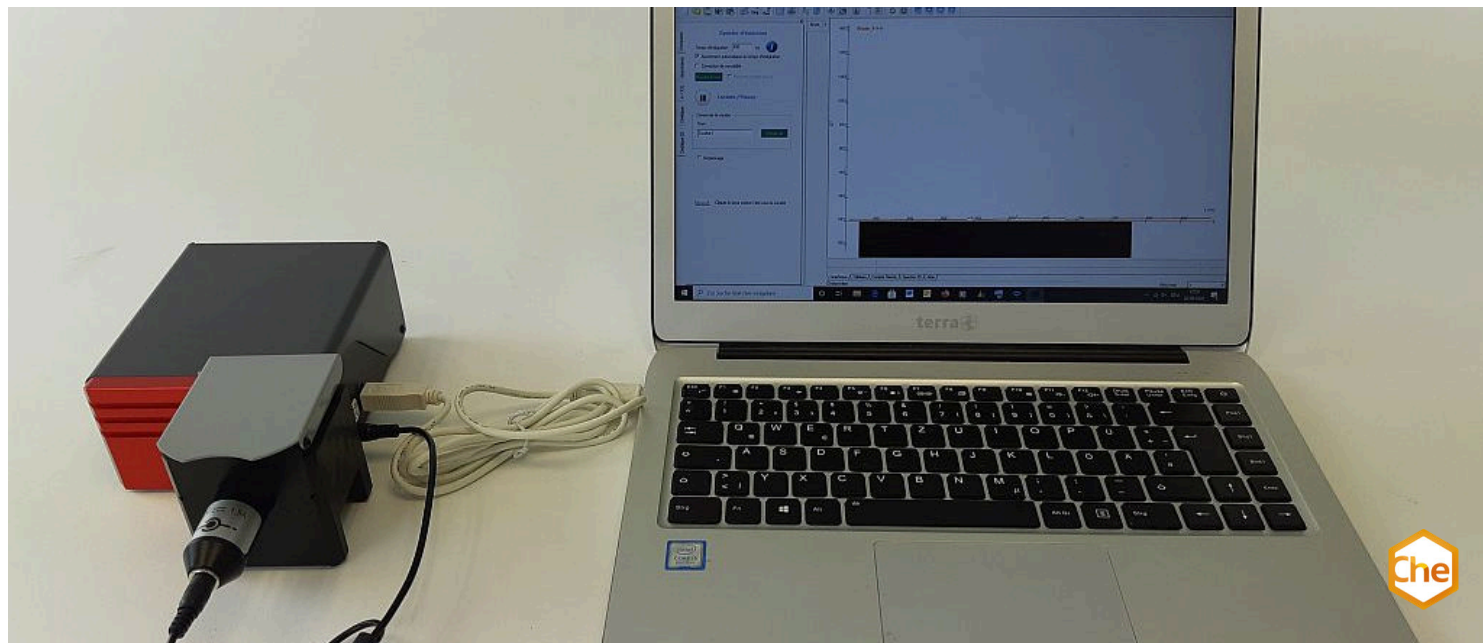


Многокомпонентный анализ со спектрофотометрией (фотометрия смешанных цветов)



В растворах, содержащих вещества разного цвета, концентрации красителей можно анализировать спектрометрическим методом без предварительного разделения веществ. Спектры чистых растворов красителей и их смесей записываются с помощью встроенного программного обеспечения для измерений. Градуировочные кривые для каждого вещества позволяют определить количество этого вещества в растворе.

Химия

Аналитическая химия

Фотометрия



Уровень сложности

средний



Кол-во учеников

2



Время подготовки

10 Минут



Время выполнения

10 Минут

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/6059f9a2fc03ee0003593473>

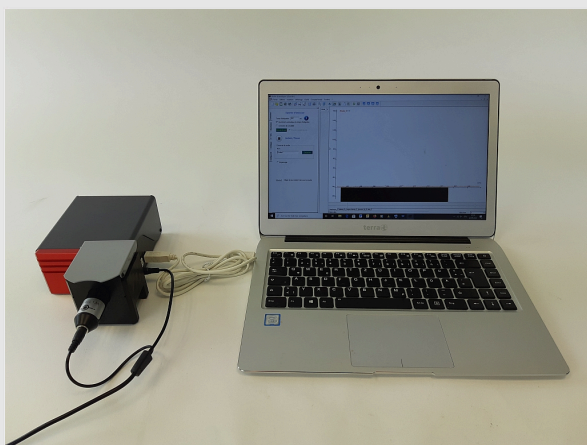
PHYWE

Общая информация



Описание

PHYWE



Экспериментальная установка

Спектроскопия позволяет одновременно определять несколько веществ в растворе пробы, даже если их спектры на некоторых длинах волн перекрываются. Для количественного определения можно использовать УФ-спектрометр.

