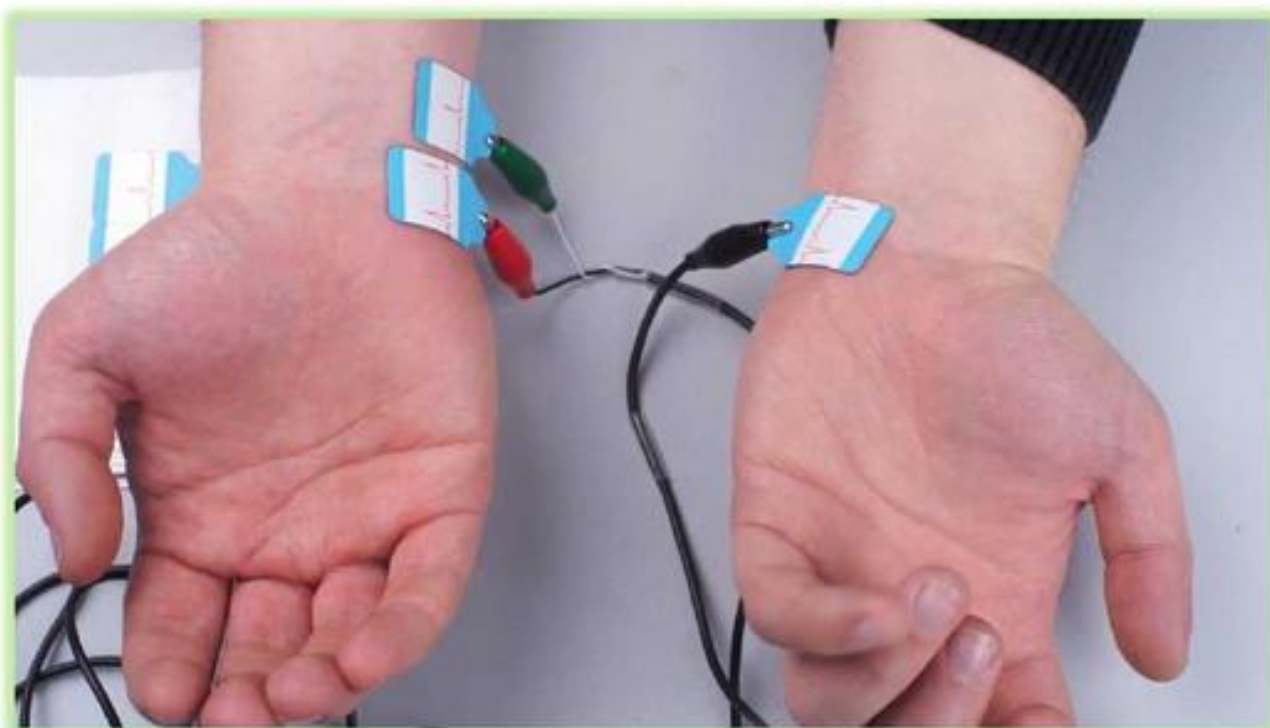
5.3. Другий електрод прикріпіть декількома сантиметрами вище за перший.



5.4. Помістіть третій електрод на внутрішню сторону лівої кисті.



5.5. Під'єднайте прищіпки датчиків до електродів.



Хід роботи:

1. Займіть зручне положення і не рухайтесь під час запису ЕКГ.
2. Натисніть кнопку **Старт** .

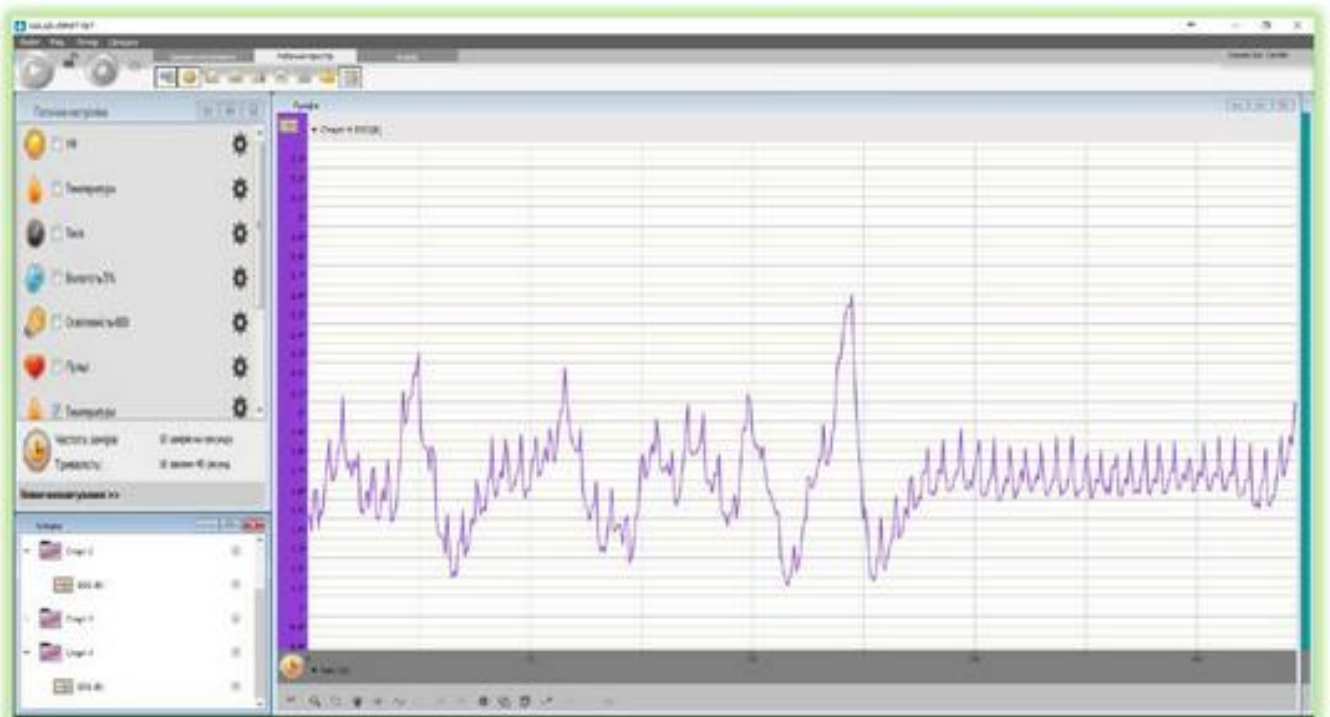


einstein™ LabMate+™

3. Реєстрацію даних продовжуйте протягом 50 секунд. Прослідкуйте, щоб досліджуваний учень сидів спокійно. Реєстрація завершиться автоматично.



Аналіз графіку:



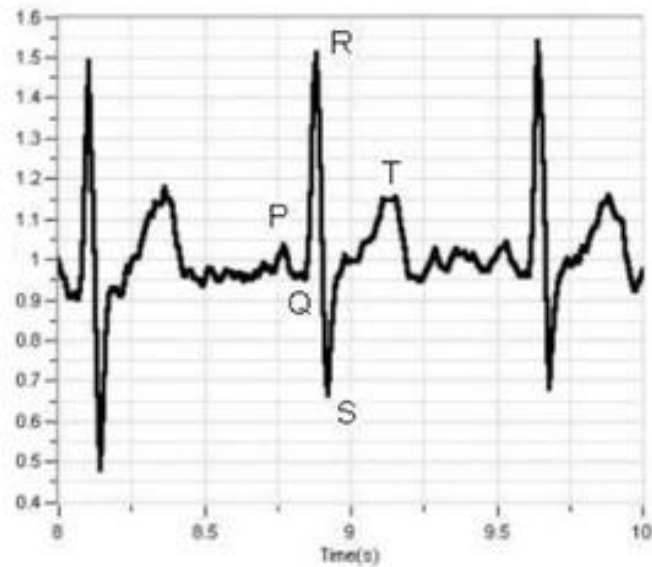
1. Обчисліть частоту серцевих скорочень у стані спокою та після фізичного навантаження: порахуйте кількість зубців R за 10 секунд і скористайтесь формулою:

$$\text{ЧСС} = nR \times 6,$$

де ЧСС – частота серцебиття;

nR – кількість зубців R за 10 секунд.

2. Визначіть тривалість кожної фази, розташувавши курсори на початку фази та наприкінці фази (опис фаз показаний на рисунку).



Ділянка ЕКГ	Час – у стані спокою (сек)	Середня тривалість ділянки (сек)
P-R		0,120 – 0,200
QRS		менше 0,100
Q-T		менше 0,380



Розвиток дослідження:

1. Порівняйте ЕКГ у стані спокою та після фізичних навантажень.

Заповніть таблицю

Ділянка ЕКГ	Тривалість у стані спокою, с	Тривалість після вправ, с	Середня тривалість ділянки, с
P-R			0,120 – 0,200
ORS			менше 0,100
Q-T			менше 0,380

2. Отримайте ЕКГ у різних положеннях тіла (стоячи, сидячи, лежачи).
3. Виміряйте різницю між своїми параметрами ЕКГ та параметрами ЕКГ ваших друзів.
4. Порівняйте параметри ЕКГ молодих людей та людей похилого віку.



8. Дослідження життєвої ємності легень



Мета: Ознайомитись з поняттям життєвої ємності легень.

Рекомендований тип: лабораторний дослід.



Обладнання:

1. Цифровий вимірювальний комплекс.
2. Спірометр, ENSPR-AD037.

Довідка:

Для визначення функціонального стану легень використовують декілька показників. Їх вимірюють за допомогою спеціального приладу – спірометра. Основним показником є життєва ємність легень (ЖЄЛ). Життєва ємність легень – це максимальний об'єм повітря, який може видихнути людина після найглибшого вдиху. Ця величина складається з таких об'ємів:

- 1) дихальний об'єм (ДО) – об'єм повітря, який людина вдихає і видихає при спокійному диханні (близько 500 мл);
- 2) додатковий об'єм (ДтО) або резервний об'єм вдиху – максимальний об'єм повітря, яке можна вдихнути після закінчення спокійного вдиху (близько 1500 – 2000 мл);
- 3) резервний об'єм видиху (РО) – максимальний об'єм повітря, що видихається після спокійного видиху (1000 – 1500 мл)

$$\text{ЖЄЛ} = \text{ДО} (0,5 \text{ л}) + \text{ДтО} (1,5 - 2 \text{ л}) + \text{РО} (1,5 \text{ л}) = 3,5 - 4 \text{ л}$$

У нормі ЖЄЛ складає близько $\frac{3}{4}$ загальної ємності легень і характеризує максимальний об'єм, у межах якого людина може змінювати глибину свого дихання.

ЖЄЛ залежить:

- 1) від віку (з віком зменшується еластичність легень, а тому і об'єм повітря, що може в них бути);
- 2) від статі (у жінок – 3-5 л, у чоловіків – 3,5 – 4,8 л);
- 3) фізичного розвитку (у тренуваних людей 6-7 л);



- 4) положення тіла (у вертикальному положенні дещо більша);
- 5) росту (у молодих людей ця залежність виражається формулою:
 $ЖЄЛ = 2,5 \times \text{ріст у метрах}$)

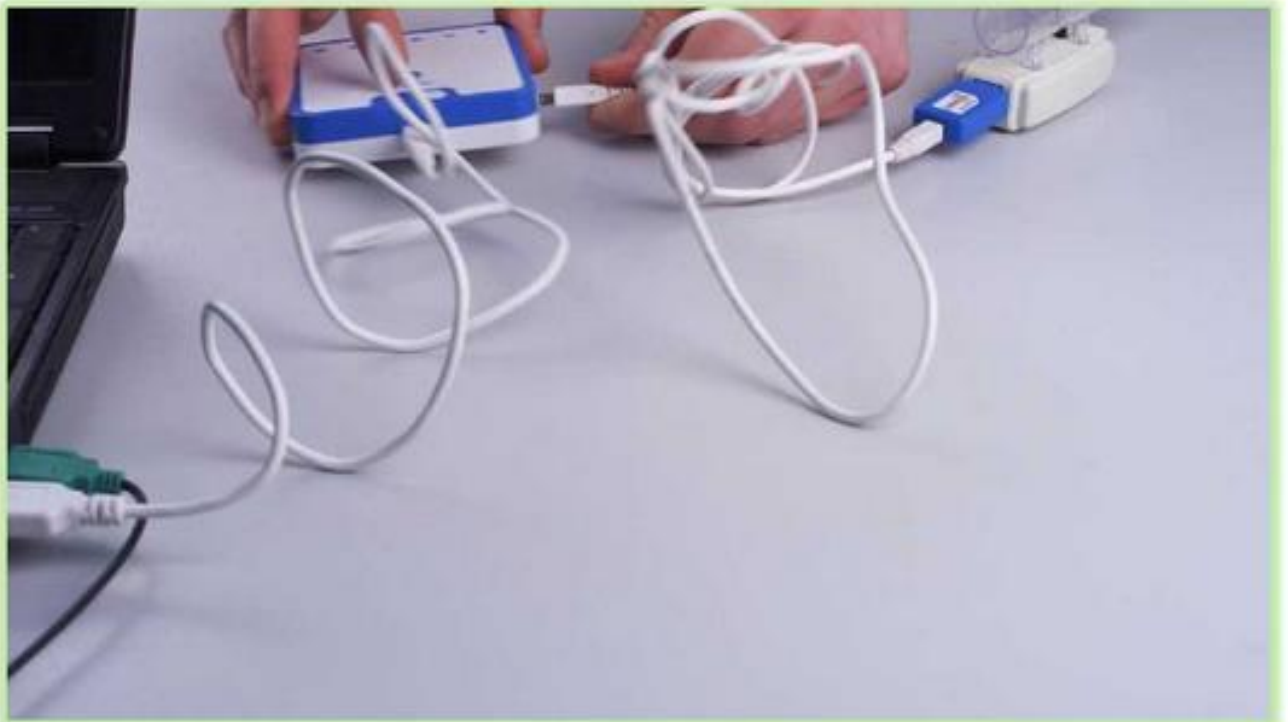
Об'єм повітря, що залишається в легенях навіть після найглибшого видиху називається залишковим об'ємом (ЗО). Сума життєвої ємності легень і залишкового об'єму утворюють загальну ємність легень (ЗЄЛ).

$$ЗЄЛ = ЗО + ЖЄЛ$$



Підготовка цифрового вимірювального комплексу:

1. Підготуйте цифровий вимірювальний комплекс до роботи.
2. Під'єднайте спірометр до першого порту цифрового вимірювального комплексу.



