

A close-up photograph of a green plant stem, possibly a corn cob, covered in numerous small, clear water droplets. A small, brown and orange insect is visible on the stem. The background is a blurred green, suggesting a natural outdoor setting.

Посібник
з використання цифрових
лабораторій EINSTEIN
під час уроків
та позакласних занять з біології.
Частина 1

Шаповалов Євгеній Борисович



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, 1 електронний посібник.

Шаповалов Є. Б.

Посібник по використанню цифрових лабораторій для проведення біологічних робіт: Навчальний посібник / відп. за оформлення Розкладай А.В. / К.: 2016. – 143 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 хімії для виконання лабораторних дослідів та практичних робіт. Буде доречним під час організації науково-дослідницької діяльності учнів та студентів.

Викладено основні аспекти використання цифрових лабораторій 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 лабораторій та виконання роботи фотографіями та скриншотами.

Зміст

Зміст	4
Слово від авторів	5
Вступ	6
Цифрова лабораторія Einstein LabMate	7
Загальна інформація	7
Види датчиків	8
Процес підключення цифрової лабораторії	9
Робота з даними у Einstein LabMate	11
Робота з графіками	12
Режим статичного вимірювання	14
Робота 1. Вплив світла на рівень хлорофілу у листках рослин	16
Робота 2. Вимірювання рН у деяких тканинах	30
Робота 3. Дослідження процесу скисання молока	34
Робота 4. Дослідження зміни температури тіла під час виконання фізичних вправ	39
Робота 5. Дослідження особливостей серцебиття в процесі виконання фізичних вправ	43

Слово від авторів

Шановний користувачу! У Вас в руках знаходиться унікальний посібник по використанню цифрових лабораторій 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 лабораторні 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-наукової 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, складається передбачає вивчення біологічних об'єктів, а також особливостей фізіології людини. За допомогою цифрових лабораторій 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 цифрової лабораторії у дослідах. Аналіз результатів до кожної роботи супроводжується скріншотами з методикою його проведення.

Цифрова лабораторія Einstein LabMate

Загальна інформація

Цифрові лабораторії – нове покоління освітніх приладів. Основна мета використання цифрових лабораторій – надати можливість візуалізувати інформацію, отриману в результаті експерименту. 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 «взаємодія між солями» чітко помітно перший етап дослідження – розчинення доданої солі.

Цифрова лабораторія Einstein – один з видів цифрових лабораторій, що адаптований під шкільну програму України. Окрім того, Einstein володіє простотою, надійністю та вибірковістю параметрів. Користувач цифрових лабораторних пристроїв компанії Fogipeer має можливість обрати параметри вимрювання та проводити одночасно вимрювання до 10 показників.

Лабораторія є мультипредметною та здатна проводити вимрювання фізичних, біологічних та хімічних показників, що розширює потенціал її використання. Особливістю цифрової лабораторії 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 вимрювання є досить широкою. Частота замірів може досягати 10000 замірів на секунду, що дозволяє детально досліджувати навіть надшвидкі процеси.

Види датчиків

1. Цифровий вимрювальний комплекс LabMate



Інтерфейс: USB.

Кількість вбудованих датчиків: 6.

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 °С.

Похибка: 2%.

Рекомендована частота замірів: 10 замірів в секунду.

4. Колориметр, ENCOL-A185



Діапазон вимірювання: від 20 до 90 %

Похибка: 10%.

Рекомендована частота замірів: -

5. Датчик серцебиття, ENHRT-A155



Діапазон вимірювання: від 0 до 200 ударів за хвилину.

Похибка: -

Рекомендована частота замірів: -

Процес підключення цифрової лабораторії

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

Для підключення цифрової лабораторії виконайте наступні дії:

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



2. Увімкніть програму для реєстрації MiLAB.

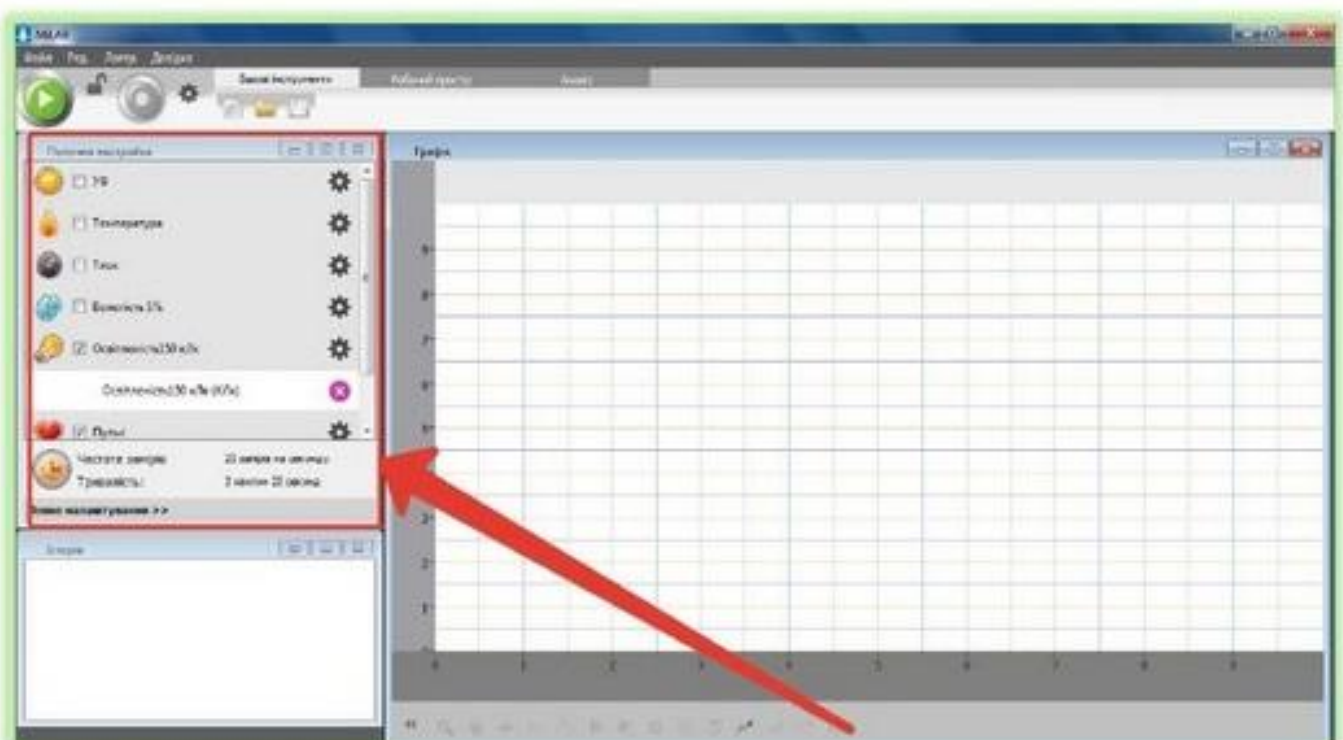


3. Увімкніть LabMate затисканням кнопки на корпусі.

4. Загорання синьої лампочки або блимання свідчить про, те що реєстратор LabMate підключено, а зеленої, що реєстратор виключений та знаходиться на зарядці.