Если краситель поглощает волны определенной длины (из непрерывного светового спектра), то при прохождении через кювету световой луч ослабевает. Зависимость интенсивности поглощения (оптической плотности) от концентрации описывается законом Ламберта-Бера.

Анализируемый образец в кювете облучается световым лучом. Поглощение отображается графически в зависимости от длины волны. Соответствующее программное обеспечение позволяет проводить количественную оценку измерения.

Дополнительная информация (1/2)

PHYWE

предварительные знания



Научный принцип



Образец красителя в кювете может быть проанализирован спектрометрическими методами при облучении светом.

Зависимость интенсивности поглощения (оптической плотности) от концентрации описывается законом Ламберта-Бера. Оптическая плотность отображается графически как функция длины волны. Соответствующее программное обеспечение теперь позволяет провести количественную оценку измерения.

В растворах, содержащих вещества разного цвета, концентрацию красителей можно анализировать спектрометрическим методом без предварительного разделения веществ.

Спектры чистых растворов красителей и их смесей регистрируются с помощью фотометра. Калибровочные кривые для каждого вещества позволяют нам определить количество этого вещества в растворе.

Дополнительная информация (2/2)

PHYWE

Цель обучения



Задачи



Если в растворе присутствует несколько компонентов, концентрации отдельных веществ не могут быть определены путем измерения определенной длины волны λ . Таким образом, исследуется весь УФ / видимый спектр.

Для этого непрерывно измеряется длина волны λ всего УФ / видимого излучения. Затем к каждой длине волны λ применяется закон Ламберта-Бера

- Смешайте два красителя и залейте их в кювету.
- Откалибруйте спектрометр
- Поместите кювету в спектрометр.
- Используйте программу « $A = f(\lambda)$ » для выполнения многокомпонентного анализа с помощью спектрофотометрии.

Правила техники безопасности (1/2)

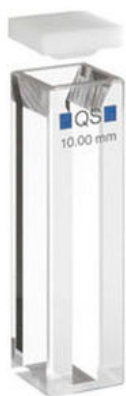
PHYWE



- К этому эксперименту применяются общие инструкции по безопасному проведению экспериментов при преподавании естественных наук.
- Правила работы с опасными веществами приведены в соответствующих паспортах безопасности.

Правила техники безопасности (2/2)

PHYWE



Правильное
использование

Спектрофотометрия очень чувствительна из-за примесей. Мутность растворов может вызвать неправильное гашение из-за рассеяния.

Поэтому важно следить за тем, чтобы растворы не были мутными. Убедитесь, что в кювете нет пузырьков газа.

Всегда вставляйте кюветы в держатель в одинаковом направлении по отношению к источнику излучения. Для лучшей воспроизводимости результатов используйте одну и ту же кювету. Никогда не прикасайтесь к оптически активным поверхностям кюветы, а только к ее матовой поверхности.

Теория

PHYWE

Закон Ламберта-Бера

$$E = \lambda \cdot d \cdot c$$

где

- E = интенсивность поглощения
- λ = длина волны
- d = диаметр кюветы
- c = концентрация красителя в растворе

Красители по своей природе представляют собой в основном смеси различных красителей. Если два красителя находятся в одном растворе, концентрацию одного красителя можно определить с помощью закона Ламберта и Бера.

Если краситель поглощает волну определенной длины (из непрерывного светового спектра), световой луч ослабевает при прохождении через кювету. Зависимость интенсивности поглощения (оптической плотности) от концентрации описывается законом Ламберта-Бера.

Анализируемый образец в кювете облучается световым лучом. Поглощение (экстинкция) отображается графически как функция длины волны. Соответствующее программное обеспечение, которое используется в этом эксперименте, позволяет количественно оценить измерение.