3. Натисніть кнопку виставите наступні параметри реєстратора:

Дискретизація	Авто
Частота	10 замірів на секунду
Заміри	5000
Тривалість	8 хвилин 20 секунд



Хід роботи:

1. Займіть зручне положення і піднесіть спірометр до ротової порожнини.

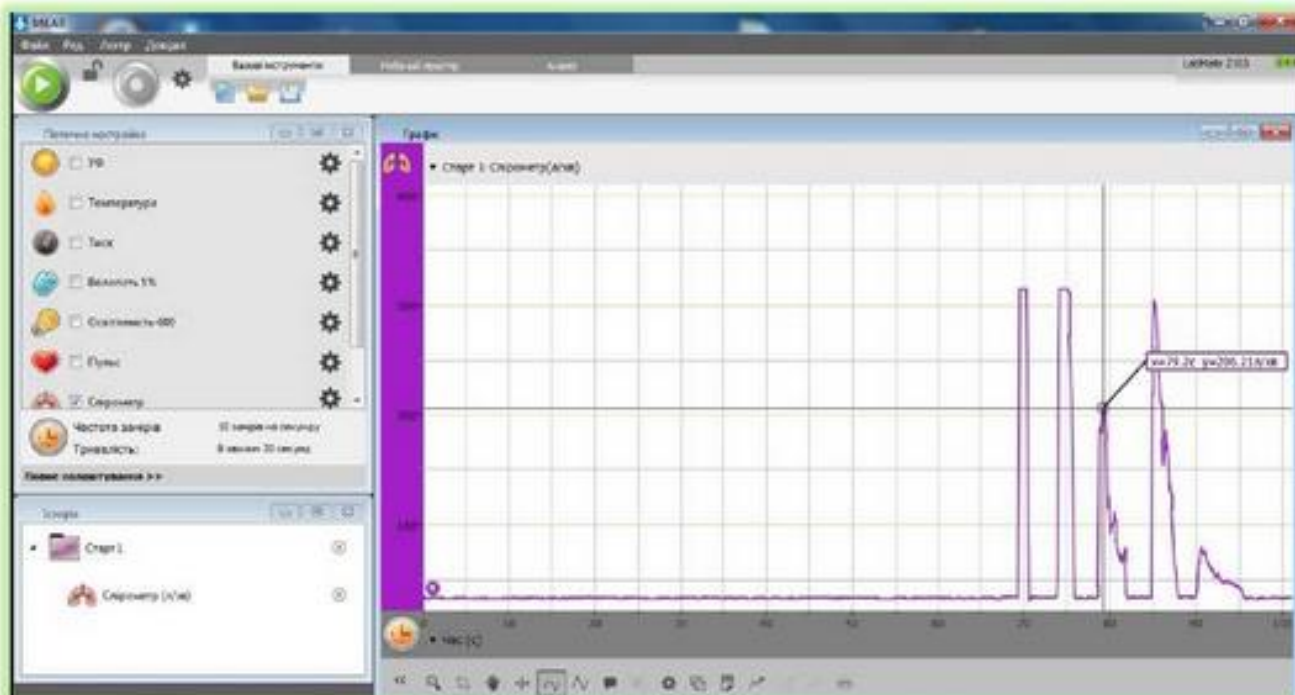


2. Запустіть реєстрацію даних.
3. Зробіть звичайний вдих та повільно видихайте у спірометр.
4. Зробіть повний вдих та повільно видихніть у спірометр.
5. Зупиніть реєстрацію.

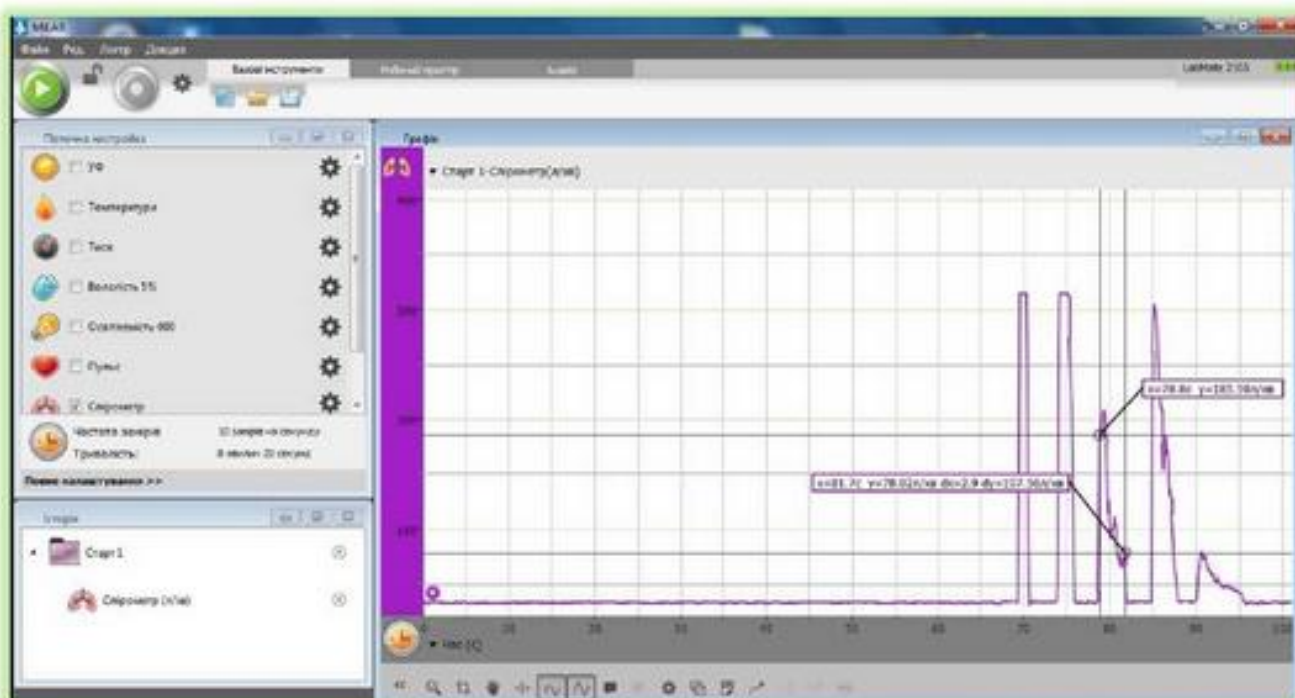


Аналіз графіку:

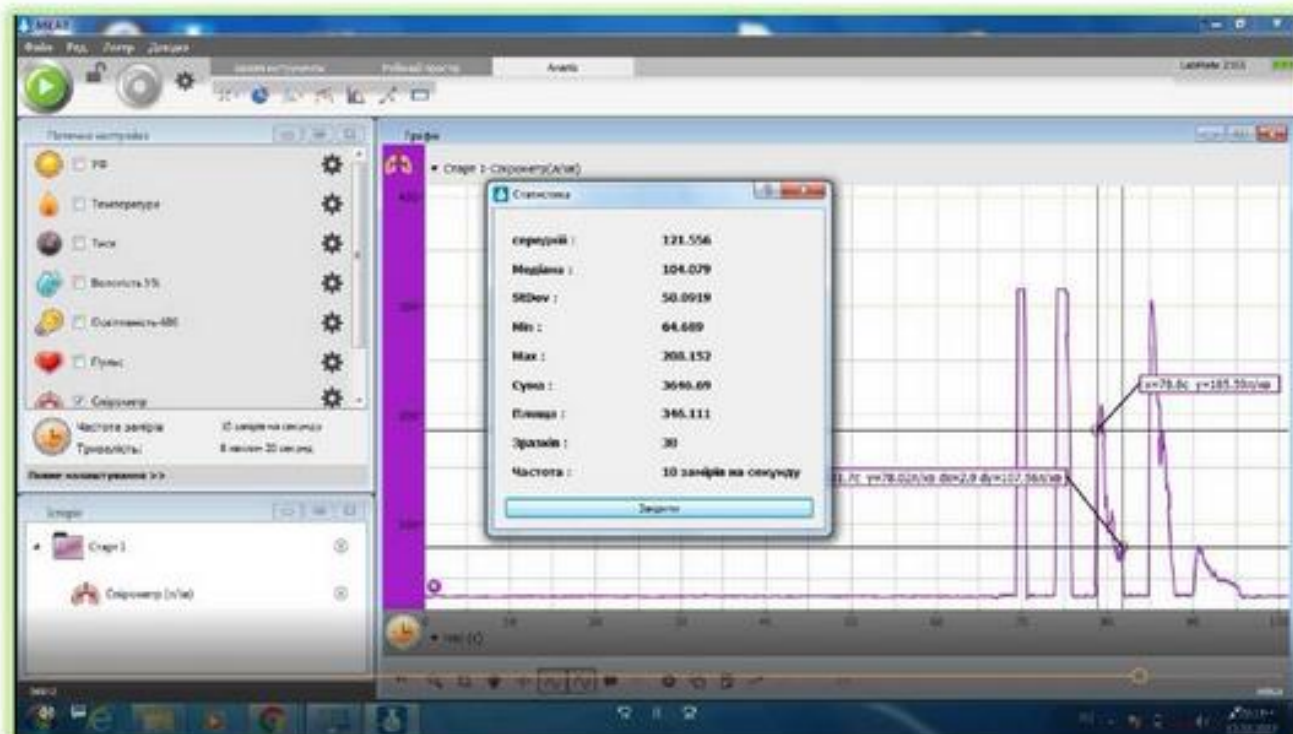
1. За допомогою курсору, розгляньте величини з якими Ви працюєте.



2. Виділіть найбільш характерний вдих на графіку курсорами з обох сторін.



3. Натисніть кнопку статистика (📊) у вкладці «Аналіз».



4. Розрахуйте об'єм газу, що видихається за вдих за наступною формулою:

$$V = V_{\text{сер.}} \times t,$$

Де V - об'єм газу, що видихається за вдих

$V_{\text{сер.}}$ - середня швидкість видихання

t – тривалість видихання

5. Повторіть п. 1-4 для вдиху з максимальним об'ємом.



Розвиток дослідження

1. Виміряйте життєву ємність легень до і після фізичних навантажень (присідання 30 разів).
2. Дослідіть життєву ємність учнів, які не займаються спортом і які займаються різними видами спорту.

9. Дослідження артеріального тиску людини



Мета: Навчитись вимірювати артеріальний тиск людини.

Рекомендований тип: демонстраційний дослід.



Обладнання:

1. Цифровий вимірювальний комплекс.
2. Датчик артеріального тиску, ENBLD098.

Довідка:

Артеріальний (кров'яний) тиск – постійний тиск у судинах, який зумовлений ритмічною роботою серця. Значення артеріального тиску залежить:

- від об'єму крові, який виштовхується під час систоли (скорочення) шлуночків;
- від опору стінок кровоносних судин.

Тиск крові поступово зменшується із збільшенням відстані від серця. Розрізняють систолічний (максимальний) і діастолічний (мінімальний) кров'яний тиск У здорових людей нормальний тиск: 120 ± 10 мм. рт. ст. на 70 ± 10 мм. рт. ст. Значення тиску залежить від віку, стану організму, статі, часу доби, положення в просторі.

Вимірювання артеріального тиску, як правило, роблять у плечовій артерії. У нормі судини перебувають у певному напруженні – тонусі. Відхилення від нормального тиску є небезпечним для організму людини. Розрізняють:

- 1) гіпертонію – підвищення тиску в кровоносній системі, основними ознаками є звуження судин і підвищення навантаження на серце. Підвищення тиску до критичних значень може викликати геморагічний інсульт – крововилив у мозок;
- 2) гіпотонія – пониження тиску в кровоносній системі, що зумовлене зменшенням тонусу м'язів, розширенням судин, при цьому

спостерігається порушення кровопостачання органів, порушення умов їх роботи.



Підготовка цифрового вимірювального комплексу:

1. Підготуйте цифровий вимірювальний комплекс до роботи.