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 вимірних даних з певною частотою. Вісь ОХ в такому випадку по замовченню буде відображатись як вісь часу, а вісь ОУ як вісь представлення вимрюваного показника (рН, електропровідності, тиску, температури, тощо). В разі вимрювання декількох величин одразу вісь ОУ набуває одразу декількох відображень, наприклад одночасно кількості крапель та рН. Графічне відображення даних представлено на рисунку 1.

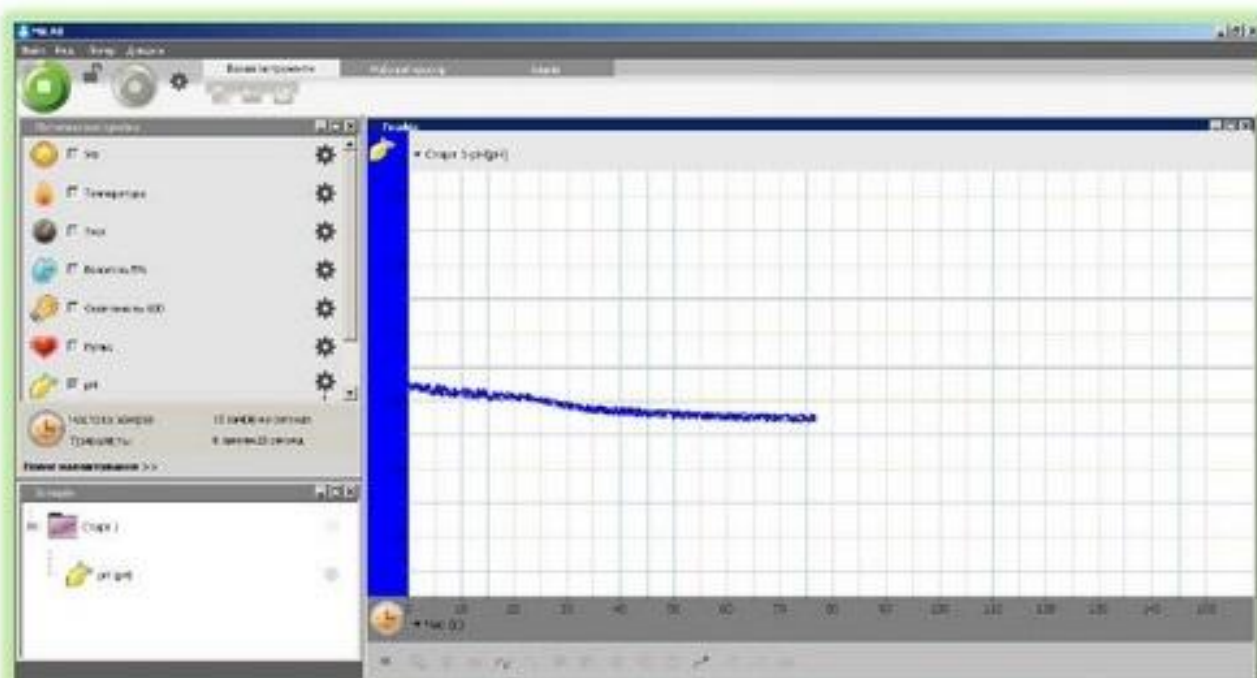


Рис. 1. Графічне відображення даних.

Табличне відображення даних викликається шляхом натискання клавіші «Вікно таблиць» 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.

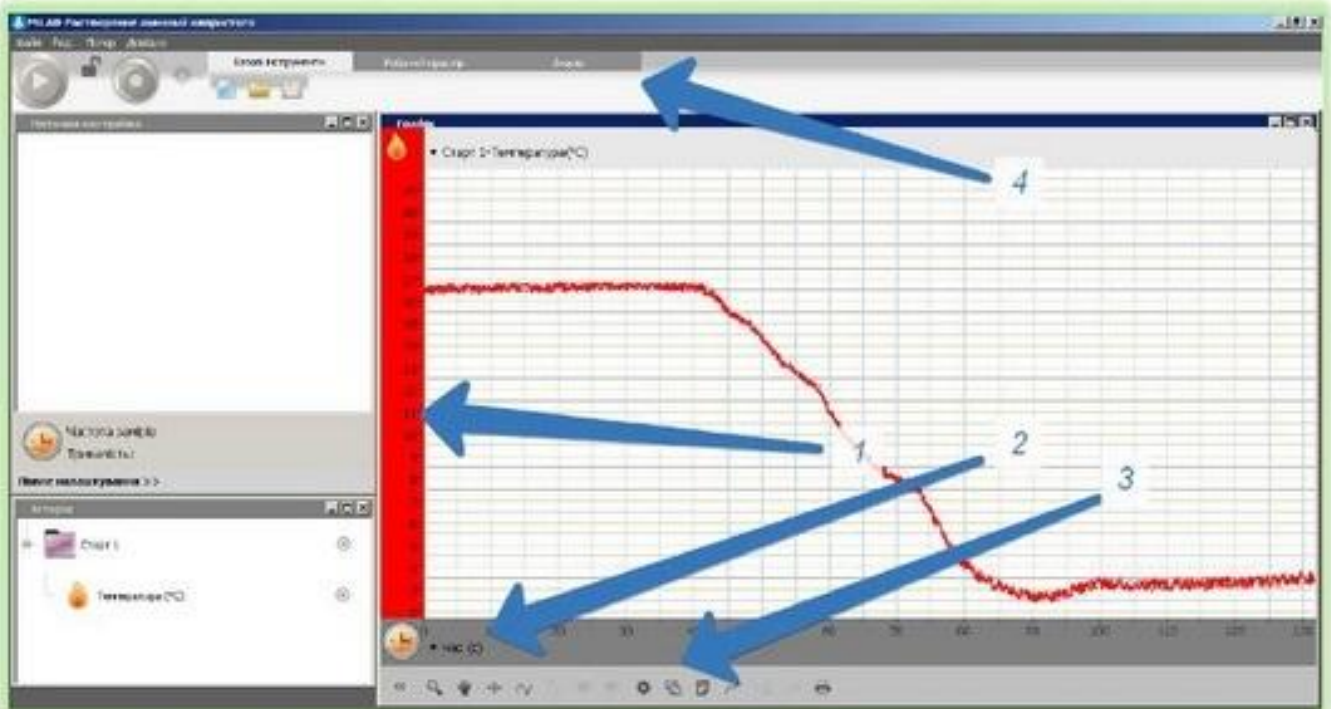


Рис. 3. Інструменти для роботи з графіком.