Оборудование

| Позиция | Материал | Пункт No. | Количество |
|---------|---|-----------|------------|
| 1 | Спектрофотометр оптоволоконный | 35620-00 | 1 |
| 2 | Мерная колба, 100 мл, NS12/21 | 36548-00 | 9 |
| 3 | Градуированная пипетка, 25 мл | 36602-00 | 1 |
| 4 | Шпатель, спец. сталь, l=150 мм | 33393-00 | 1 |
| 5 | Воронка, для насыпания, d=100 мм, PP | 36893-00 | 1 |
| 6 | Синь, 25 г | 48376-04 | 2 |
| 7 | Промывалка, пластмасса, 500 мл | 33931-00 | 1 |
| 8 | Фуксиновая кислота, рубин, 25 г | 31813-04 | 2 |
| 9 | Вода, дистиллирован., 5 л | 31246-81 | 1 |
| 10 | Кабель передачи данных, USB штекер A/B, 1,8 м | 14608-00 | 1 |
| 11 | Большие кюветы, 4 мл, 100 шт. | 35663-10 | 1 |

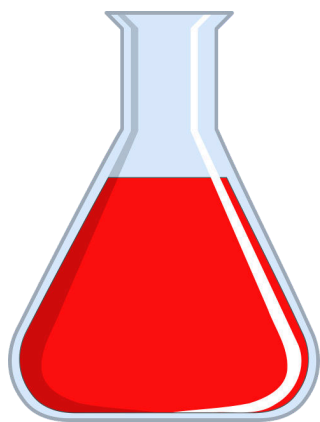
PHYWE



Подготовка и выполнение работы

Подготовка (1/5)

PHYWE



Подготовка растворов

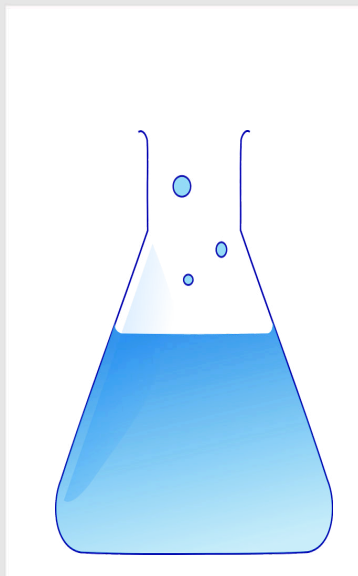
Приготовление раствора фуксиновой кислоты:

Для получения исходного раствора отмерьте 1,6 мг фуксиновой кислоты в мензурку объемом 100 мл и долейте 100 мл дистиллированной воды. В семь мензурок объемом 100 мл перенесите пипеткой следующие количества раствора фуксиновой кислоты: 2,5 мл; 5 мл; 7,5 мл; 10 мл; 15 мл; 20 мл; 25 мл.

Заполните каждую колбу водой до 100 мл.

Подготовка (2/5)

PHYWE



Подготовка растворов

Подготовка раствора синего патентованного V:

Отмерьте прибл. 10,4 мг раствора синего патентованного V в мензурку объемом 100 мл. Долейте до 100 мл дистиллированной воды. Сделайте смесь красителей из фуксина и синего патентованного V. Внесите пипеткой 20 мл раствора синего патентованного V и 15 мл раствора фуксиновой кислоты в мензурку объемом 100 мл и долейте воды до 100 мл.

Полученные растворы плюс стандартный раствор - это те растворы, которые необходимо изучить. В этом эксперименте рекомендуется начинать с наименее концентрированного раствора и каждый раз промывать градуированную кювету небольшим количеством исследуемого раствора. Поскольку кюветы имеют тенденцию незначительно отличаться по толщине слоя, для одной серии измерений следует использовать одну и ту же кювету.

Подготовка (3/5)

PHYWE

В этом эксперименте интегрированное программное обеспечение в устройстве не требует установочного диска. Спектрометр можно использовать сразу после подключения спектрометра через USB-интерфейс к ПК и установки программного обеспечения.

Питание осуществляется от отдельного источника питания 12 В, входящего в комплект поставки. Для проведения эксперимента необходим Y-образный кабель для подключения обеих частей спектрометра к источнику питания.

Важными частями прибора являются световая камера (в которую помещается кювета с образцом) и спектрометр.



Подготовка (4/5)

PHYWE



Сначала соедините источник света и спектрометр с источником питания. Возьмите Y-образный кабель и подключите его к источнику питания (фото слева).

Подключите Y-образный кабель с одной стороны к световой камере (прибор справа на рисунке), а с другой - к спектрометру (прибор слева на рисунке).

Не подключайте источник питания к штепсельной розетке до тех пор, пока не будут подсоединены световая камера и спектрометр (см. следующую страницу).