2. Під'єднайте спірометр до першого порту цифрового вимірювального комплексу

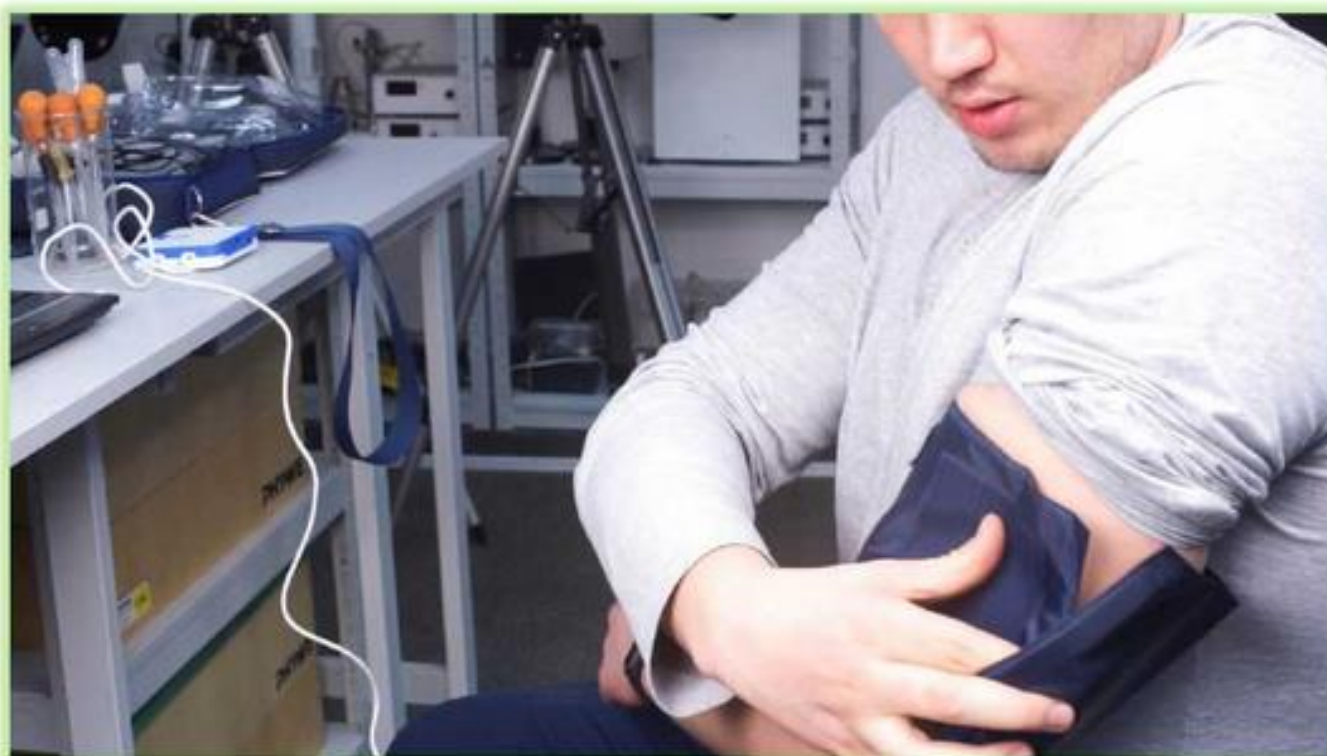
3. Натисніть кнопку виставите наступні параметри реєстратора

Дискретизація	Авто
Частота	10 замірів на секунду
Заміри	5000
Тривалість	8 хвилин 20 секунд



Хід роботи:

1. Надягніть манжетку на руку.



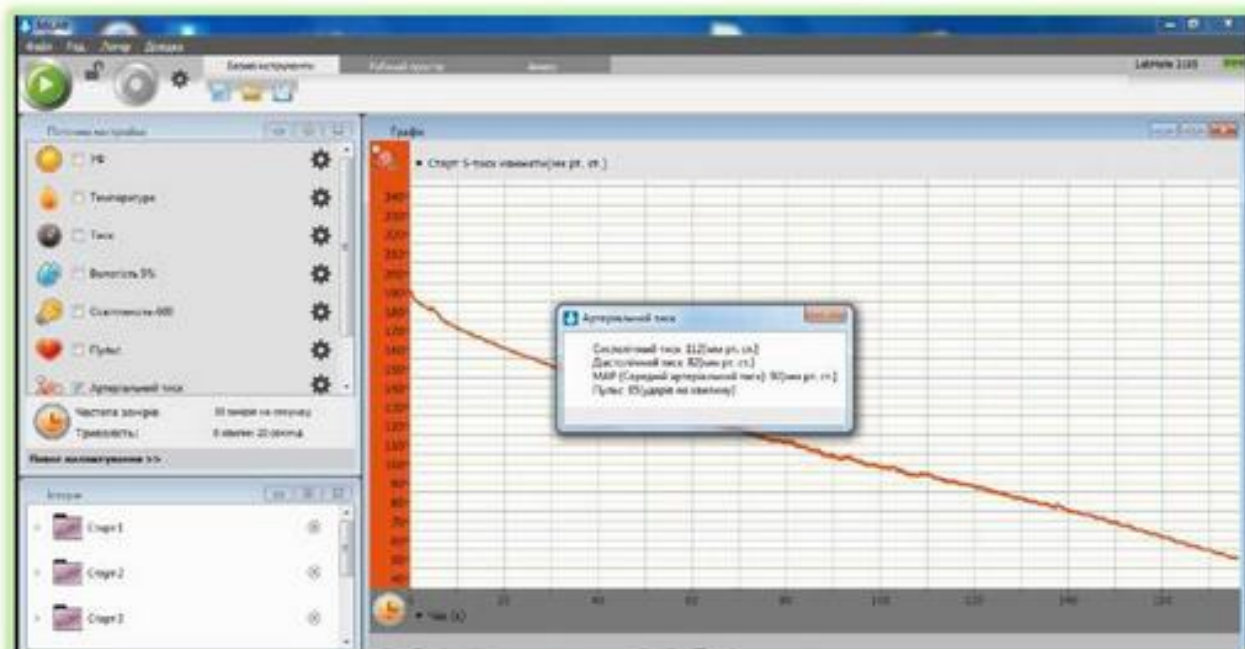
2. Накачайте за допомогою груші манжетку, так, щоб перекрити серцевиття в зоні манжетки.
3. Запустіть реєстрацію.





Аналіз графіку:

1. Дочекайтесь автоматичного аналізу результатів.



2. Порівняйте отримані результати з допустимими нормами.



Розвиток дослідження

1. Виміряйте артеріальний тиск до і після фізичних навантажень.
2. Порівняйте величину артеріального тиску в учнів різного росту.



10. Визначення абіотичних умов під камінням за допомогою датчиків температури та освітленості



Мета: Дослідити абіотичні умови природних об'єктів.

Рекомендований тип: лабораторний дослід.



Обладнання:

1. Цифровий вимірювальний комплекс.

Зверніть увагу: Цей експеримент здійснюється в польових умовах, тому одразу забезпечте заряд пристроїв.

Довідка:

Каміння, що лежить на поверхні ґрунту, створює унікальне середовище існування для найрізноманітніших живих організмів різних систематичних груп (червів, членистоногих і т.д.).

До основних абіотичних параметрів, що впливають на життєдіяльність організмів належить температура, вологість та освітленість. Ступінь освітленості змінюється впродовж дня та року в залежності від сонячної активності. Промені сонця, що падають на каміння викликають коливання температури навколо нього. Разом з вітрами, вони впливають і на вологість. Каміння забезпечує певну ізоляцію від впливу даного фактору. За допомогою цифрових вимірювальних комплексів можливо порівняти температуру і освітленість під камінням та на його поверхні.

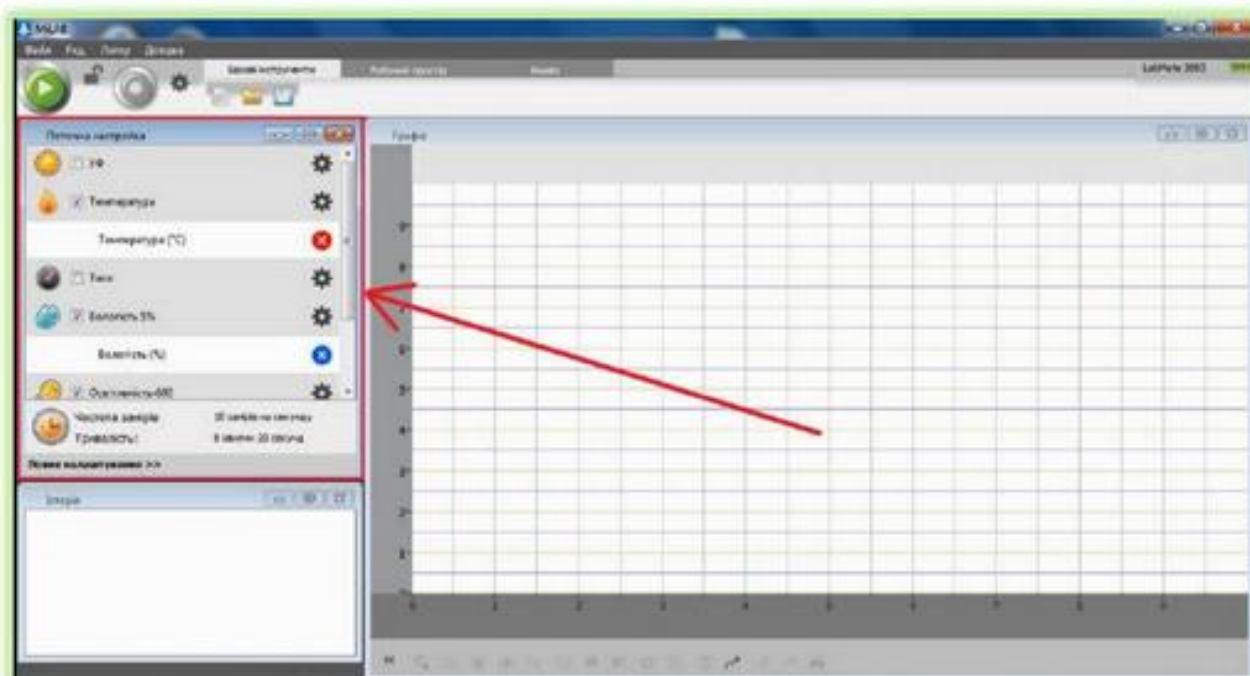


Підготовка цифрового вимірювального комплексу:

1. Підготуйте цифровий вимірювальний комплекс до роботи.



2. Оберіть в панелі датчиків: освітленість, вологість та температуру.



3. Виставте наступні параметри реєстратора.

Дискретизація	Авто
Частота	10 замірів на секунду
Заміри	5000
Тривалість	8 хвилин 20 секунд



Хід роботи:

1. Розмістіть реєстратор на камінь.



2. Запустіть реєстрацію.

3. Розмістіть датчик під камінь та повторіть дослідження.





Аналіз графіку:

1. Порівняйте закономірності у зміні освітленості, вологості та температури на камені та під ним.
2. Виявіть закономірності між параметрами під каменем та на ньому.



Аналіз результатів:

1. Наскільки відрізняються умови під каменем від умов на його поверхні? Підкріпіть свою відповідь результатами вимірювань.
2. Чи є якийсь зв'язок між умовами під камінням та на його поверхні, з одного боку, і абіотичними умовами навколо каменя – з іншого? Поясніть свою відповідь.
3. Як освітленість пов'язана зі зміною температури та вологості, яку ви виміряли?



Розвиток дослідження:

1. Порівняйте абіотичні умови під камінням, що знаходиться в різних місцях, - на відкритих ділянках, на схилах, у лісі.
2. Порівняйте абіотичні умови під камінням в різні пори року.

11. Дослідження впливу ферментів на їжу: розщеплення яєчного білка у присутності ферменту пепсину



Мета: Ознайомитись з дією ферментів на білок.

Рекомендований тип: лабораторний дослід.



Обладнання:

1. Цифровий вимірювальний комплекс.
2. Датчик температури, ENTMP029.
3. Колориметр, ENCOL-A185.
4. Газовий пальник.
5. Колба лабораторна, 400-600 мл.
6. Піпетки на 1 та 5 мл.
7. Штатив для пробірок.
8. Пробірки, 10 шт.



Реактиви і матеріали:

1. HCl, розчин хлоридної кислоти, 10%.



Біологічні агенти:

1. Розчин пепсину, 0,5%.
2. Яєчний білок.

Довідка:

Пепсин, трипсин і хімотрипсин – ферменти, що розкладають білки, які є в нашій їжі. Кожний з цих ферментів розщеплює білки у певних ділянках, і це забезпечує розділення білків на короткі пептиди та амінокислоти, які легко всмоктуються поверхнею кишечника.

Пепсин виробляється епітелієм шлунку. Він секретується в неактивній формі (трипсиноген) і пізніше конвертується (перетворюється) в активну форму (пепсин) при дуже низьких значеннях pH (1,0 – 3,0). Ці значення pH є оптимальними для роботи пепсину.

Пепсин використовується в приготуванні сиру та інших продуктів, що містять білки.

В цьому експерименті розщеплення яєчного білка у присутності пепсину відслідковується за допомогою колориметра. Спочатку яєчний білок нагрівається до отримання мутного розчину. У міру розщеплення розчин стає прозорим.

Підготовка розчину яєчного білку:

1. Відберіть за допомогою піпетки або циліндру 10 мл яєчного білка.
2. Перенесіть яєчний білок у хімічний стакан.
3. Додайте 40 мл дистильованої.
4. Швидко розмішайте.
5. Профільтруйте через чотири шари марлі.
6. Під'єднайте температурний датчик до цифрового вимірювального комплексу.
7. Нагрівайте розчин до 55-60 °C при постійному помішуванні та підтримуйте температуру до помутніння розчину.