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,

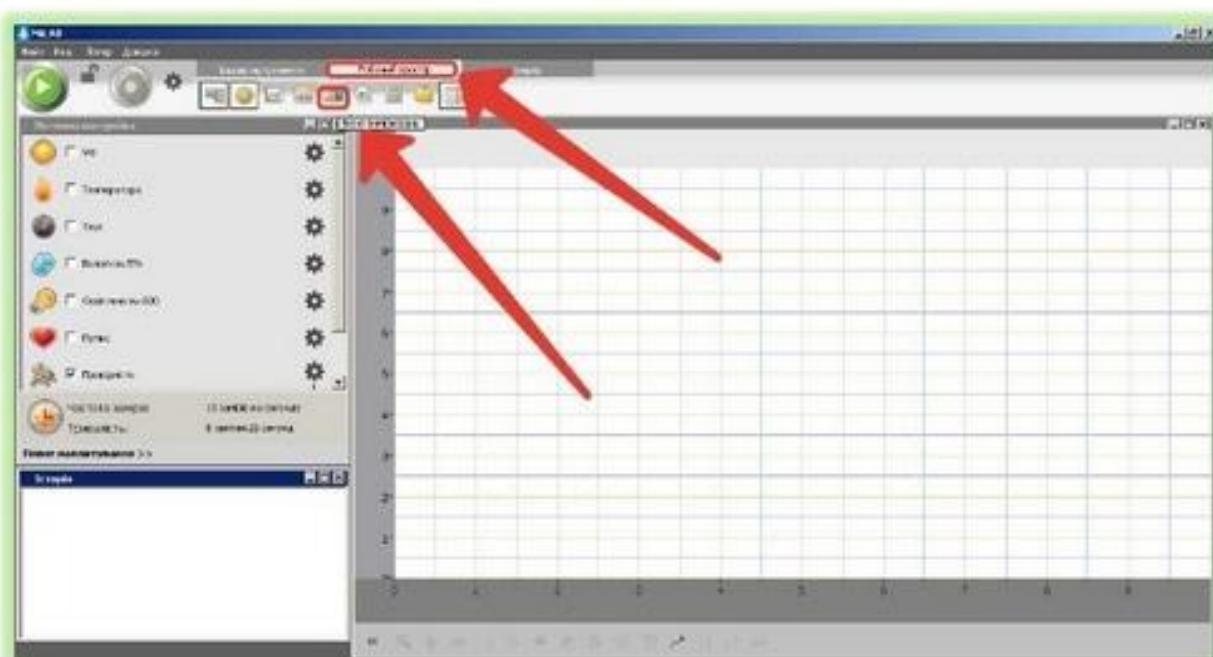
«Копіювати графік» () , «Експорт» () в MS Excel, «Прогноз» () , «Додати прогноз» () , «Видалити прогноз» () , а також функція «Друк» () .

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.

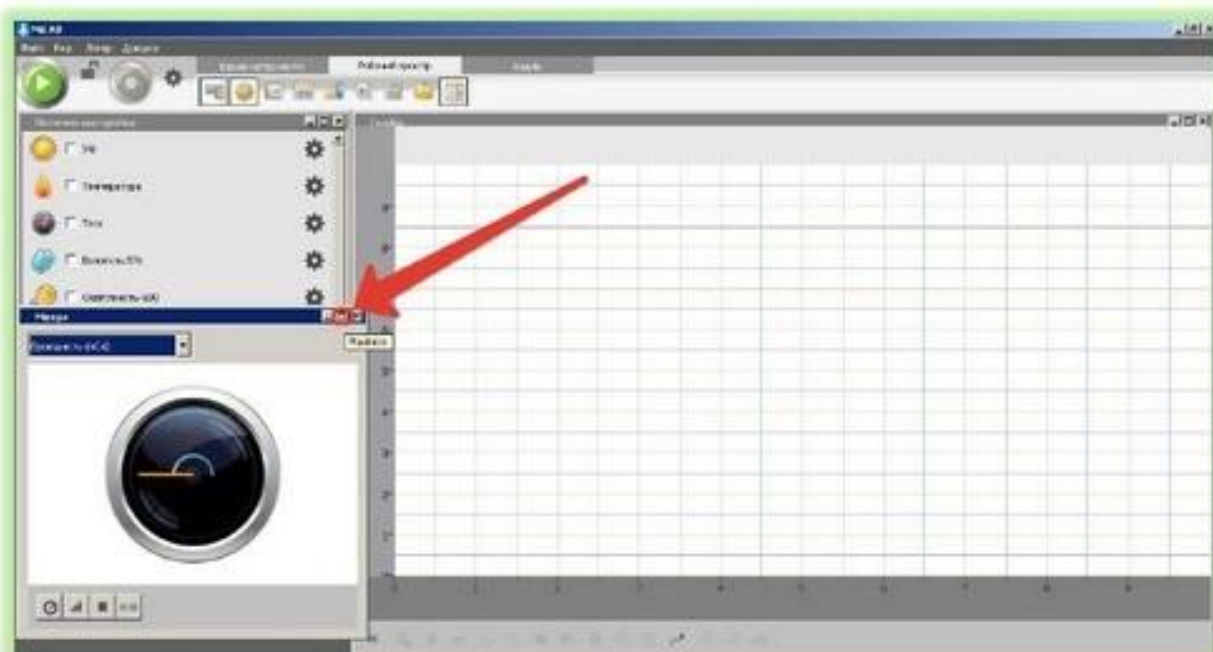
Режим статичного вимірювання

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» обрати функцію «Вікно вимірювань» .



2. У вікні вимірювань натисніть кнопку «розширити»  (maximize).



3. Оберіть числовий режим відображення (0000).



Система набуде наступного вигляду:



Вплив світла на рівень хлорофілу у листках рослин



Мета: дослідити вплив інтенсивності світла на швидкість фотосинтезу

Рекомендований тип: демонстраційний дослід.



Обладнання:

1. Цифровий вимрювальний комплекс.
2. Колориметр, ENCOL-A185.
3. Ступка.
4. Штатив із пробірками.



Реактиви і матеріали:

1. C_2H_5OH , етанол, етановий спирт, 95%.



Біологічні об'єкти:

1. Рослини двох видів.
 - Допускається заміна на рослини одного виду, що будуть вирощуватись при різних умовах.

Довідка:

Хлорофіл – зелений фотосинтезуючий пігмент рослин, водоростей та цианобактерій. Хлорофіл поглинає сонячне світло і використовує його енергію для синтезу вуглеводів із вуглекислого газу та води.

Взагалі, існує п'ять типів фотосинтезуючих пігментів, кожний з яких поглинає світло більш інтенсивно в певних частинах спектру:

Хлорофіл а - Добре поглинає світло з довжиною хвил приблизно 400-450 нм (синьо-фіолетовий) та 650-700 нм (червоний). Це найбільш поширений пігмент усіх рослин, що бере участь у процесі фотосинтезу.

Хлорофіл б – Поглинає світло з довжиною 450-500 нм (синій)

Каротин - Оранжевий пігмент (інтенсивне поглинання відбувається у синій частині спектру)

Ксантофіл – Жовтий пігмент (інтенсивне поглинання на довжині 400-530 нм, синьо-фіолетовий), Феофітин – Сірий пігмент.

Каротин, ксантофіл та феофітин називаються допоміжними пігментами, оскільки вони поглинають світло і переносять енергію у хлорофіл.

Проте, жодний з пігментів не поглинає світло інтенсивно у зелено-жовтій частині спектру, що відповідає за насичений зелений колір, який ми спостерігаємо у природі.

Інтенсивність світла впливає на рівень хлорофілу в рослинах. Рівень хлорофілу вимрюватиметься за допомогою колориметра.

Умови проведення експерименту:

Для експерименту найбільше підходять швидкорослі рослини такі як рускус, колеус, пеларгонія або сеткреазія пурпурна. Можна також використовувати паростки рослин, якщо їх листя достатньо довге.

Підготовка до експерименту:

Варіант 1.

Вирощуйте два різних види рослин на протязі тижня в однакових умовах

Варіант 2.

Вирощуйте рослини (принаймні дві з кожного виду) в кожному світловому режимі протягом тижня (і більше), в різних світлових режимах:

Повна темрява (у закритій коробці або шафі);

Слабке освітлення (у затіненій частині кімнати або під заземлюючою сіткою);

Повне денне світло (ближче до вікна аудиторії).