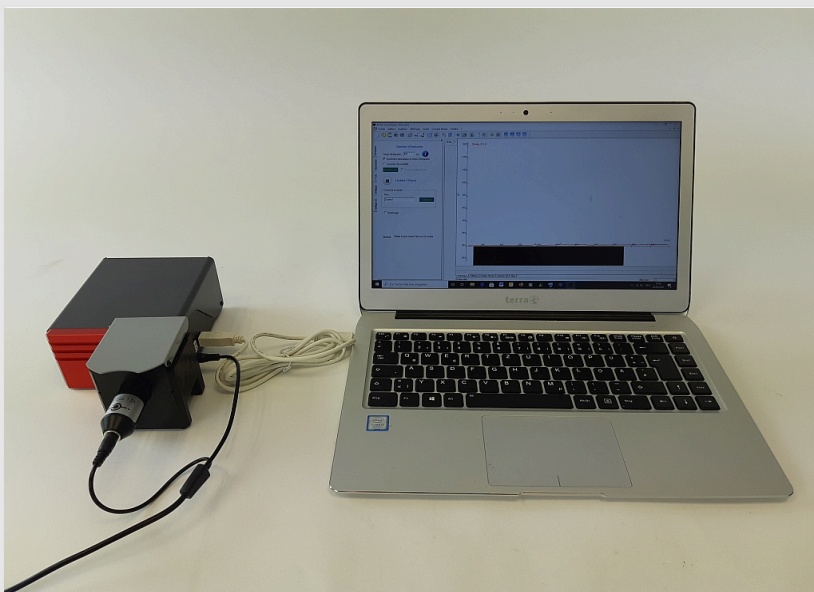
Подготовка (5/5)

PHYWE

Соедините обе части (камеру и спектрометр) вместе (как показано на рисунке справа). Соединение осуществляется с помощью магнита.

Поместите световую камеру прямо перед спектрометром. Для этого эксперимента оптоволоконный кабель для соединения световой камеры и спектрометра не понадобится.

Подключите спектрометр к компьютеру с помощью USB-кабеля, который входит в комплект поставки.

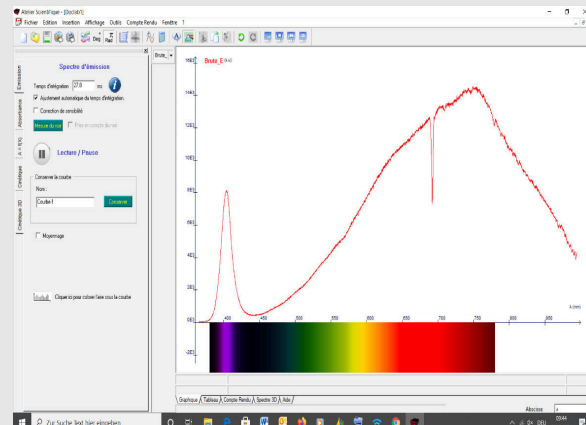


Выполнение работы (1/4)

PHYWE

Перед каждым измерением поглощения или пропускания необходимо выполнить калибровку нуля (также называемого «темным измерением») и эталонного спектра. Режим поглощения позволяет измерять оптическую плотность и / или коэффициент пропускания образца в зависимости от длины волны.

Каждая программа выполняет калибровку. Для эксперимента Ламберта-Бера выберите программу « $A = f(x)$ ». Для калибровки спектрометра необходима кювета, заполненная растворителем (\Rightarrow водой) для получения эталонного спектра. Для выполнения темного спектра понадобится черный металл (входит в комплект поставки), который помещают между источником света и кюветой.



Обзор программного обеспечения спектрометра

Выполнение работы (2/4)

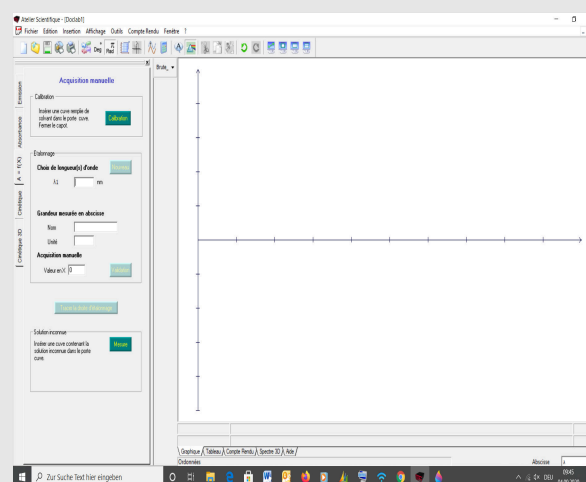
PHYWE

Обратите внимание на то, что калибровочные кривые никогда не бывают универсальными, поскольку абсолютные концентрации красителя в растворах очень низкие, а кюветы имеют определенный допуск.

