

Изучение фотометрического закона расстояния с Cobra SMARTsense



Физика

Свет и оптика

Распространение света



Уровень сложности



Кол-во учеников



Время подготовки



Время выполнения

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5f3024b9fc63b30003a9ee88>

PHYWE

Общая информация

Описание

PHYWE

Фотометр

Области применения фотометрии можно найти в:

- Химии: для измерения количества органического или неорганического вещества в растворе, для определения питательных веществ в почве и так далее.
- Астрономии: для определения характеристик и яркости звезд и других небесных тел.

Дополнительная информация (1/2)



предварительные знания



Научный принцип



Телесный угол является мерой пространства вокруг источника света, который является отношением сферической поверхности к квадрату ее радиуса $\Omega = \frac{A}{r^2}$.

Дополнительная информация (2/2)



Цель обучения



Задачи



Сила света зависит от расстояния датчика света до источника света. Необходимо определить закон для точечных источников света.

1. Сила света, излучаемого точечным источником, определяется как функция расстояния от источника.
2. Фотометрический закон расстояния проверяется при построении графика зависимости силы света от величины обратной квадрату расстояния.

Инструкции по технике безопасности



К этому эксперименту применяются общие инструкции по безопасному проведению экспериментов при преподавании естественных наук.

Теория (1/3)



Точечный источник света с силой света (Кандела/Кд) излучает световой поток Φ (люмен/лм) по телесному углу ω . Сила света в элементе телесного угла $d\omega$ приводит к:

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega} [cd]$$

Для протяженных в пространстве источников света (также таких, которые сами по себе не излучают свет, но являются отражающими), яркость B определяется как:

$$B = \frac{dI}{d\alpha} \left[\frac{cd}{cm^2} \right]$$

Если область dA^* освещена световым потоком $d\Phi$, освещённость E (Люкс/лк) определяется по формуле:

$$E = \frac{d\Phi}{dA^*} [lx]$$

Теория (2/3)

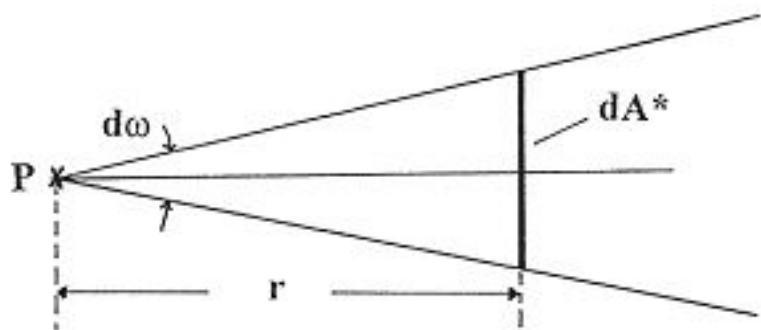


Схема определения фотометрического закона расстояния

На рисунке представлено схематическое изображение освещения элемента поверхности dA^* точечным источником света P . Сила света источника равна I , а расстояние от него до элемента поверхности равно r , линия, перпендикулярная элементу поверхности, указывает направление линии соединения с источником света.

Теория (3/3)

Освещённость E определяется по формуле:

$$E = \frac{d\Phi}{dA^*} = \frac{d\Phi/d\omega}{d\omega/dA^*} .$$

С $d\omega = dA^*/r^2$ получаем уравнение:

$$E = \frac{I}{r^2}$$

Это уравнение описывает фотометрический закон расстояния. В соответствии с этим освещённость E поверхности уменьшается пропорционально квадрату расстояния r при постоянной силе света I .

Оборудование

Позиция	Материал	Пункт №.	Количество
1	Cobra SMARTsense - Движение, 0,2 ... 2 м (Bluetooth + USB)	12908-01	1
2	Cobra SMARTsense - Освещение, 1 ... 128 kLx (Bluetooth + USB)	12906-01	1
3	Программное обеспечение "measureLAB" многократная лицензия	14580-61	1
4	Ламповый патрон E14 на стержне	06175-00	1
5	Лампа накаливания 6 В/5 А, E14	06158-00	1
6	PHYWE Источник питания пост. ток: 0...12 В, 2 А / перемен. ток: 6 В, 12 В, 5 А	13506-93	1
7	Трубка-стойка с зажимом	02060-00	1
8	Цилиндрическая опора expert	02004-00	2
9	Шкала для демонстр. доски	02153-00	1
10	Настольный зажим	02011-00	1
11	Экран, металл., 300x300 мм	08062-00	1
12	Держатель для датчиков	12960-00	2
13	USB зарядное устройство	07938-99	2
14	Штативный стержень, нерж. ст., l=250 мм, d = 10 mm	02031-00	2
15	Прямоугольный зажим	02054-00	2
16	Штативный стержень, нерж. ст., l=100 мм	02030-00	1

Дополнительное оборудование



Позиция	Материал	Количество
1	ПК/Андроид планшет или iPad	1

PHYWE



Подготовка и выполнение работы

Подготовка (1/3)

PHYWE



Экспериментальная установка

Соберите экспериментальную установку, как показано на рисунке.