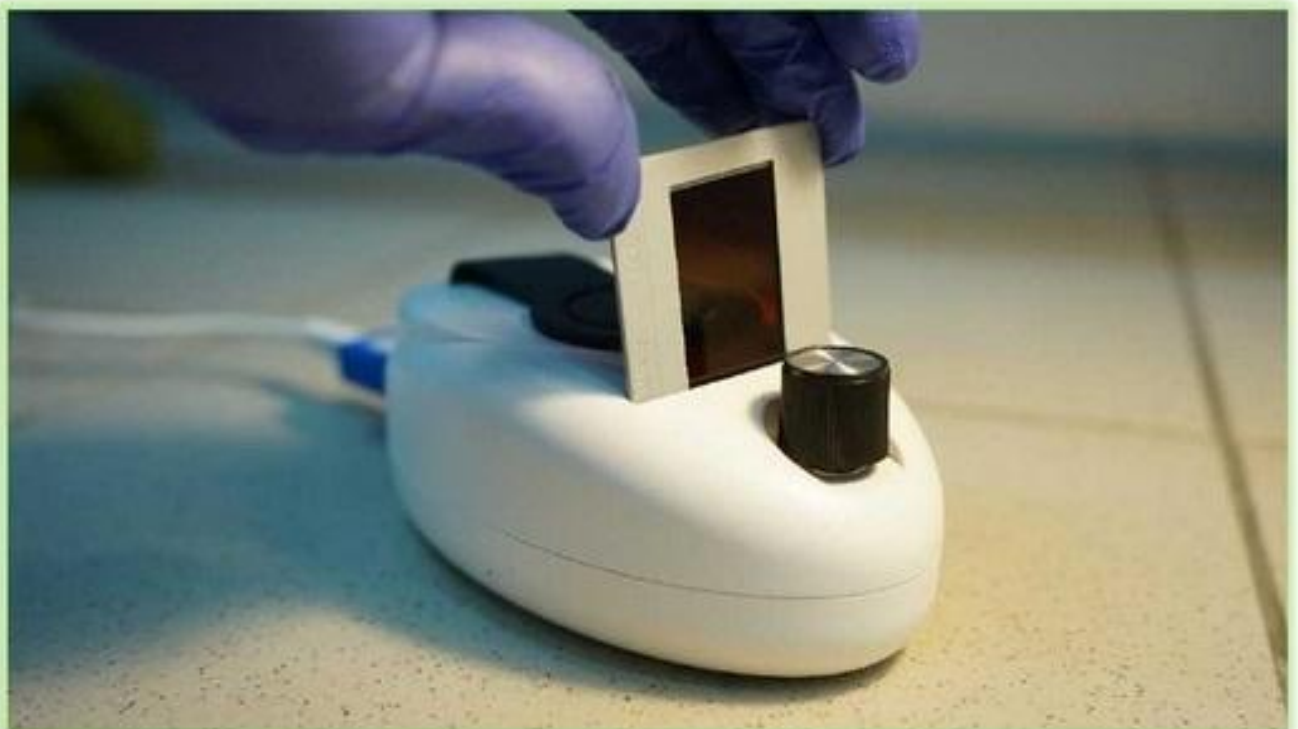


Підготовка цифрової лабораторії:

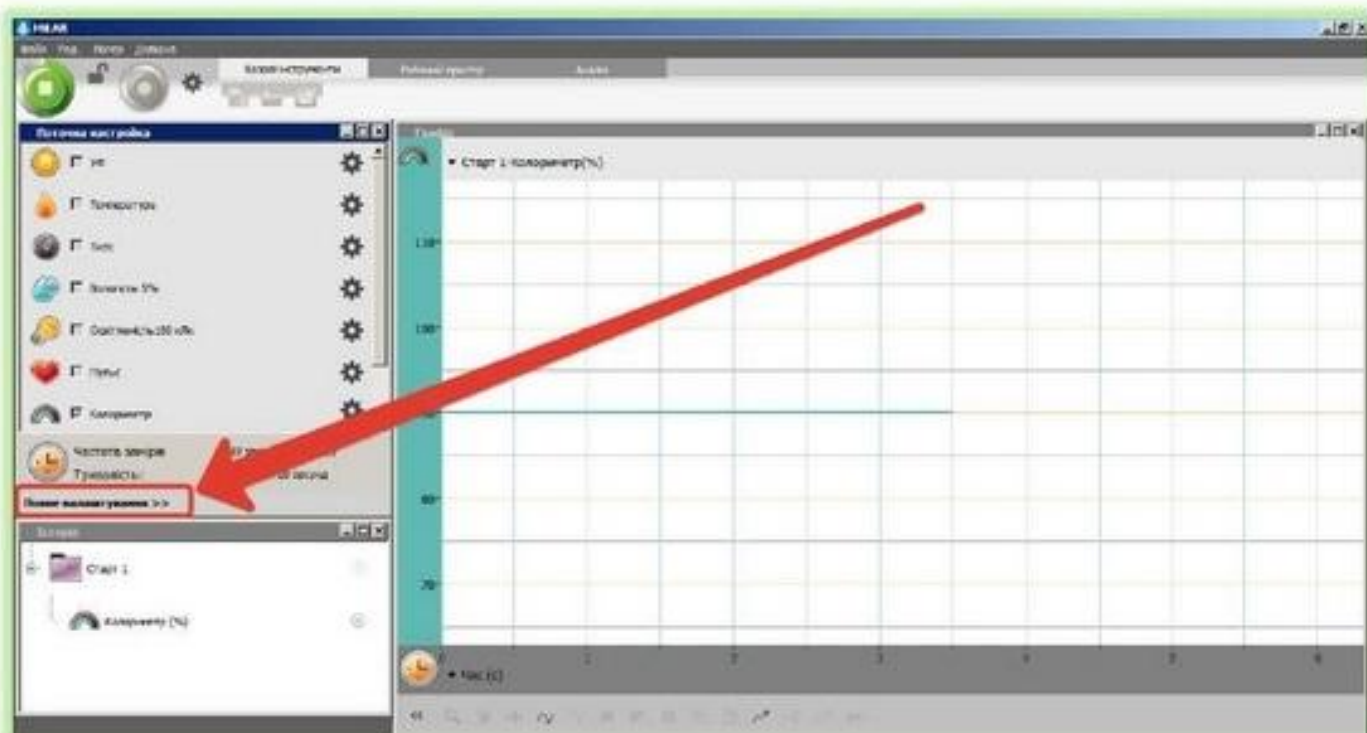
1. Підготуйте цифрову лабораторію до роботи.
2. Під'єднайте фотоколориметр цифрової лабораторії.



