



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Прикарпатський національний університет імені
Василя Стефаника

Факультет природничих наук
Кафедра хімії

ВИЗНАЧЕННЯ КІНЕТИКИ
ФОТОДЕГРАДАЦІЇ БАРВНИКІВ ПІД
ДІЄЮ $UV/TiO_2/H_2O_2$

ІНСТРУКЦІЯ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

із дисципліни «Фізична хімія»

ІВАНО-ФРАНКІВСЬК
2021

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Тема: Визначення кінетики фотодеградації барвників під дією UV/TiO₂/H₂O₂ за допомогою смартфона.

Мета: навчитися проводити визначення кінетики проходження фотодеградації барвників за допомогою смартфона, будувати кінетичні криві, знаходити константу фотокаталітичної реакції з графіку.

Обладнання та реактиви:

P25-TiO₂ (аероксид), H₂O₂ (31,5-%), мікрофотореактор, спектрофотометр ULAB-102 UV, барвники: Конго червоний, Direct Red 23, Метилоранж; автоматична піпетка, смартфон, кювети з товщиною поглинаючого шару 5 мм, аналітичні ваги, мірна колба на 100 см³, піпетки об'ємом на 1,0; 2,0; 5,0 та 25,0 см³.

Хід роботи

1. Приготування реакційної суміші:

Зважте фотокаталізатор (P25-TiO₂) на аналітичних вагах 10, 20, 30, 40 або 50 мг, величину наважки вказує викладач. Додайте 17 мл дистильованої води. Для проведення експерименту використовується флакон ємністю 20 мл.

2. Проведіть калібрування смартфона для визначення концентрації барвника.

Барвник вказує викладач: Конго червоний, Direct Red 23 або Метилоранж.

Реєстрування всіх зображень зразків проводять на фоні чорного екрану. Для фронтального освітлення використовують лампу потужністю 7 Вт, яка забезпечує рівномірне освітлення флакону з розчином. Детектором для отримання інформації про колір реакційної суміші служить камера смартфона. Рекомендована програма, яка використовується для розпізнавання кольору має назву «Спектр» і є у вільному доступі для завантаження на Play Market. Отримані дані про кольори є основою для кількісного аналізу. Для кількісної інтерпретації результатів аналізу використовують формули, які представлені у Табл. 1. Фото фотореактора та процес запису зображень зразків показано на Рис.1.

№ п/п	Складова кольору	Формула
1	r	$\frac{R}{R + G + B}$
2	g	$\frac{G}{R + G + B}$
3	b	$\frac{B}{R + G + B}$