Підготовка цифрового вимірювального комплексу:

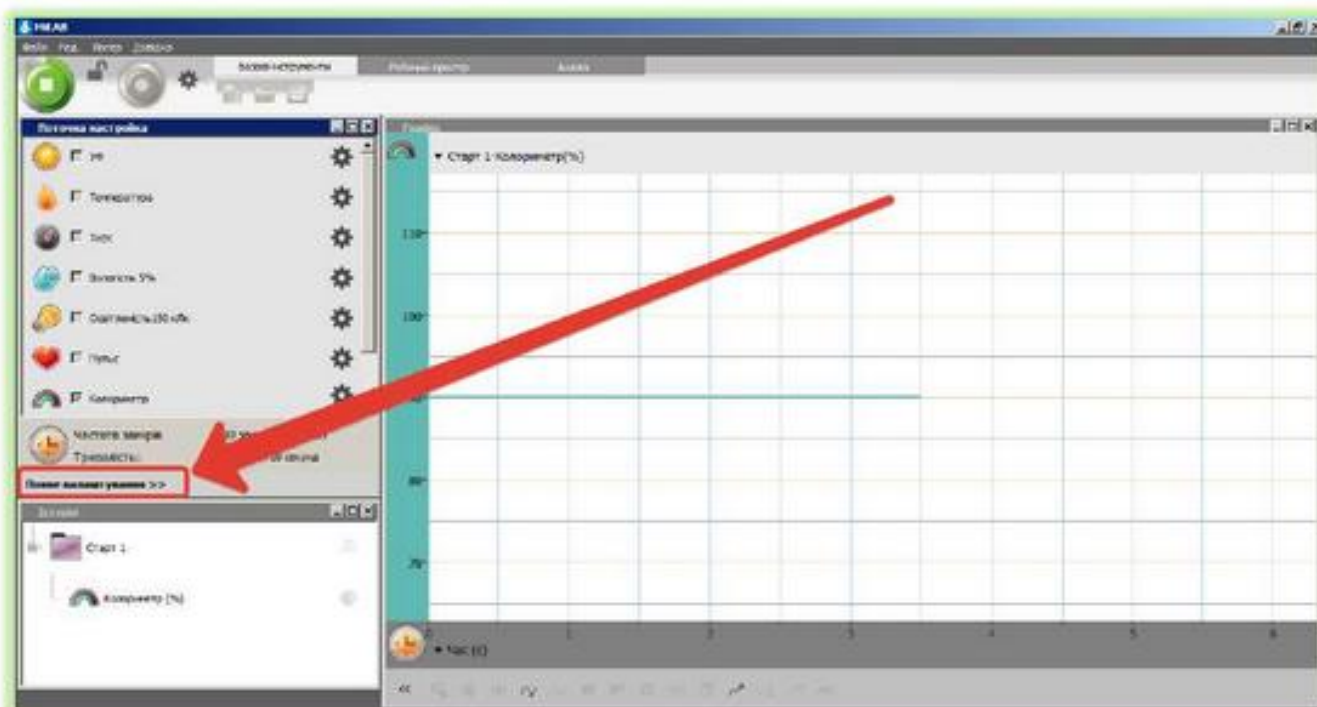
1. Підготуйте цифровий вимірювальний комплекс до роботи.
2. Під'єднайте фотоколориметр цифрового вимірювального комплексу.



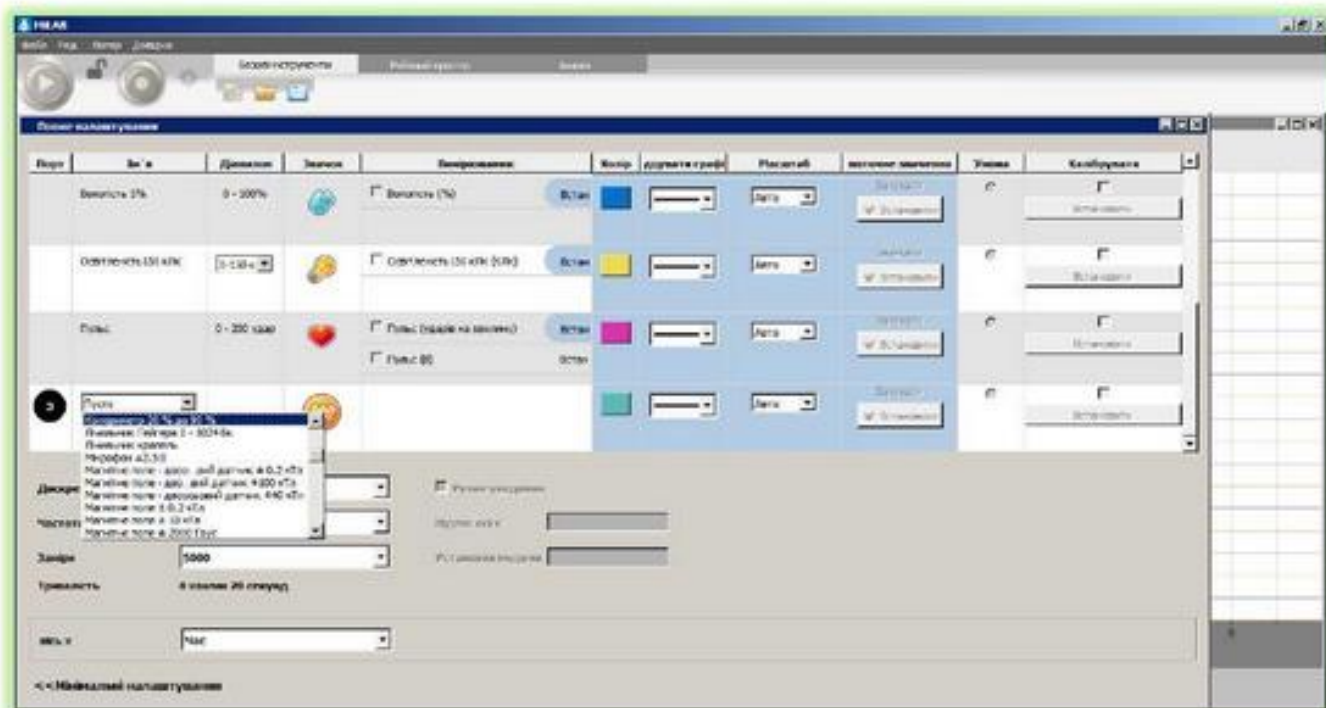
3. Встановіть червоний світлофільтр.



4. На панелі поточної настройки натисніть «Повне налаштування».



5. Оберіть колориметр із запропонованих варіантів у вікні вибору датчику.

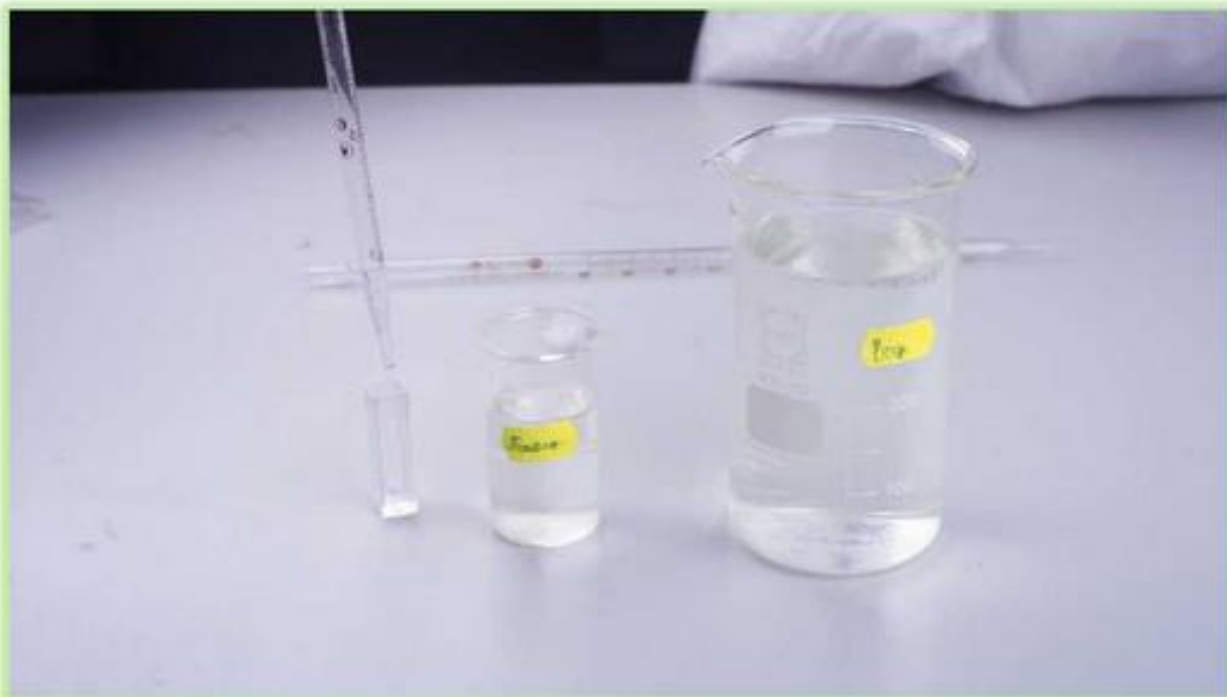


6. Зазначте наступні параметри вимірювання.

Дискретизація	Авто
Частота	10 замірів на секунду
Заміри	5000
Тривалість	8 хвилин 20 секунд
вісь x	Час

Підготовка колориметра до роботи:

1. У кювету налейте 1 мл ферменту.
2. Додайте 3 мл води.



3. Розмістіть кювету у фотоколориметр.



4. Запустіть реєстрацію.
5. Поверніть регулятор так, щоб значення відповідали 90%.



einstein™ LabMate+™



Хід роботи

1. Додайте в кювету 2,4 мл яєчного білка за допомогою піпетки.



2. Піпеткою додайте у кювету 0,6 мл розчину хлоридної кислоти.



3. Перемішайте розчин.



4. Розмістіть кювету у фотоколориметр.



5. Запустіть реєстрацію даних.

6. Додайте в кювету 1 мл розчину ферменту.



7. Швидко закрийте кришкою фотоколориметр.

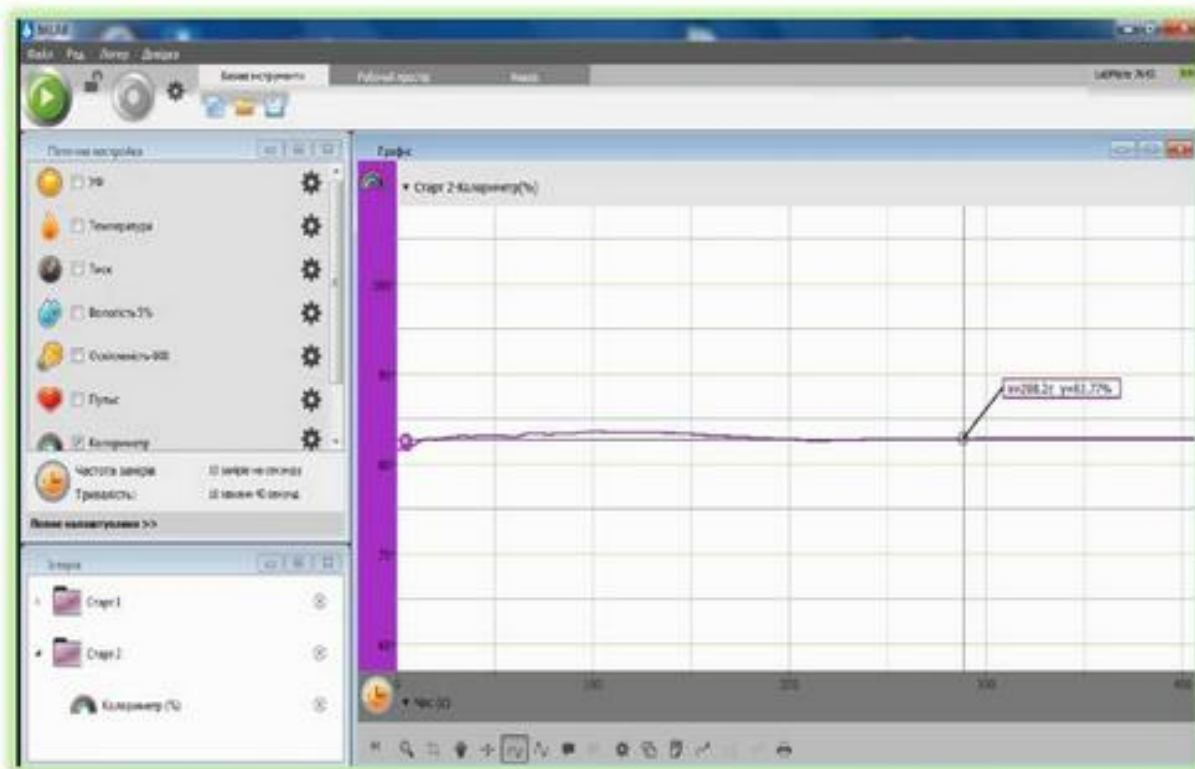


8. Зупиніть реєстрацію даних після завершення реакції.



Аналіз графіку:

1. Порівняйте початкове та кінцеве значення оптичної густини.



2. Про що свідчать зміни оптичної густини?



Аналіз результатів:

1. Як отримані криві відображають зв'язок між концентрацією ферменту (або субстрату) та швидкістю розщеплення білка?
2. Як впливає підвищення концентрації ферменту на швидкість розщеплення білка?
3. Як впливає підвищення концентрації субстрату на швидкість розщеплення білка?
4. Як ви вважаєте, якою буде швидкість розщеплення іншого білка під впливом пепсину?
5. Як вплине зміна рН на швидкість розщеплення яєчного білка пепсином?



Розвиток дослідження:

1. Дослідіть вплив рН на активність пепсину за різних значень рН.
2. Дослідіть вплив температури на активність ферменту пепсину.