Поэтому для каждой новой серии измерений следует составлять новые калибровочные кривые.

После выбора функции " $A=f(x)$ " сначала необходимо выполнить калибровку эталонного и темного спектра.

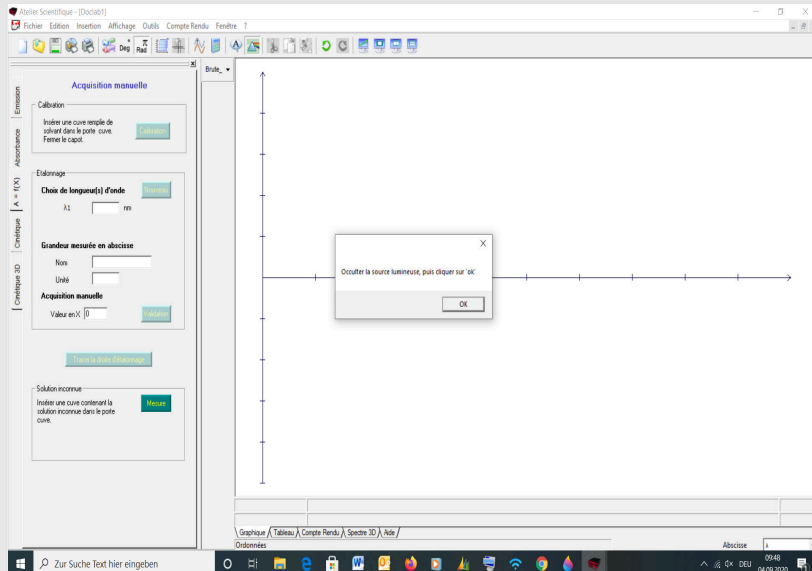
Поставьте кювету с водой (в качестве растворителя) в световую камеру. Запустите функцию калибровки (первая кнопка в программе, см. рисунок справа).



Функция " $A = f(x)$ ".

Выполнение работы (3/4)

PHYWE



После выполнения эталонного спектра необходимо выполнить калибровку в темноте.

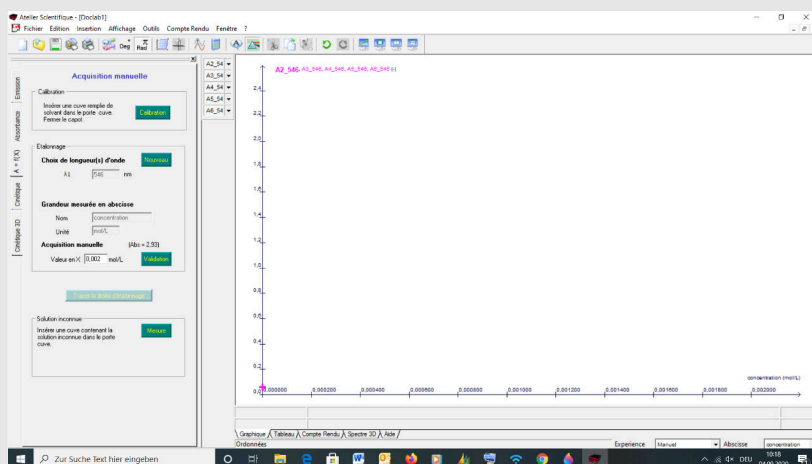
Устройство (открыв окно) сообщает Вам, когда Вы это сделали.

Возьмите черный металл (входит в комплект поставки) и поместите его в световую камеру перед кюветой.

Нажмите "ОК", чтобы начать измерение красителя.

Выполнение работы (4/4)

PHYWE



Измерение серии красителей

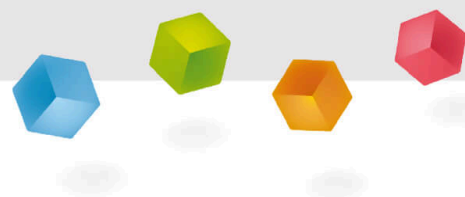
После калибровки уберите темный металл из световой камеры.

Введите в программное обеспечение длину волны для конкретного образца (для фуксина около 546 нм). Введите характерный размер и его единицы, как правило, концентрацию анализируемых растворов (например, «концентрация» и «моль / л» или «г / мл»).