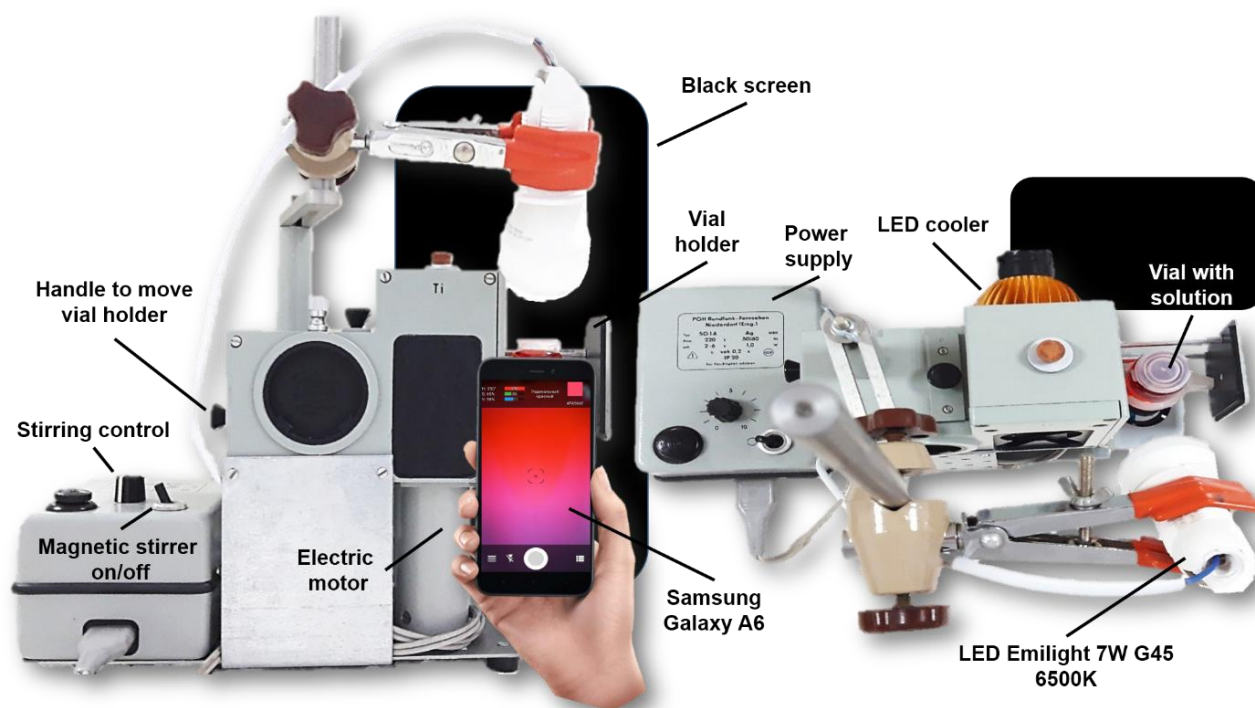


Рис. 1. Загальний вигляд мікрофотореактора

Концентрацію барвника в реакційній суміші вказує викладач: 5, 10, 25, 100 мг/л. Попередньо у колбі ємністю 100 мл приготуйте концентрований розчин барвника, рекомендована концентрація розчину 100 мг/л.

В залежності від вказаної концентрації барвника викладачем, розрахуйте необхідний об'єм концентрованого розчину барвника, який потрібно додати до суспензії фотокаталізатора у воді.

Поділіть розрахований об'єм барвника на 5-8 точок, щоб провести калібрування смартфона, приклад розрахованих об'ємів для концентрації барвника в реакційній суміші (5 мг/л), наведено у Табл. 2 (за умови концентрації вихідного розчину 100 мг/л).

Проведіть покрокове реєстрування даних RGB, після кожного додавання необхідного об'єму барвника та занесіть дані у Табл. 2. Ретельно перемішуйте за допомогою магнітної мішалки після кожного дозування. Дозування проведіть за допомогою автоматичної піпетки.

Побудуйте графік залежності r від концентрації барвника в реакційній суміші. Знайдіть рівняння прямої, підібравши з наявних: лінійне, поліноміальне, логарифмічне, те, яке описуватиметься найвищим коефіцієнтом кореляції ($R^2 \leq 1.0$).

Таблиця 2

V_x , мл	C_x , мг/л	Red	Green	Blue	r
0.000	0				
0.170	1				
0.170	2				
0.170	3				
0.170	4				
0.170	5				

Після проведення процесу калібрування додайте необхідний об'єм H_2O_2 (3 % розчин), величину якого вказує викладач, рекомендовані концентрації H_2O_2 в реакційній суміші (5, 10, 15, 25 ммоль/л). За допомогою ручки кюветотримача флакон з реакційною сумішшю поміщають у середину мікрофотореактора, включають УФ-випромінювання та магнітне перемішування.

Процес фотодеградації проводять протягом 30 хв, реєстрування зображень суміші проводять з проміжками у часі, які вказані у таблиці 3. Процес запису зображень зразка включає зупинку перемішування, висування флакону з камери та реєстрування даних RGB за допомогою смартфона. Після запису, фотодеградацію відновлюють, повернувши флакон у камеру фотореактора та ввімкнувши перемішування. Всі результати вносять в таблицю 3, у випадку барвника червоного кольору, всі розрахунки проводять за коефіцієнтом r .

Використовуючи рівняння отримане з калібрувальної кривої, розрахуйте концентрацію барвника в кожен момент часу. Побудуйте графік залежності зміни концентрації досліджуваного барвника від часу.