12. Спиртове бродіння за наявності дріжджів



Мета: Дослідити процес спиртового бродіння.

Рекомендований тип: демонстраційний дослід.



Обладнання:

1. Цифровий вимірювальний комплекс.
2. Датчик тиску, ENPRS015.
3. Датчик рН, ENPH-A016.
4. Скляна колба, 500 мл.
5. Гумова пробка з отвором для датчику тиску.
6. Магнітна мішалка.
7. Ваги.



Реактиви і матеріали:

1. $C_6H_{12}O_6$, розчин глюкози, 2 %.
2. Пластилін.

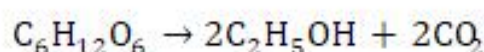


Біологічні агенти:

1. Розчин дріжджів, 2,5%.

Довідка:

Живі організми можуть отримувати необхідну для життєдіяльності енергію за рахунок окиснення органічних речовин молекулярним Оксигеном. В анаеробних умовах (за відсутності кисню) багато організмів, включаючи дріжджі, отримують енергію в процесі бродіння. У ході спиртового бродіння, характерного для більшості видів дріжджів, реакція ферментації починається з однієї молекули глюкози, в якій шість атомів Карбону, і закінчується двома молекулами етанолу, який містить два атоми Карбону, та двома молекулами вуглекислого газу:



Глюкоза Етанол Вуглекислий газ

У цьому експерименті ми будемо реєструвати зміну рН та зміну тиску, спричинену виходом CO_2 в процесі бродіння глюкози.

УВАГА! Перевірте щоб налаштування ноутбука дозволяли проводити процес протягом 2 діб (див. налаштування енергозбереження). В разі використання ПК, проблем виникати не повинно.

УВАГА! За наявності колби бунзена, **рекомендовано** використовувати конструкцію, представлену на малюнку!



УВАГА! Окрім запропонованого варіанту, можливо виконувати дослідження без реєстрації зміни тиску. Такий експеримент доцільно розглядати у зв'язку з наступними аспектами:

1. Спрощення герметизації системи.
2. При роботі з пластиліном датчики можуть забруднюватись.

Для проведення такого дослідження повторіть все, що перелічене в методиці без підключення датчику тиску та без датчику тиску в системі загалом.



Підготовка цифрового вимірювального комплексу:

1. Підготуйте цифровий вимірювальний комплекс до роботи.
2. Під'єднайте датчик тиску до першого порту.
3. Під'єднайте рН електрод до другого порту.



4. Оберіть наступні параметри реєстратора:

Дискретизація	Авто
Частота	Кожну секунду
Заніри	250000
Тривалість	2 днів 21 годин 26 хвилин 40 секунд



Хід роботи:

1. Поставте колбу на 250 мл на магнітну мішалку.

2. Додайте в колбу 25 мл 2%-го розчину глюкози.



3. Налийте 25 мл отриманого розчину дріжджів у скляну колбу.



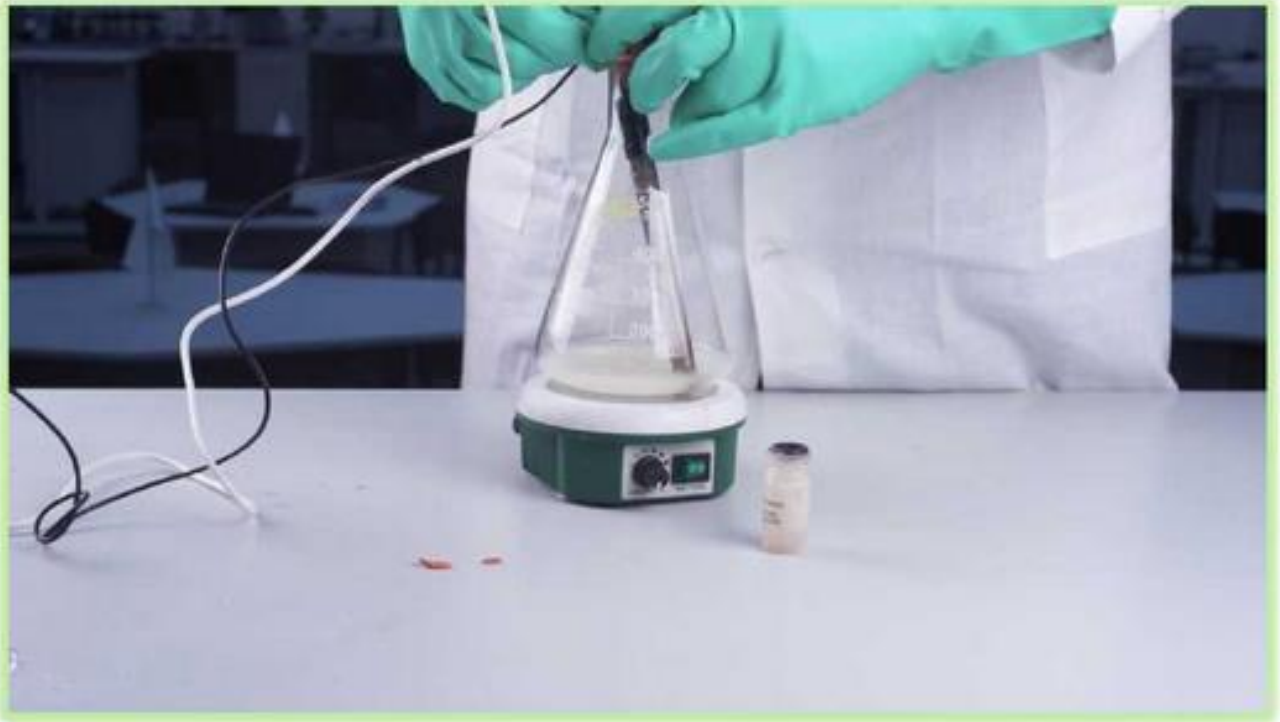
4. Розмістіть колбу на магнітну мішалку.



5. Датчик тиску прикріпіть до пробки за допомогою пластиліну.



6. Розмістіть датчик рН у колбу та загерметизуйте колбу пластиліном.



7. Включіть перемішування магнітною мішалкою.

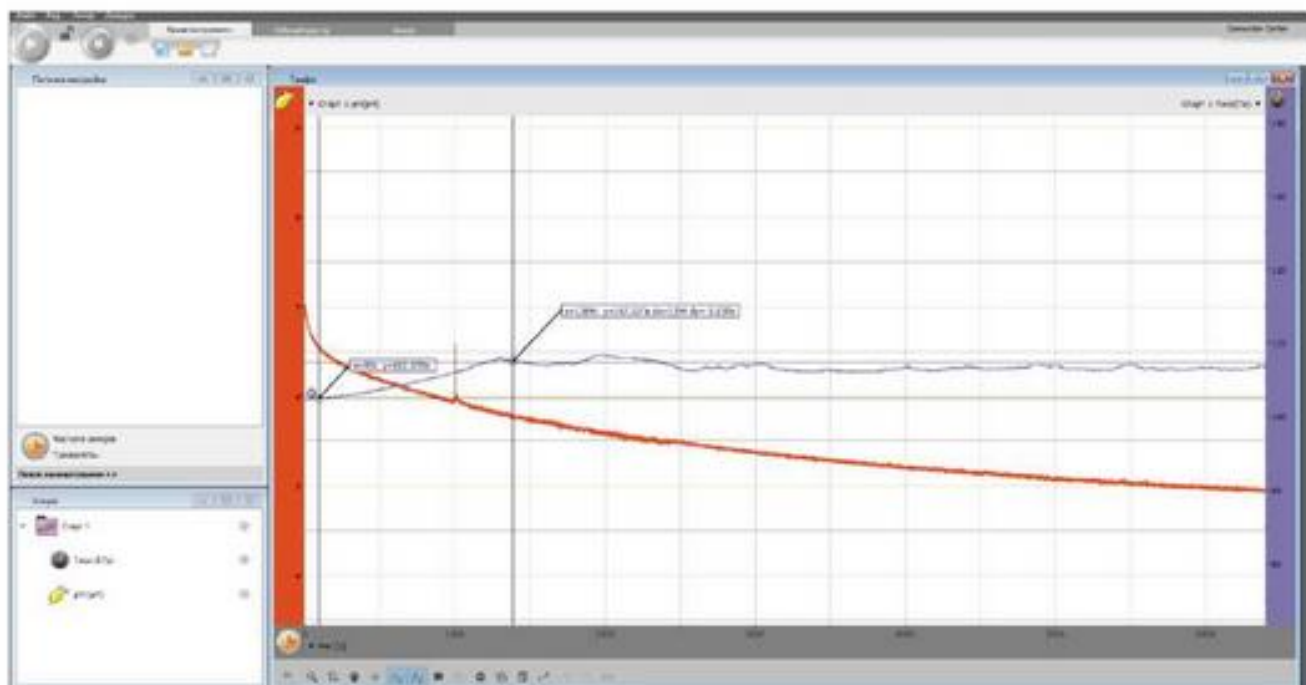


8. Запустіть реєстрацію даних, натиснувши  в інтерфейсі програми.

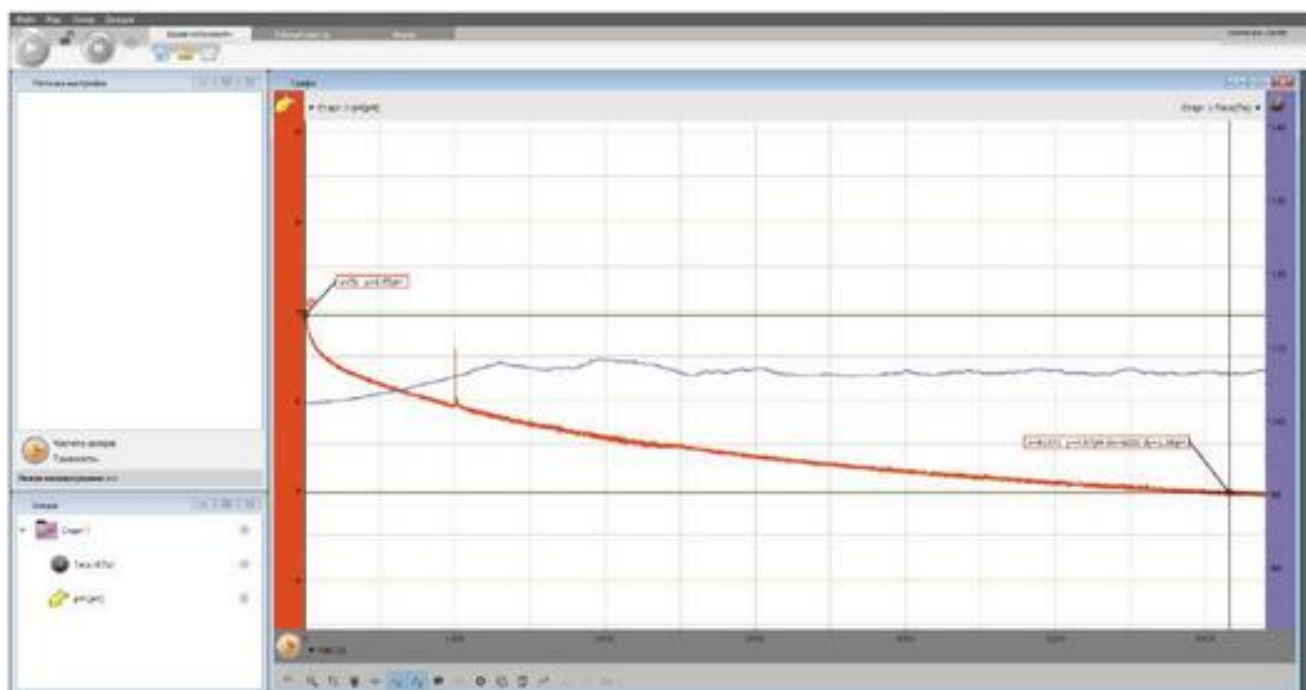


Аналіз графіку:

1. Дослідіть особливості зміни тиску на графіку.



2. За допомогою курсорів визначіть особливості зміни рН.



Аналіз результатів:

1. Як тиск, отриманий у ході експерименту, пов'язаний з вуглекислим газом, що виділюється в процесі ферментації дріжджів?

2. Яким є оптимальний діапазон зміни рН для процесу ферментації дріжджів? Обґрунтуйте свій висновок за допомогою результатів експерименту.

3. Поясніть вплив зниження рН на розчинення CO_2 в воді на початковому етапі експерименту. Запропонуйте схему експерименту для перевірки свого припущення.



Розвиток дослідження:

1. Дослідіть спиртове бродіння різних органічних речовин.
2. За літературними даними визначте оптимальні умови спиртового бродіння та спробуйте їх створити штучно та дослідіть цей процес.
3. Прослідкуйте вплив концентрації сахарози на швидкість ферментації.
4. Виконайте експеримент з ферментації в буферному розчині (значення рН в ньому встановіть на 4,0).

13. Вплив температури на проникність клітинної мембрани: виділення пігменту антоціану з буряка



Мета: Дослідити вплив нагрівання на проникність клітинних мембран буряка, вимірявши кількість антоціану, що виділився у зовнішній розчин.

Рекомендований тип: лабораторний дослід.



Обладнання:

1. Цифровий вимірювальний комплекс.
2. Датчик температури, ENTMP029.
3. Колориметр, ENCOL-A185.
4. Пробірка, 3 шт.
5. Штатив для пробірок.
6. Спиртівка.
 - Можна замінити будь-яким нагрівальним пристроєм для пробірок.
7. Стікери.
8. Ніж.
9. Дошка кухонна для нарізання.
10. Колба конічна, 100 мл.
 - Можна замінити будь-яким іншим посудом.