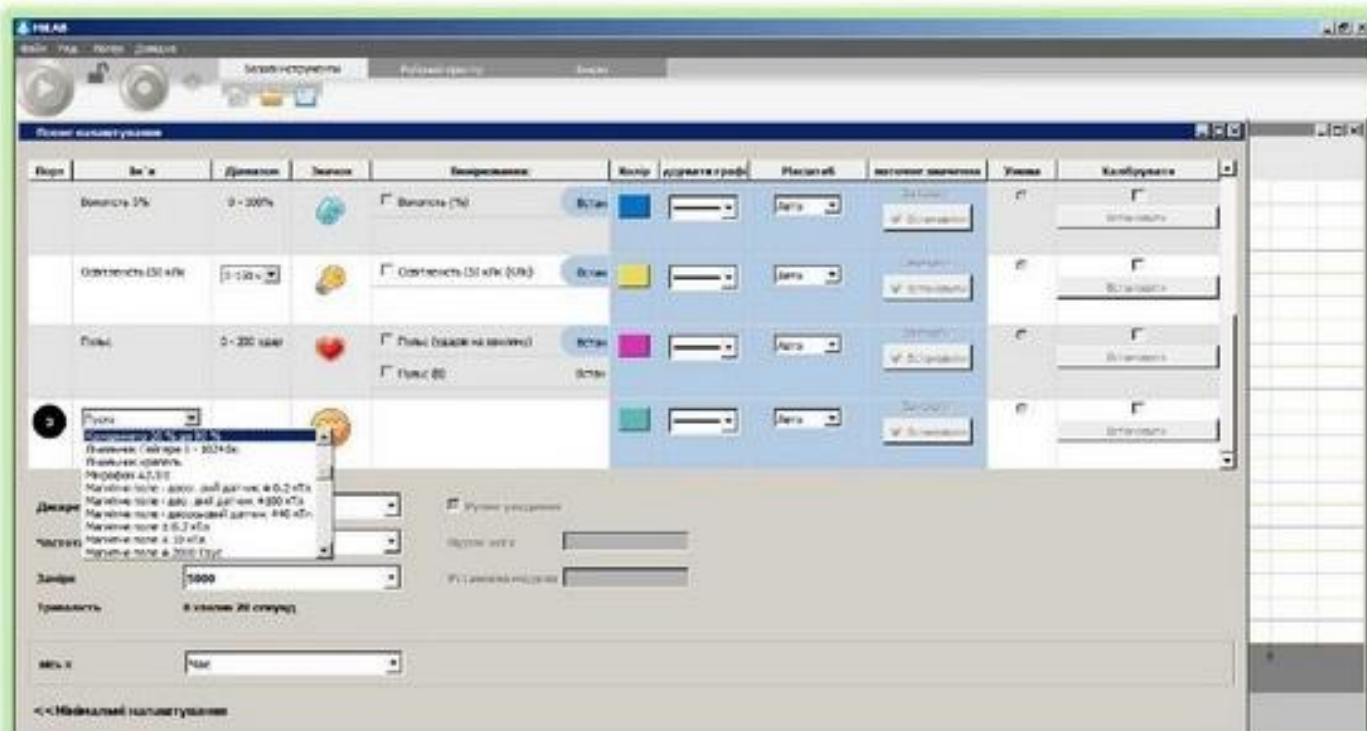
3. Встановіть червоний світлофільтр.



4. На панель 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

Калібрування фотоколориметру:

1. Вставте кювету у фотоколориметр.



2. У кювету налейте спирт за допомогою шпетки.



- Закрийте кришкою фотоколориметр.

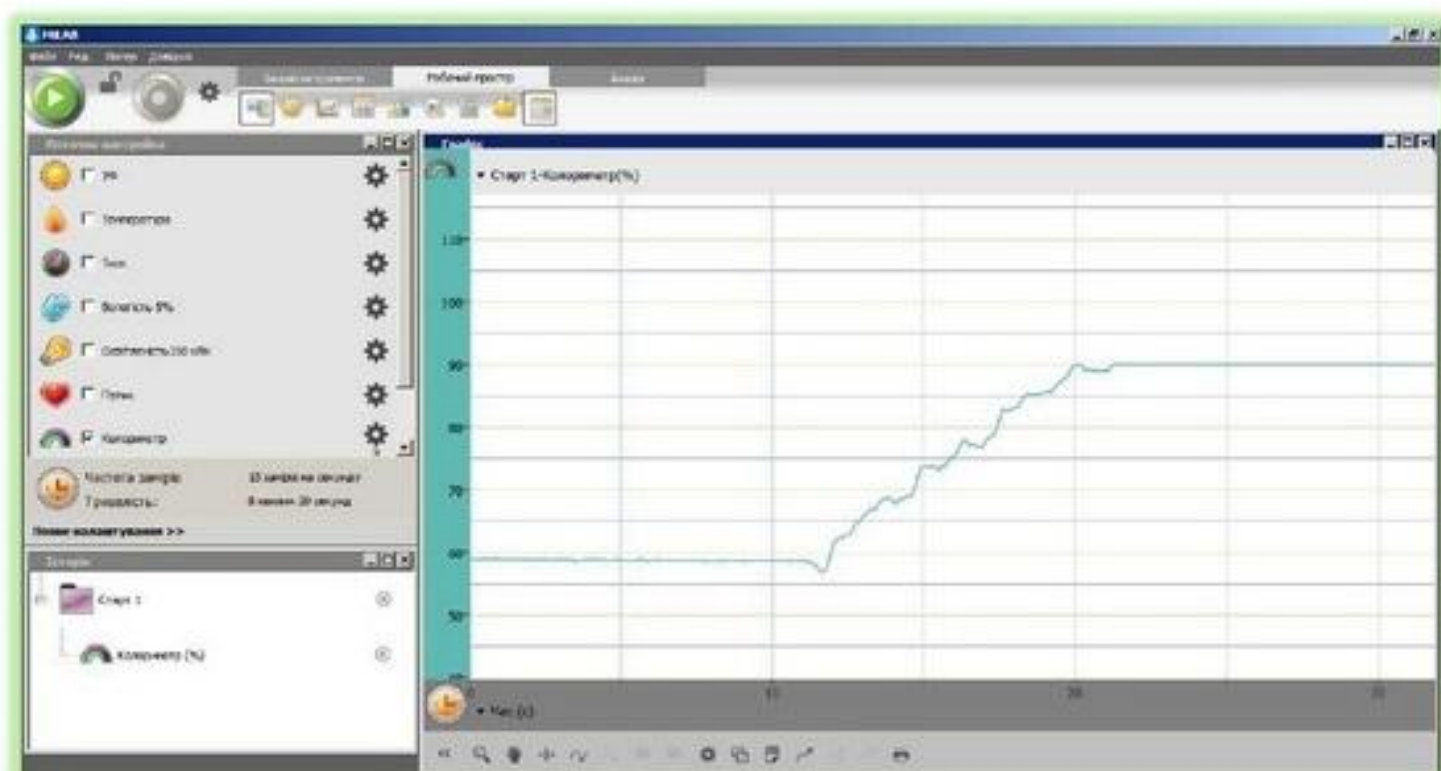


- Запустіть реєстрацію за допомогою кнопки .

- Регулюючи тумблер, доведіть значення графіку до 90%, але так, щоб при легкій зміні інтенсивності освітленості (повороті регулятора в бік зниження) значення одразу змінювались.



6. Після калібрування реєстрацію зупиніть за допомогою кнопки .





Хід роботи

1. Зважте листок на вагах.



2. Подрібніть його у ступці.



3. Додайте приблизно 10 мл етанолу.



4. Продовжуйте подрібнення.



5. Отриманий розчин клькісно перенесіть у мірну колбу на 100 мл, промиваючи дистильованою водою.