Таблиця 3

Час	Red	Green	Blue	$r=R/R+G+B$	C, мг/л
0					
5					
10					
15					
20					
25					
30					

Побудуйте графік залежності відношення (C/C_0) від часу.

Розрахуйте значення $\ln(C/C_0)$ для кожної точки експерименту.

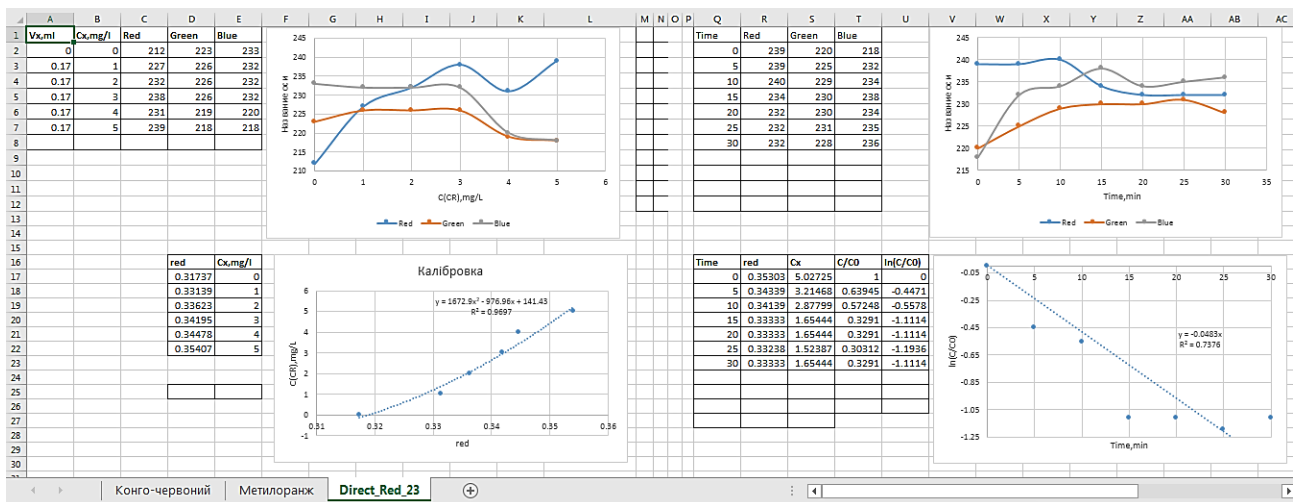
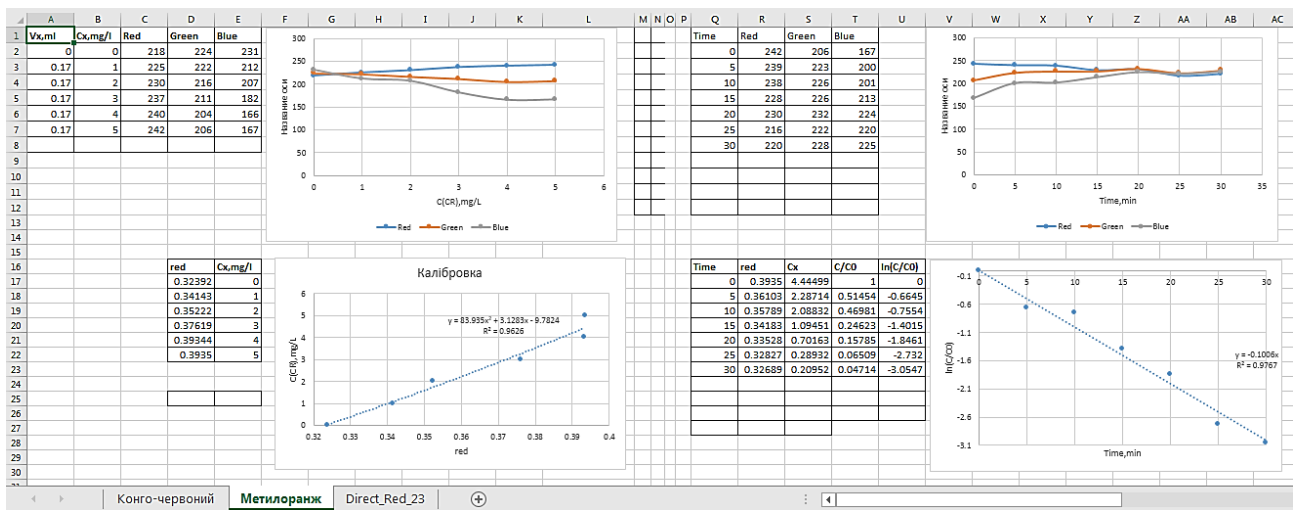
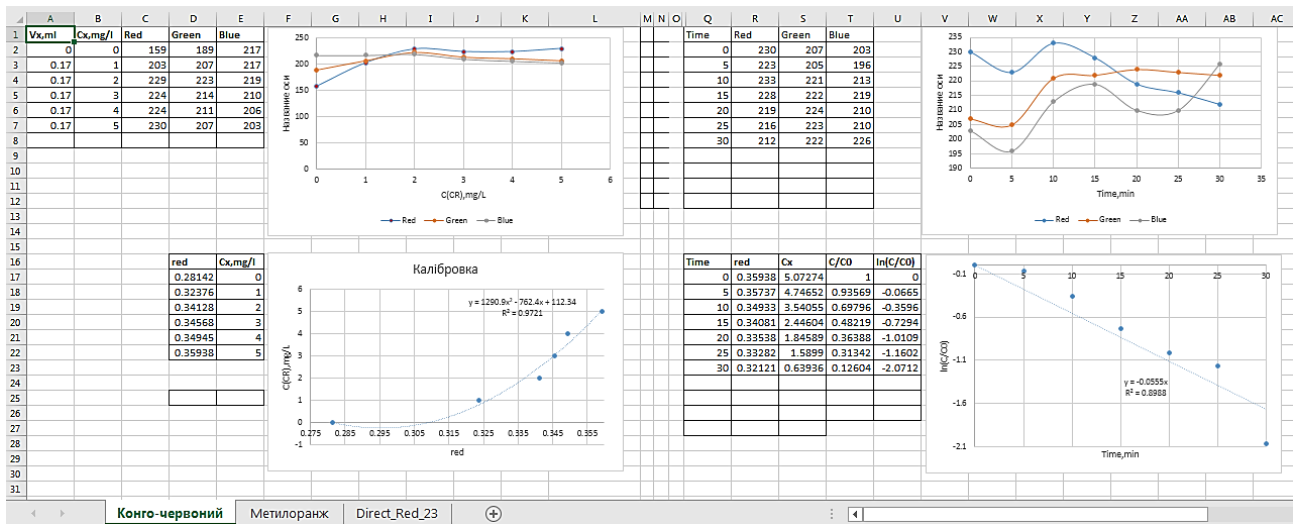
Таблиця 4.

Час	C/C_0	$\ln(C/C_0)$
0		
5		
10		
15		
20		
25		
30		

Побудуйте графік залежності відношення $\ln(C/C_0)$ від часу. Знайдіть значення нахилу лінії для даного графіку, провівши її через точку (0; 0).

Значення нахилу кривої k є константою швидкості фотокаталітичної реакції.

$k(\text{min}^{-1}) =$



Зробіть висновки.

Висновки

Контрольні питання

1. Дайте визначення процесу фотокаталізу?
2. Яким чином можна збільшити швидкість проходження фотокаталітичних реакцій?
3. За допомогою якого пристрою здійснюється реєстрація швидкості проходження фотокаталітичних реакцій в даній роботі?
4. Які барвники використовуються у якості забруднюючих речовин в даній роботі?
5. До якого класу органічних барвників вони відносяться?
6. Які поліморфні модифікації TiO_2 , ви знаєте?
7. Чим TiO_2 рутильної модифікації відрізняється від анатазної?