Выровняйте плоскость нити накала лампы так, чтобы она была обращена к датчику освещенности. Отрегулируйте датчик таким образом, чтобы он при перемещении оставался ориентированным на нить накала лампы. Оба они должны быть установлены на одинаковой высоте над столом.

Используйте одну из двух опорных стоек для установки лампы.

Подготовка (2/3)

PHYWE



Cobra SMARTsense -
Освещенность

С помощью второй опорной стойки прикрепите датчик освещенности Cobra SMARTsense-Освещенность горизонтально, перед лампой.

Первоначальное расстояние между лампой и датчиком должно составлять примерно 15 см. Для этого поместите стойку лампы концом на отметку - 1 м, а стойку датчика на расстояние - 15 см.

Подготовка (3/3)

PHYWE



Cobra SMARTsense "Движение"

Закрепите датчик движения CobraSMARTsense-
Движение в конце стола.

Затемните комнату или защитите эксперимент от
прямого солнечного света.

Выполнение работы

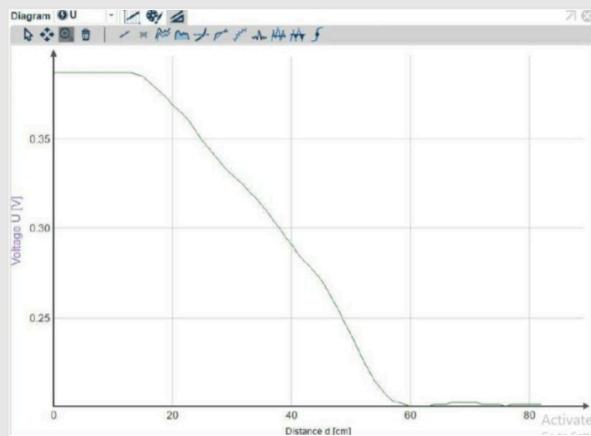
PHYWE

Включите датчик освещенности, нажав кнопку питания. Запустите PHYWE measureLAB и убедитесь, что на устройстве активирован Bluetooth. Выберите датчик освещенности в списке датчиков, а в качестве измеряемой величины - интенсивность света (E). Установите «Расстояние» в качестве измеренного значения по оси x.

Чтобы измерить с помощью датчика движения расстояние, установите датчик освещенности в исходное положение (на расстоянии 15 см от лампы накаливания). Например, если датчик движения дает значение 0,70 м, то для получения расстояния между датчиком света и лампой Вы должны изменить это значение на 0,85 (0,70 м + 0,15 м).

Начните измерение, нажав и медленно перемещая (около 0,5 см / с) датчик освещенности по шкале от лампы накаливания. На расстоянии примерно 70 см Вы можете прекратить измерение, нажав кнопку «Стоп», поскольку сила света теперь стала очень низкой, и кроме того, доля рассеянного света относительно велика.

Задание 1 (1/4)



Сила света как функция расстояния

Сила света отображается в зависимости от фактического расстояния между лампой накаливания и датчиком.

Задание 2 (2/4)



Зависимость силы света от величины обратной квадрату расстояния d

Для дальнейшего анализа значения обратной величины:

- Создайте преобразование канала квадрата обратного значения. Просто перетащите измеренные значения расстояния d в базу данных и введите формулу. Выберите сгенерированный квадрат обратного значения и Ваши измеренные значения силы света.
- Выберите диаграмму параметров, чтобы отобразить обратное значение в зависимости от силы света. На отображаемой диаграмме выберите обратное значение в качестве оси x.

Задание 3 (3/4)

Вставьте слова в пробелы в тексте:

Сила света определяется как количество излучаемого [] по всему []. Так как площадь поверхности сферы [] квадрату радиуса, то освещаемая площадь [] по мере удаления от источника. Следовательно, сила света [] пропорциональна [] расстояния между поверхностью и источником.

пропорциональна
увеличивается
обратно
углу
квадрату
светового потока

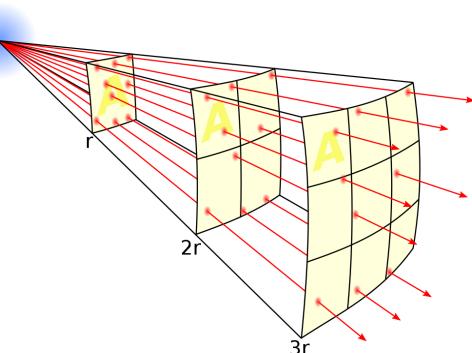
Проверить

Задание 4 (4/4)

Освещенность поверхности зависит от:

- направления
- мощности источника света
- расстояния от поверхности до источника.

Проверить



Закон обратных квадратов

Слайд Оценка / Всего

Слайд 18: Световой поток 0/6

Слайд 19: Освещение поверхности 0/3

Общий балл

0/9



Показать решения



Вспомнить

12/12