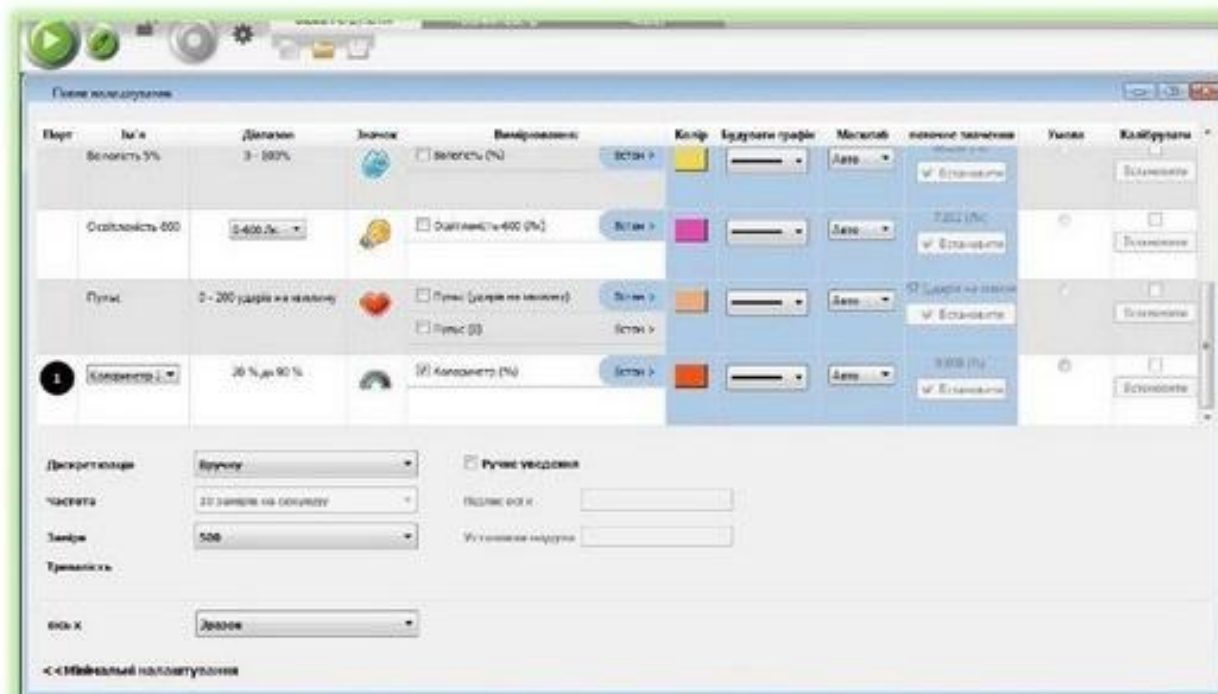
6. Перелийте отриманий розчин у кювету розчин у кювету.



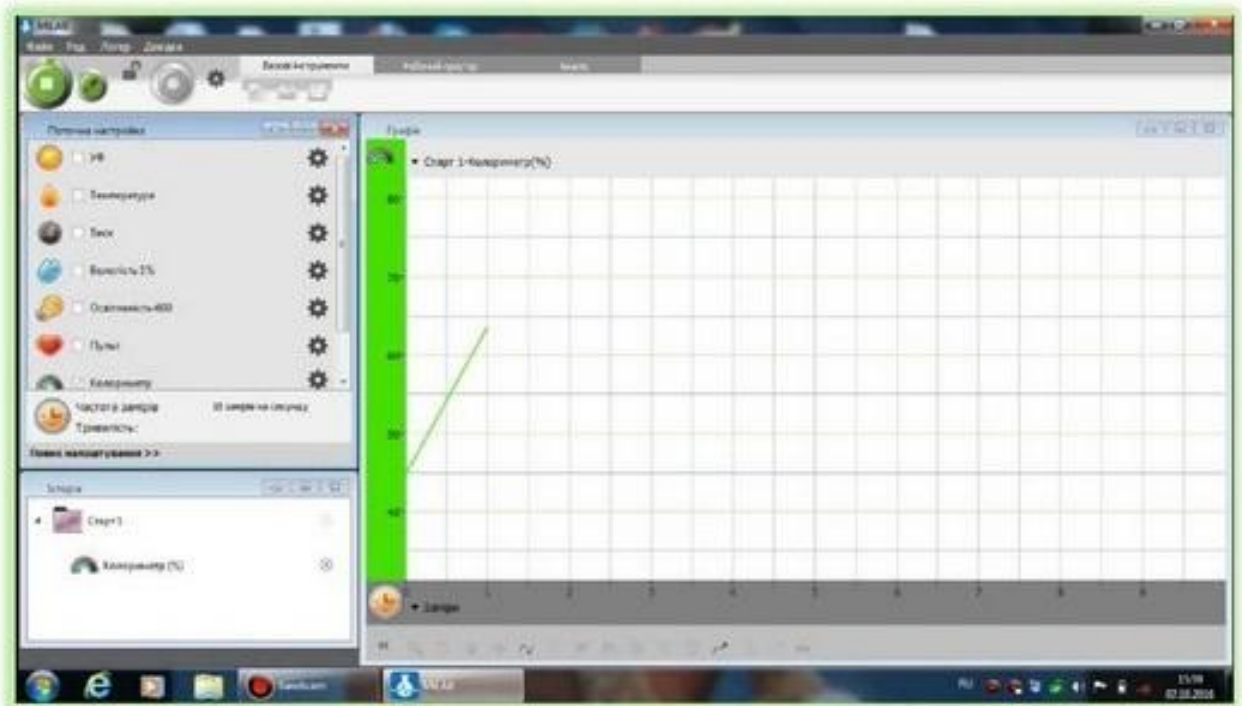
7. Розмістіть кювету у фотоколориметр.



8. Встановіть вимрювання вручну.



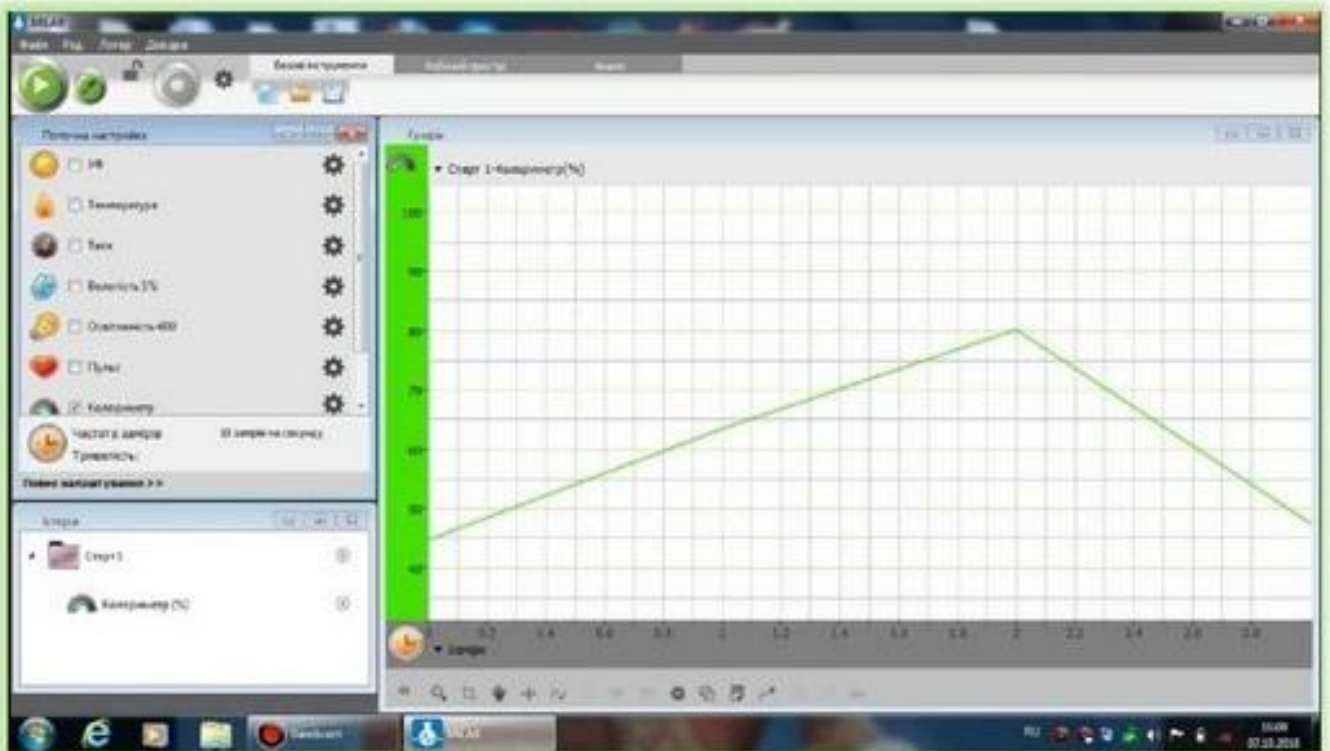
9. Натисніть вимрювання.