Введите значение концентрации каждого образца и нажмите кнопку "Проверка".

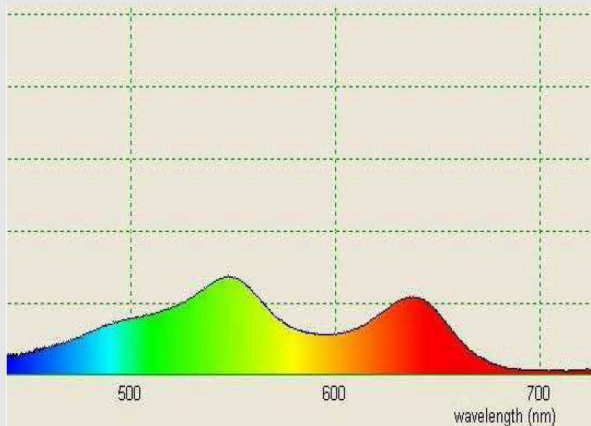
PHYWE

Оценка



Оценка (1/3)

PHYWE



Сканирование длины волны смеси

Максимумы поглощения двух красителей (фуксин и синий патентованный V) существенно отличаются друг от друга и не влияют друг на друга. Таким образом, можно проводить одновременный фотометрический анализ раствора без предварительного выделения каждого вещества из смеси.

На рис. слева показаны спектры поглощения фуксиновой кислоты и патентованного синего V в растворе. Разность между максимумами абсорбции этих двух веществ составляет приibl. 100 нм.

Остаточное поглощение каждого красителя при максимуме поглощения не влияет на другого красителя. Для проверки концентрации можно использовать закон Бера и Ламберта.

Оценка (1/3)

PHYWE

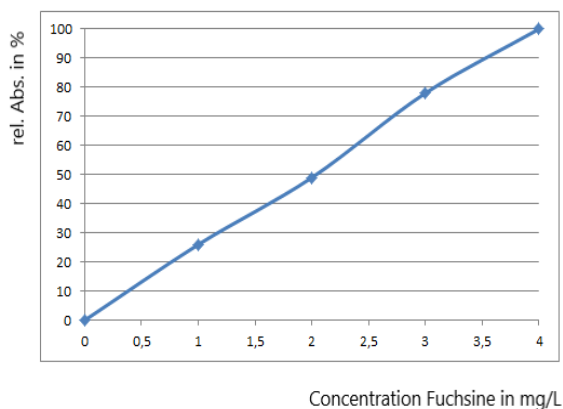


Диаграмма фуксина

Когда красный раствор фуксиновой кислоты смешивается с раствором синего патентованного V, он окрашивается в пурпурный цвет. Можно определить долю (концентрацию) фуксиновой кислоты в этом пурпурном растворе (при максимальной абсорбции 546 нм).

С этой целью анализируется серия растворов фуксиновой кислоты и строится калибровочная кривая для ввода значений экстинкции в зависимости от доли исходного раствора фуксиновой кислоты.

Определение экстинкции происходит при 546 нм. Концентрация раствора фуксиновой кислоты прямо пропорциональна экстинкции / поглощению. При любом значении экстинкции / поглощения концентрацию фуксина в растворе можно определить по диаграмме.

Оценка (3/3)

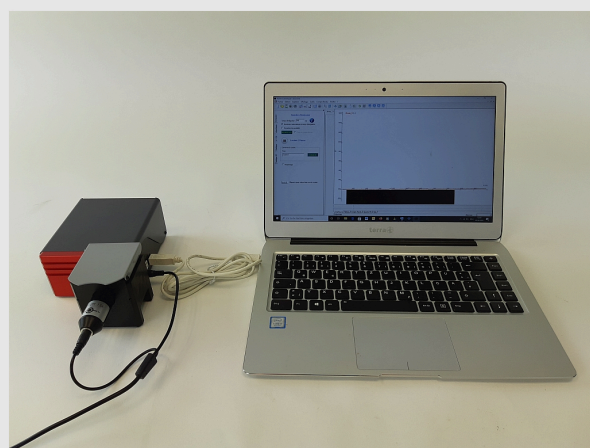
PHYWE

Формула

$$E = \lambda \cdot d \cdot c$$

описывает закон ...

- ☐ Закон Гейзенберга
- ☐ Закон Ламберта-Бера
- ☐ Закон Вольфганга

☒ Проверить

Экспериментальная установка

Слайд

Оценка/Всего

Слайд 22: Закон ...

0/1

Общий балл



Показать решения



Вспомнить