Реактиви і матеріали:

1. Водопровідна вода.
2. Туалетний папір.



Біологічні агенти:

3. Буряк.

Клітинні мембрани складаються з біфосфоліпідного шару, поєднаного певною кількістю білків в рідинно-мозаїчну структуру. Клітинні мембрани є вибірково-проникними. Деякі розчинені речовини вільно перетинають мембрану, а інші – завдяки полегшеній дифузії або зовсім не перетинають її. Під час нагрівання структура клітинної мембрани може пошкодитися і проникність збільшується.

Антоціани – природні сполуки, що надають кольору фруктам, овочам та рослинам. Вони надають червоного кольору брунькам та молодим пагонам і пурпурного або пурпурно-червоного кольору осінньому листю. Антоціани – це пігменти, що відіграють певну роль у функціонуванні антиоксидантів. Високий вміст антоціанів спостерігається у фруктах та овочах червоного і синього кольорів. Колір та стійкість антоціанів в розчині у значній мірі залежать від рівня рН. Найбільшу стійкість та насиченість кольору вони проявляють при низькому значенні рН і поступово втрачають колір із збільшенням рівня рН. Така властивість обмежує застосування антоціанів у якості барвників у продуктах з низьким рН.

Підготовка до вимірювання температури речовини:

1. Підготуйте цифровий вимірювальний комплекс до роботи.
2. Приєднайте датчик температури до цифрового вимірювального комплексу.



3. Виставте наступні параметри:

Дискретизація	Авто
Частота	10 замірів на секунду
Заміри	5000
Тривалість	8 хвилин 20 секунд



Підготовка до проведення експерименту:

1. Очистіть буряк від шкірки.



2. Надріжте буряк смужками.

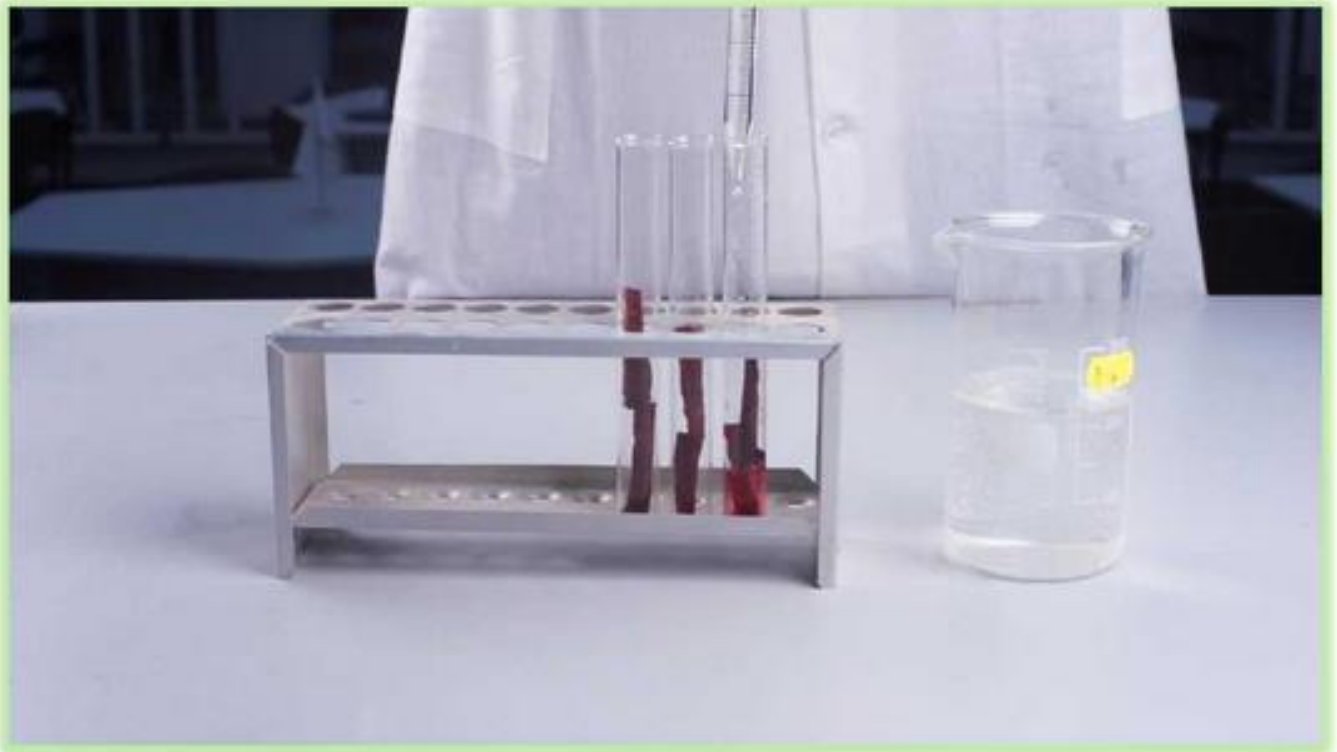


3. Розмістіть по 2 шматочки буряку у колбу (пробірку).



4. У пробірці промивайте буряк до тих пір, поки рідна не стане безбарвною.

5. Додайте по 10 мл води у кожну колбу.



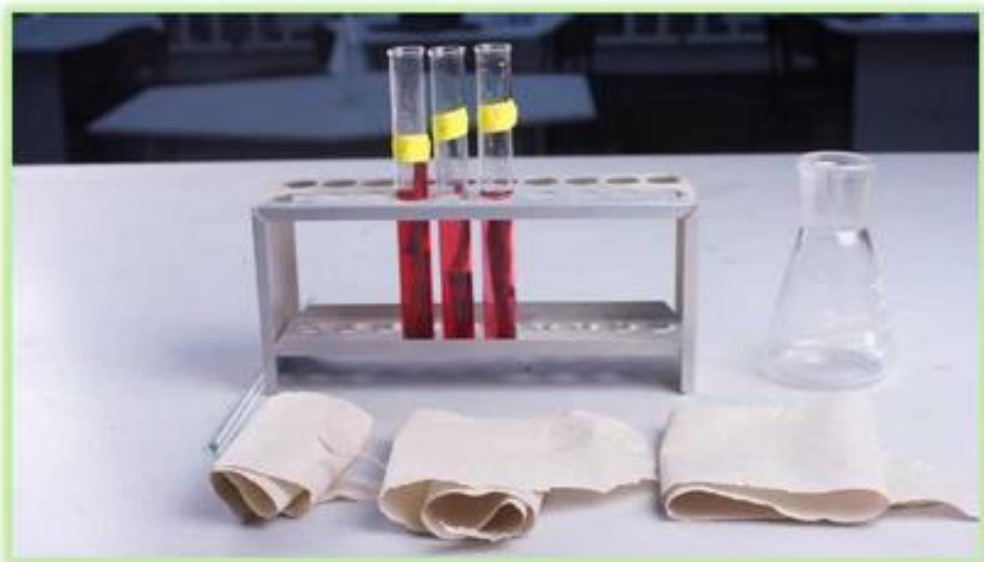
6. Помітьте за допомогою стікерів цифрами від 1 до 3 пробірки.



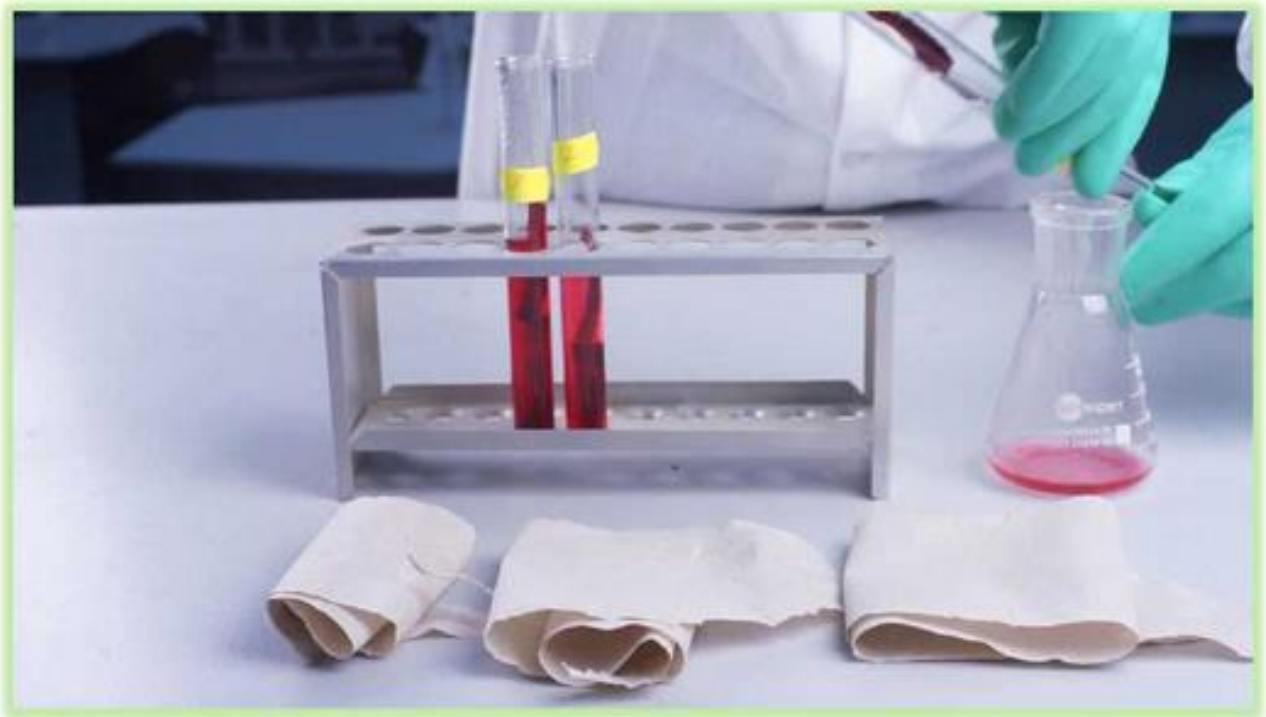
7. Проведіть термічну обробку пробірок:
- 7.1. Пробірку з надписом один залиште при кімнатній температурі.
 - 7.2. Пробірку, помічену цифрою 2, нагрійте до температури $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ та протримайте протягом 2 хв при цій температурі, реєструючи її за допомогою датчику температури.
 - 7.3. Пробірку з надписом 3 нагрійте до температури понад $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 2 хв, реєструючи температуру за допомогою датчику температури.



8. Розмістіть пробірки у штатив та розташуйте поруч з ним шматки туалетного паперу та колбу для зливу.



9. Злийте рідину з пробірок.



10. Перенесіть шматки буряку на туалетний папір.



11. Протріть буряк туалетним папером.



12. Перенесіть шматки буряку у пробірки.



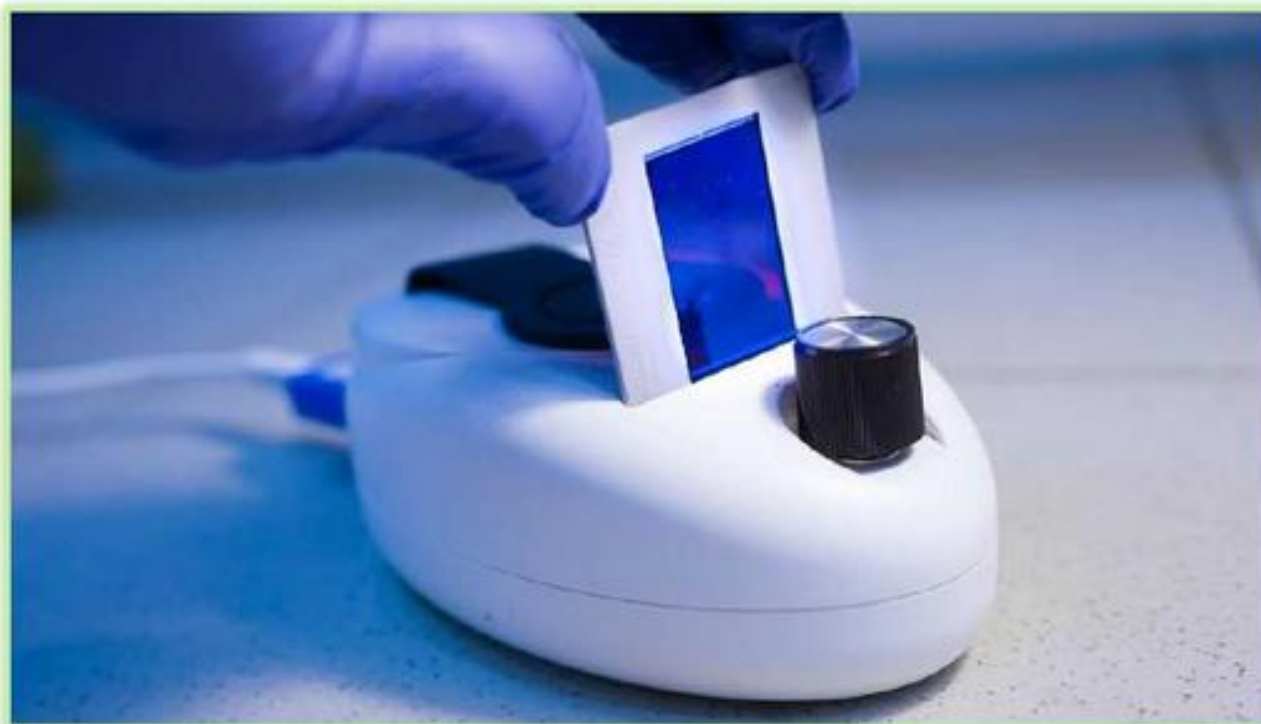


Підготовка цифрового вимірювального комплексу до вимірювання:

1. Підготуйте цифровий вимірювальний комплекс до роботи.
2. Під'єднайте фотоколориметр цифрового вимірювального комплексу.