Аналіз графіку:

1. Помістіть курсор на кожну з точок графіку та порівняйте.



Аналіз результатів:

1. Отримані результати узгодьте з типом рослини та умовами яких досліджуєте. Поясніть в чому в одних рослинах вміст хлорофілу більший ніж в інших?
2. Чи є залежність у отриманих результатах?



Розвиток дослідження

1. Проведіть дослідження вмісту хлорофілу однакових рослин, однак вирощених при різних умовах:

- А. Освітленості
- Б. Вологості
- В. Температурі.
- Г. рН ґрунту.

2. Знайдіть оптимальні умови для вирощування різних видів

рослин.

Вимірювання рН у деяких тканинах



Мета: Ознайомитись з рівнями рН різних тканин.

Рекомендований тип: демонстраційний дослід.



Обладнання:

1. Цифровий вимірювальний комплекс.
2. Датчик рН, ENPH-A016.
3. Штатив для колби.
4. Пробірка.
5. Ступка з товкачем.



Біологічні об'єкти:

1. Картопля.
 - Допускається заміна на будь-які інші овочі та фрукти.
2. Яблука.
 - Допускається заміна на будь-які інші овочі та фрукти.

Довідка:

РН усіх живих клітин має дуже обмежений діапазон. 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 перешкоджання 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) 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



Підготовка цифрової лабораторії:

1. Підготуйте цифрову лабораторію до роботи.
2. Під'єднайте датчик рН до реєстратора.



3. Переведіть реєстратор у режим статичного вимірювання.



Хід роботи:

1. На ступці подрібніть зразки досліджуваної речовини



2. Перемістіть досліджувану речовину у пробірку



3. Датчиком рН перевірте значення кожної з проб.



Аналіз результатів:

1. Значення якого з зразків було найнижчим? Про наявність яких речовин це свідчить?
2. Значення якого з зразків було найвищим? Про що це свідчить?



Розвиток дослідження

1. Дослідіть рН різних овочів та фруктів. Спробуйте визначити залежності між рН фруктів та овочів та особливостями складу рослин.

Дослідження процесу скисання молока



Мета: Дослідити процес скисання молока.

Рекомендований тип: демонстраційний дослід.



Обладнання:

1. Цифровий вимрювальний комплекс.
2. Датчик рН, ENPH-A016, 2 шт.
3. Штатив лабораторний, 2 шт.
4. Стакан хімічний, 2 шт.



Біологічні об'єкти:

1. Молоко.
 - Допускається заміна на будь-які інші молокопродукти.
2. Ферментний препарат.
 - Можна замінити на зразок слини

Довідка:

Процес скисання молока являє собою досить складний мікробіологічний процес. При зберіганні молока в умовах кімнатної температури відбувається швидке розмноження кисломолочних бактерій, які споживають речовини, що містяться в молоці (білки, жири, цукори). Дотримання умов зберігання, наприклад, низької температури, загальмовує процес розмноження молочного грибка. У процесі життєдіяльності вони не тільки харчуються складовими частинами молока, а й виділяють молочну кислоту, яка є причиною скисання молока. Таким чином, інтенсивність скисання молока можливо визначити шляхом фіксації швидкості зміни рН середовища, що можливе за допомогою цифрових лабораторій.



Підготовка цифрової лабораторії:

1. Підготуйте цифрову лабораторію до роботи.
2. Під'єднайте два датчики рН до цифрової лабораторії.



3. Встановіть наступні параметри реєстратора.

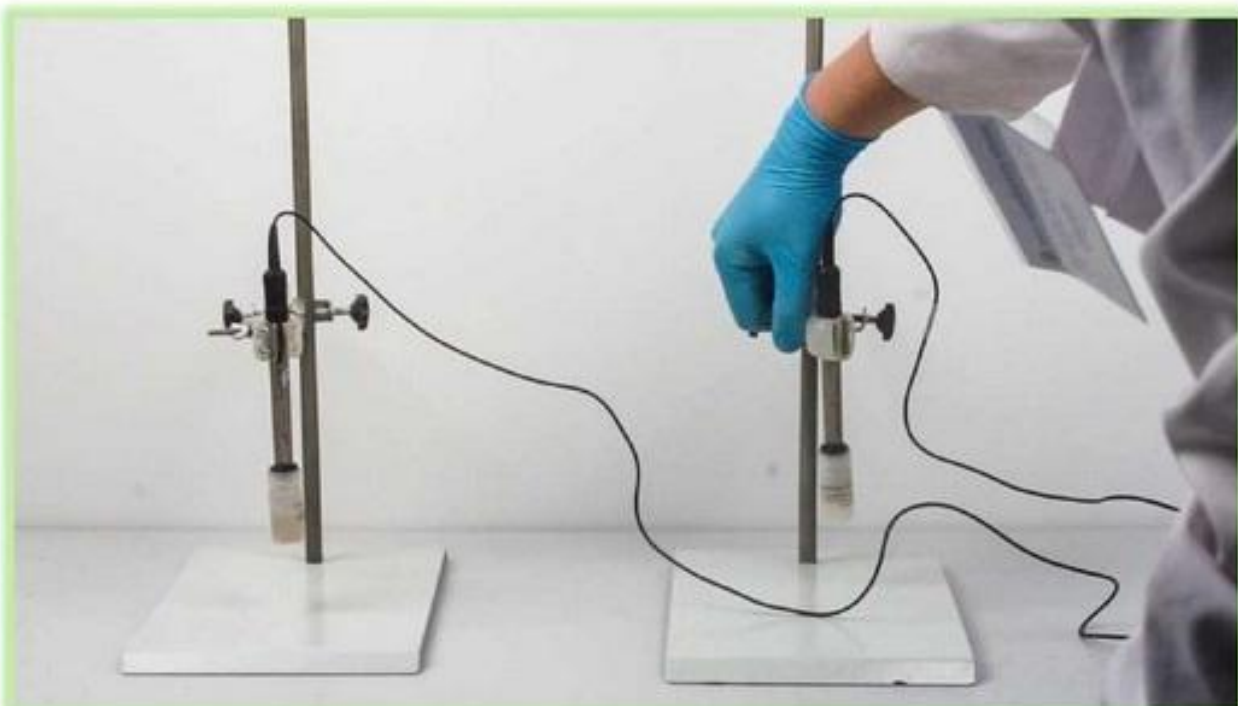
Дискретизація	Авто
Частота	Кожну секунду
Заміри	250000
Тривалість	2 днів 21 годин 26 хвилин 40 секунд

Підготовка установки:

1. Підготуйте штативи та розмістіть лапки на висоті близько 15 см від стола.