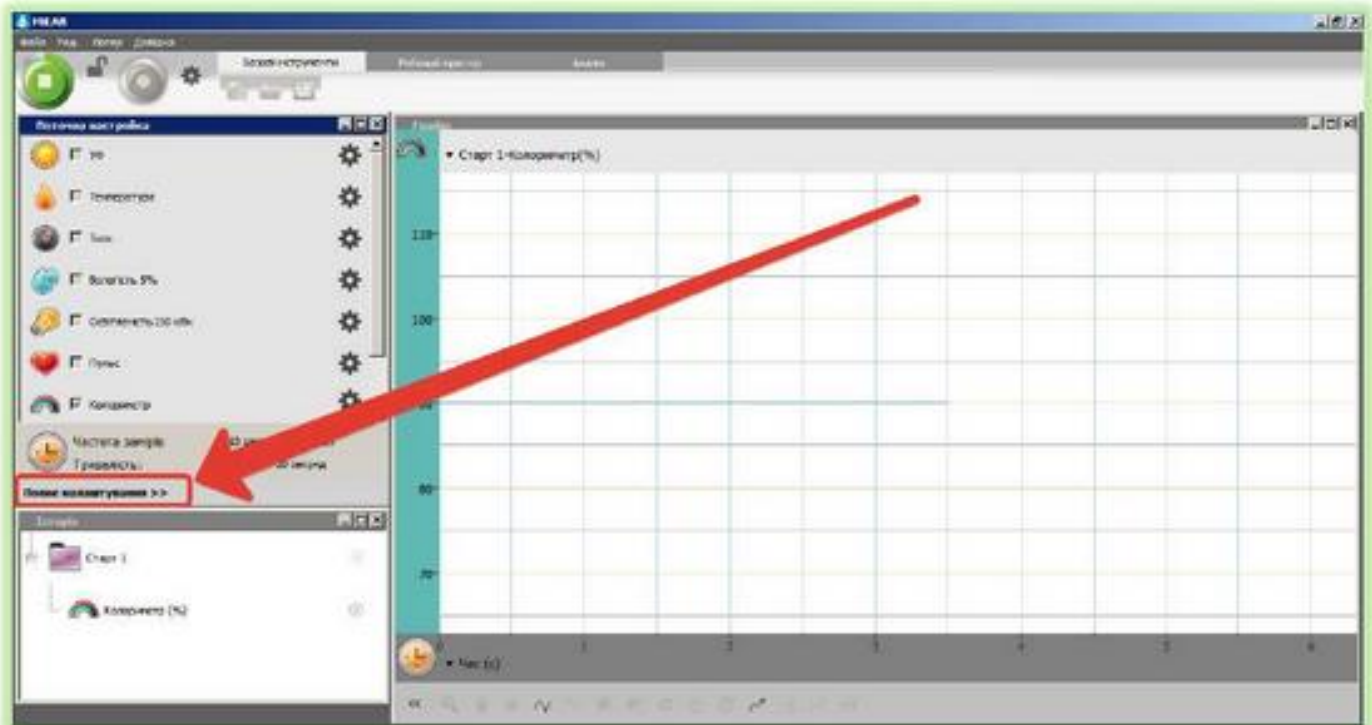


3. Встановіть червоний світлофільтр.

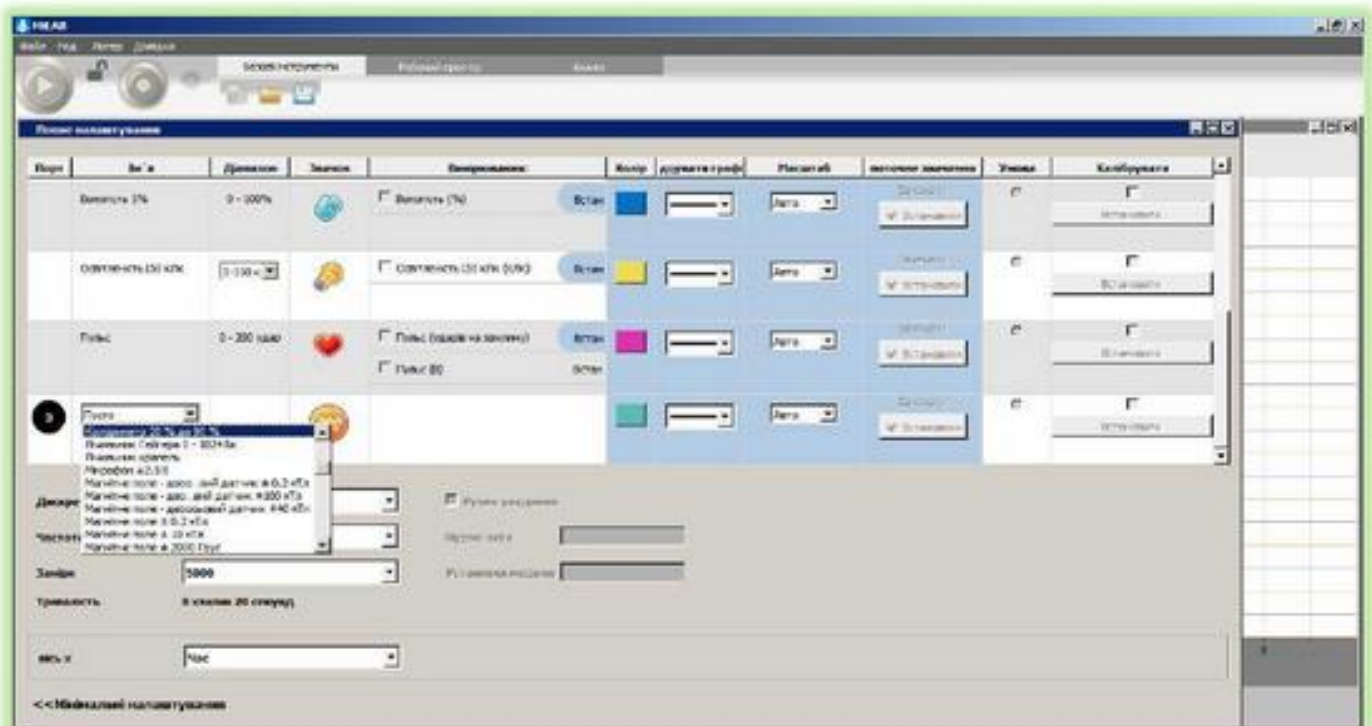


einstein™ LabMate+™

4. На панелі поточної настройки натисніть «Повне налаштування».



5. Оберіть колориметр із запропонованих варіантів у вікні вибору датчику.

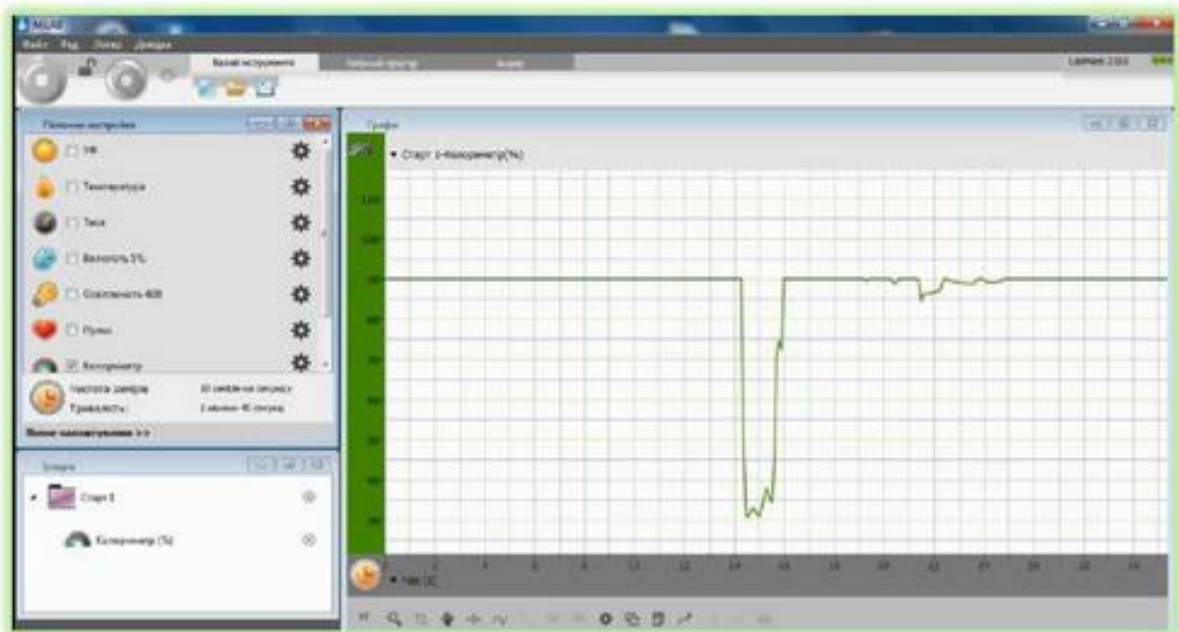


6. Оберіть наступні параметри вимірювання.

Дискретизація	Авто
Частота	10 замірів на секунду
Заміри	5000
Тривалість	8 хвилин 20 секунд
вісь x	Час

Підготовка колориметра до роботи:

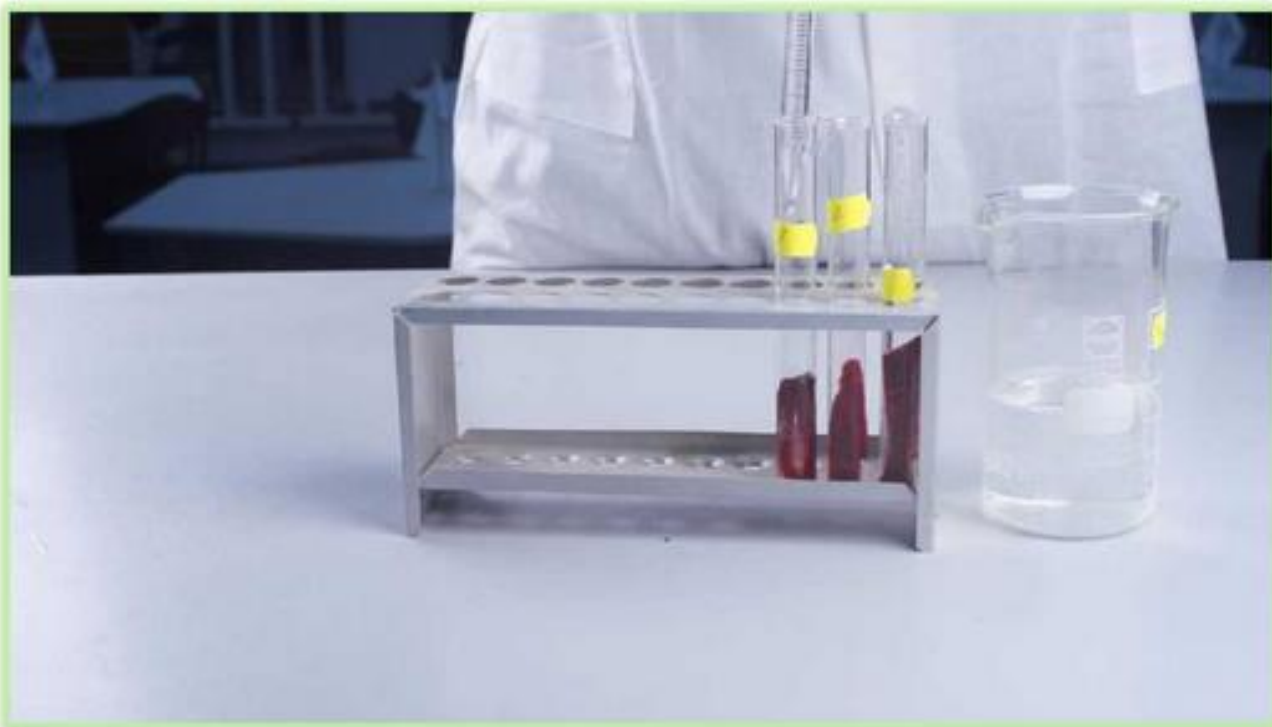
1. У кювету налийте 4 мл води.
2. Розмістіть кювету у фотоколориметр.
3. Запустіть реєстрацію.
4. Поверніть регулятор так, щоб значення відповідали 90% (при мінімальному русі регулятора – відбувались зміни).



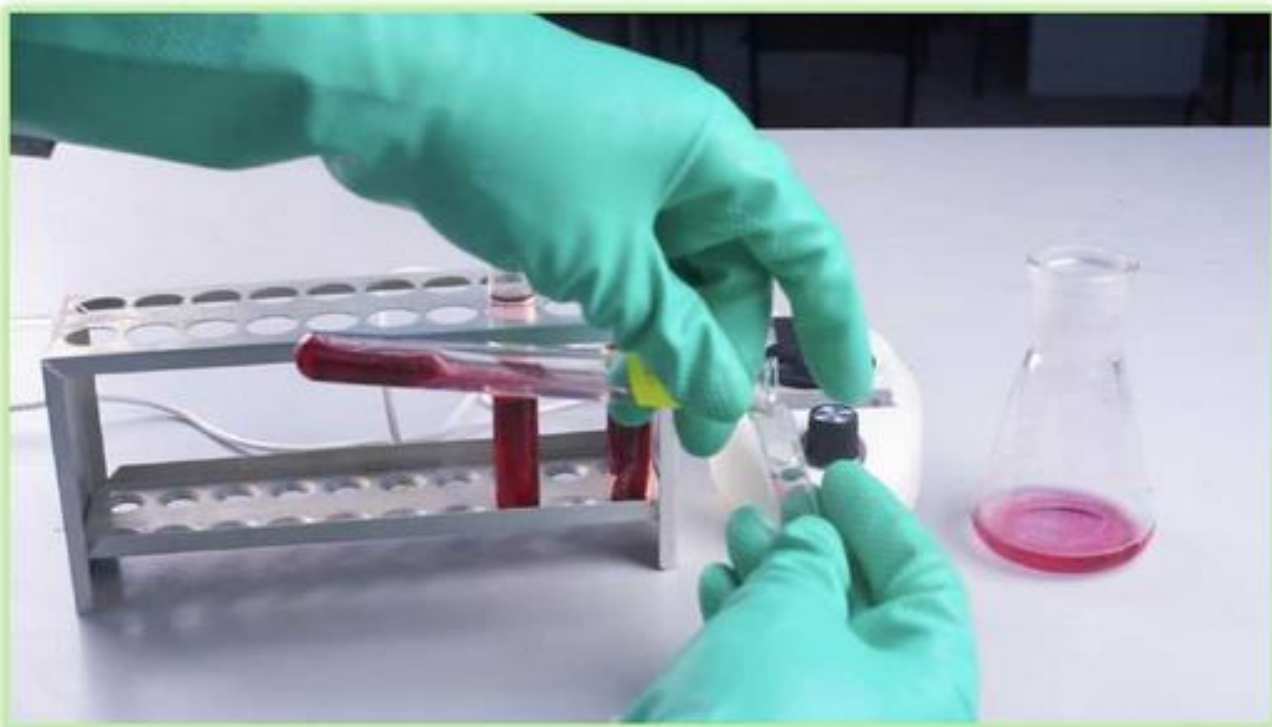


Проведення основного досліду:

1. Додайте 10 мл води до підготованих проб.



2. Зачекайте протягом 2 хв.
3. Перелийте у кювету розчин з надписом 1.



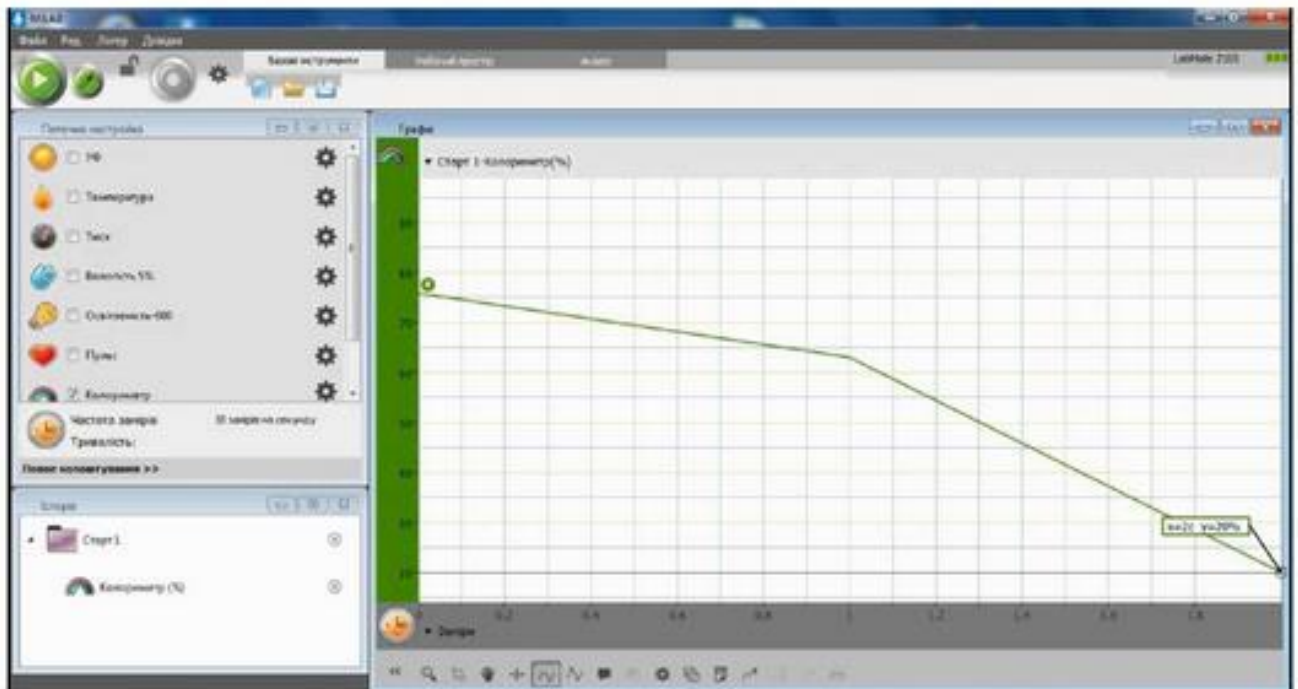
4. Розмістіть у фотоколориметрі кювету та проведіть натисніть реєстрацію даних.

5. Повторіть дії для інших колб.



Аналіз графіку:

1. Визначіть світлопроникність кожної точки шляхом розташування на ній курсору.



Аналіз результатів:

1. Згідно з вашими результатами, яким є вплив температури на клітинні мембрани?
2. Чи очікуєте ви отримати аналогічні результати з іншими рослинами? Поясніть свою відповідь.
3. Припустіть, що вплив температури на проникність мембрани є лінійним. Чи збільшиться цей вплив, якщо збільшиться температура? Що ми спостерігатимемо при низьких температурах (замерзанні)? Розробіть експеримент для перевірки своїх припущень.



Розвиток дослідження:

1. Визначте вплив розчинників, таких як спирт, на проникність мембрани і порівняйте його із впливом температури.
2. Визначте вплив рН на антоціани. Візьміть ягоди журавлини або малини і зробіть водні витяжки з цих рослин, встановивши рН розчинів від 1 до 13. При рН 5 антоціани безповоротно руйнуються. Прослідкуйте за тим, чи є зміна кольору при інших значеннях рН оборотною.





Мета: Дослідити кислотність тканин різних видів рослин.

Рекомендований тип: лабораторний дослід.



Обладнання:

1. Цифровий вимірювальний комплекс.
2. Датчик рН, ENPH-A016.
3. Датчик крапель, ENDRP-AD100.
4. Колба конічна, 250 мл.
5. Ступка та пестик.
6. Циліндр, 500 мл.
7. Лійка.
8. Бюретка.



Реактиви і матеріали:

1. NaOH, натрій гідроксид, 0,1 н розчин.
2. Фенолфталеїн, спиртовий розчин, 0,01%.



Біологічні агенти:

1. Картопля, морква або кислі яблука.

Довідка:

Навіть найнезначніші зміни рН, що виходять за межі такого діапазону, можуть призвести до значних пошкоджень складових клітин. Білки є найбільш чутливими складовими клітини. Зміни рН можуть призвести до руйнування їх тривимірної структури, перешкоджаючи тим самим їх нормальному функціонуванню. Оскільки білки відіграють життєво важливу роль у функціонуванні клітини, їх пошкодження може призвести до її загибелі.

Для перешкодження подібним процесам усі живі клітини містять так звані буфери: хімічні речовини, які вступають у реакцію з кислотами та основами і підтримують стабільний рівень рН у клітинах. Фосфати є

найзначнішою групою буферів. Однак, інші клітинні складові (в тому числі, нуклеїнові кислоти, білки, ліпіди та малі органічні молекули) можуть так само вступати в реакцію з кислотами та основами і перешкоджати їх впливу на рівень рН клітини завдяки кислотним або основним групам, що містяться в них.

В даному експерименті ми визначимо рівень рН в екстрактах тканин різних продуктів харчування: картоплі, яєць, печінки і т.д. Ми простежимо за тим, який вплив матиме додавання кислот або основ до цих екстрактів.



Підготовка цифрового вимірювального комплексу:

1. Підготуйте цифровий вимірювальний комплекс до роботи.
2. Під'єднайте датчик рН до реєстратора.



3. Переведіть реєстратор у режим статичного вимірювання.
4. Приєднайте датчик крапель до другого порту.



Хід роботи:

1. Зберіть установку, зображену на малюнку



2. На ступці подрібніть зразки досліджуваної речовини



3. Зважте 1,5 г речовини на вагах (точність не обов'язкова).



4. Налийте 250 мл води у колбу.



5. Додайте декілька крапель фенолфталеїну.



6. Розмістіть колбу на магнітну мішалку установки.

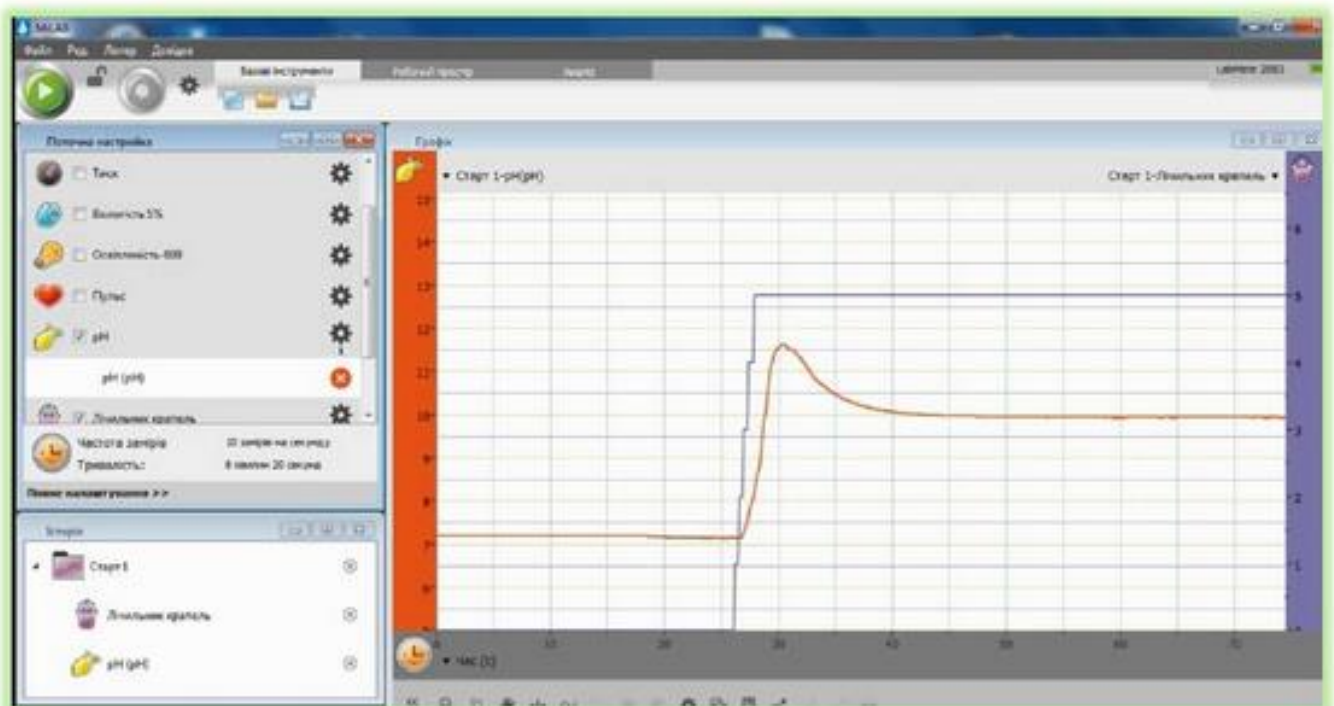


7. Проведіть титрування розчину.



Аналіз графіку:

1. Розмістіть курсор на початкового графіку рН та визначіть його.



2. Розгляньте графік та знайдіть його особливості.

3. Розрахуйте кислотність за формулою:

$$K = V_1 \times C_1 \times 1000 \div m,$$

де K – кислотність досліджуваного розчину (досліджуваних рослин), ммоль екв./кг.

V_1 – об'єм розчину NaOH, витраченого на титрування, мл, що можна отримати шляхом фіксації значень на бюретці, або використовуючи дані датчику крапель (розмістивши курсор на кінцеве значення витрачених крапель (в мл)).

C_1 – нормальна концентрація розчину NaOH, що дорівнює 0,1 ммоль екв./л.

1000 – коефіцієнт переведення на літр.

m – маса, взята для дослідження.

4. Побудуйте графік залежності зміни рН від витраченого титранту.

4.1. Оберіть на панелі Ох кількість титранту, мл.

4.2. Розгляньте графік, знайдіть в ньому закономірності.



Аналіз результатів:

1. Опишіть криву, записану під час титрування екстракту рослинних тканин кислотою.
2. Які дані ми отримали з кривої?
3. Який вплив матимуть зміни концентрації кислоти або основи, якщо їх додати до екстракту рослинних тканин?
4. Які процеси в живій клітині можуть призвести до змін рівня рН?



Розвиток дослідження:

1. Проведіть титрування екстрактів рослинних тканин з розбавленою кислотою або основою (0,01 н).

2. Порівняйте криві титрування, отримані з екстрактами рослинних тканин з водопровідною водою та хімічним буфером (наприклад, суміш $\text{NaH}_2\text{PO}_4^-$ та NaHPO_4^{2-}).

3. Порівняйте буферні властивості отримані в даному досліді та буферні властивості при титруванні кислотою.