2. Зафіксуйте два рН-метри у лапках штативів.





Хід роботи:

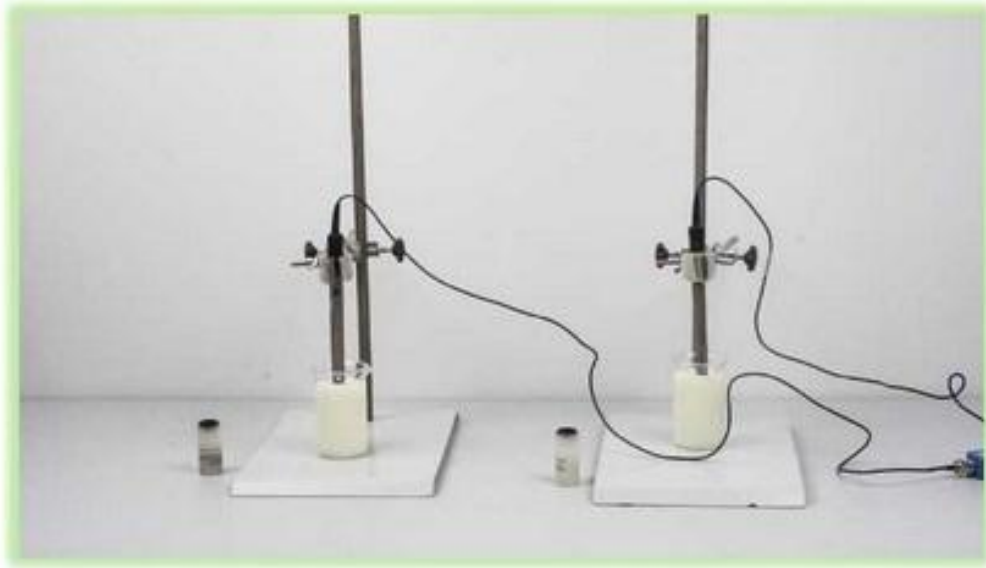
1. Налийте у два стаканчики по 100 мл молока.



2. Позначте стаканчики цифрами 1 та 2.
3. У перший стаканчик налейте 3 мл ферментного препарату.



4. Помістіть стаканчики у рН метри.



5. Запустіть реєстрацію даних.

6. Залиште процес для реєстрації на протязі доби.

7. В разі необхідності, графік збережіть.



Аналіз графіку:

1. Помістіть курсор на перший графік та запишіть початкове і кінцеве значення. Повторіть дію на другому графіку

2. Розрахуйте швидкість зміни рН для обох графіків за формулою:

$$V = \Delta pH / \Delta T$$



Аналіз результатів:

1. Який з дослідів характеризувався більшою зміною рН? Чому?

2. Чи було падіння рН рівномірним? Чи можливо поділити графік на певні частини?

3. Як Ви вважаєте, чи рН знижуватись постійно чи зміна рН в певний момент перестане відбуватись. Відповідь обґрунтуйте.



Розвиток дослідження

1. Проведіть дослідження змінюючи температуру в одному стаканчику, а в іншому – ні.

2. Замініть молоко на інші напої, наприклад сік, спробуйте знайти залежності.

Дослідження зміни температури тіла під час виконання фізичних вправ



Мета: Виміряти вплив вправ на температуру тіла людини.

Рекомендований тип: демонстраційний дослід.



Обладнання:

1. Цифровий вимірювальний комплекс.
2. Датчик температури, ENTMP029.

Довідка:

Під час вправ, швидкість процесів обміну речовин та вироблення тепла в тілі людини значно зростає. Тим не менш, внутрішня температура тіла залишається практично незмінною. Тіло людини урівноважує кількість тепла, виробленого під час вправ, через виділення такої самої кількості тепла в навколишнє середовище. Більше ніж 80% тепла втрачається через поверхню шкіри людини. Кровоносні судини, що знаходяться близько до поверхні шкіри, розносять тепло. Тому втрата тепла досягається збільшенням кровообігу в шкірі. Для дослідження температурного ефекту можливо застосувати датчик температури.



Підготовка цифрової лабораторії:

1. Підготуйте цифрову лабораторію до роботи.
2. Під'єднайте датчик температури до цифрової лабораторії.



3. Переведіть лабораторію у режим статичного вимірювання.



Хід роботи:

1. Датчик температури зафіксуйте на мочці лівого вуха.



2. Запустіть вимірювання та зачекайте до стабілізації температури, значення запишіть.
3. Присядьте 20 разів.



4. Повторіть вимрювання температури на мочці лвого вуха.

5. Результати порівняйте



Аналіз результатів:

1. Чи змінилась температура після присідань? Зміну або відсутність змін поясніть.

2. Чи буде змінюватись температура тіла при зміні виду навантаження або інтенсивності навантаження?



Розвиток дослідження

1. Змініть тип навантаження та інтенсивність вправ.

2. Спробуйте провести дослідження в процесі тренування (фізичного навантаження на протязі тривалого часу).

Дослідження особливостей серцебиття в процесі виконання фізичних вправ.



Мета: Виміряти вплив вправ на серцевий ритм людини.

Рекомендований тип: демонстраційний дослід.



Обладнання:

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

Довідка:

Фізичні вправи створюють вплив на організм людини. Під час фізичного навантаження відбувається низка процесів, що стимулюють організм до відповідної реакції. Однак, для організму людини властивий гомеостаз, що створює певну буферність для цих змін. Гарним прикладом є реакція організму саме на фізичні вправи.

Для дослідження впливу фізичних вправ на частоту серцебиття використовують датчик серцебиття.



Підготовка цифрової лабораторії:

1. Підготуйте цифрову лабораторію до роботи.
2. Датчик серцебиття до цифрової лабораторії



3. Встановить наступні параметри реєстратора.

1. Надягніть датчик серцебиття на палець.



2. Запустіть вимрювання та зачекайте до стабілізації температури, значення запишіть.

3. Присядьте 20 разів та зачекайте 2 хв.



4. Зупиніть реєстрацію та, в разі необхідності, графік збережіть.



Аналіз результатів:

1. Чи була зміна частоти серцебиття закономірною (зростала при кожному наступному присіданні)



Розвиток дослідження

1. Спробуйте провести дослідження в процесі тренування (фізичного навантаження на протязі тривалого часу).
2. Відомо, що існують різні інтенсивності тренування навантажень в залежності від частоти серцебиття. Дослідіть власне серцебиття в залежності від інтенсивності навантаження.



2016 рік