

Поглощение и люминесценция. Приборы и оборудование

Условие

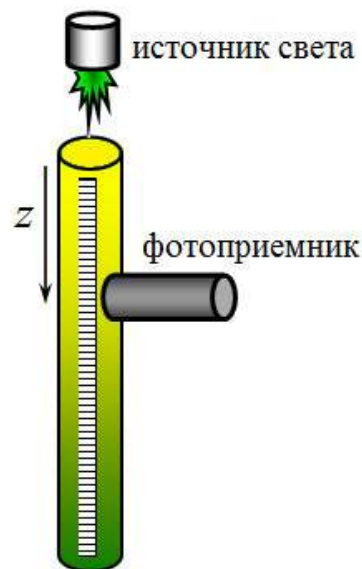
Задача 2. Поглощение и люминесценция.

Приборы и оборудование: пробирка с люминесцирующим раствором родамина 6Ж в штативе со шкалой, источник света (светодиод) с блоком питания, фотоприемник (фотодиод), переменный резистор, мультиметр, соединительные провода.

Люминесценция – это вторичное излучение после поглощения света. В данной работе исследуется люминесценция водного раствора сложного органического соединения родамина 6Ж. Интенсивность люминесценции пропорциональна количеству поглощенной световой энергии.

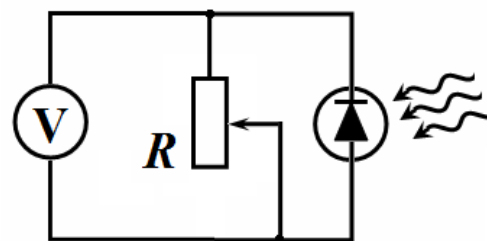
При прохождении света через поглощающую среду изменение интенсивности света при прохождении через тонкий слой Δz пропорционально интенсивности падающего света и толщине слоя

$$\Delta I = -kI\Delta z, \quad (1)$$



где k - коэффициент поглощения света. Закрепите пробирку в лапке штатива вертикально, над ней (в непосредственной близости от ее края) расположите источник света. Направьте световой пучок строго вдоль пробирки. Для измерения интенсивности света используйте фотоприемник, непосредственно приставляя его к стенке пробирки. Положение фотоприемника измеряйте по шкале, прикрепленной к пробирке. Для измерения интенсивности света используйте электрическую схему, изображенную на рисунке. Сопротивление резистора должно быть равно 10-15 кОм (для установки этого значения используйте мультиметр). При освещении фотоприемника напряжение на резисторе пропорционально интенсивности падающего света.

1. Измерьте зависимость интенсивности люминесценции как функцию расстояния от края раствора z . Постройте график полученной зависимости $I_{\text{люм}}(z)$. 2. Источник света не формирует параллельный поток лучей. Поэтому даже в отсутствие поглощения света интенсивность света зависит от расстояния до источника. Измерьте зависимость интенсивности света, испускаемого источником от расстояния до источника $I_0(z)$.



Рекомендуем, не изменяя положения источника, слегка сдвинуть пробирку, и провести измерения, повернув фотоприемник на источник.

3. Используя полученные экспериментальные данные, выделите диапазон высот z , в котором выполняется закон поглощения света (1). Определите коэффициент поглощения света в этом диапазоне. Оцените погрешность полученного значения.

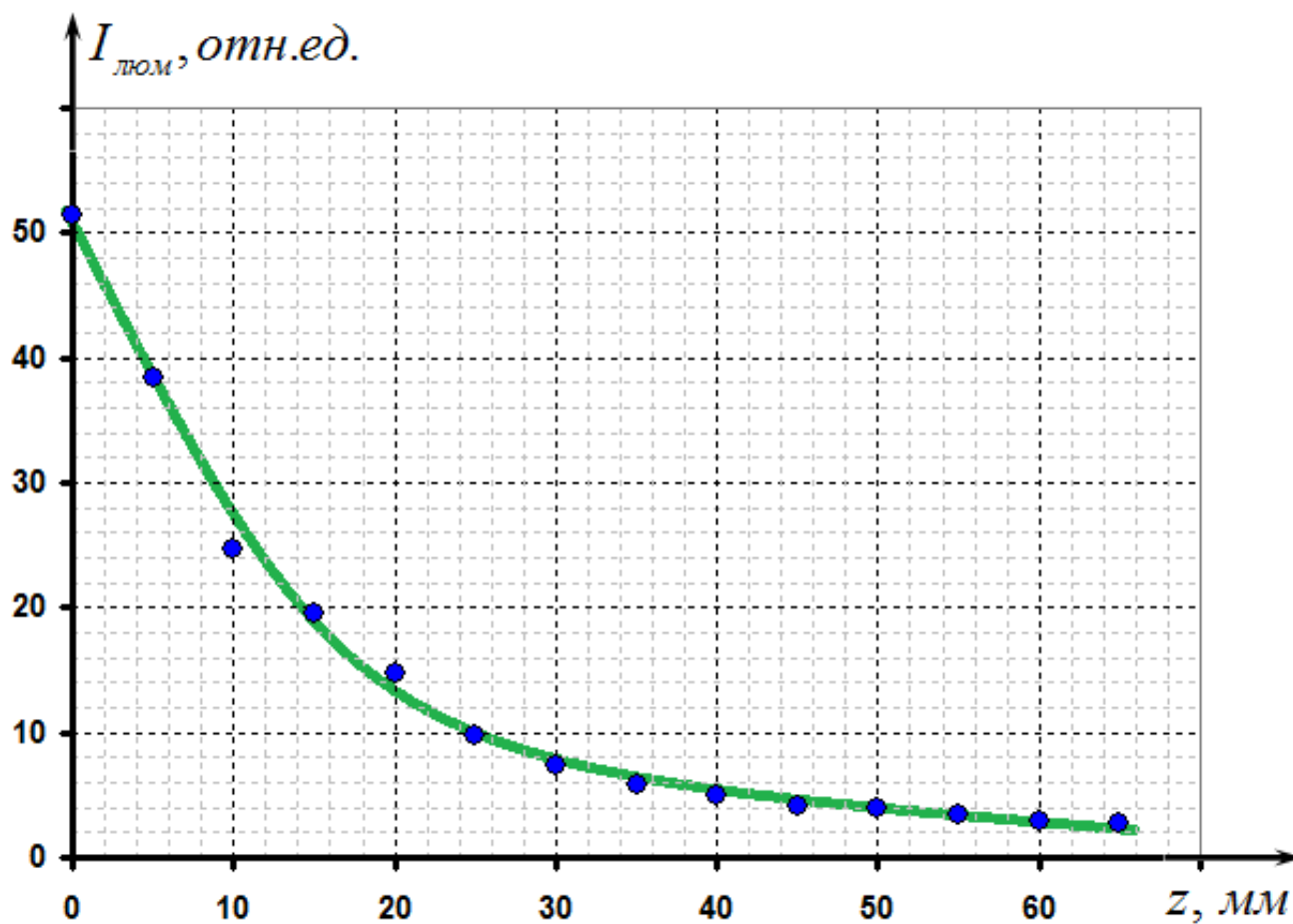
Решение

Задача 11-2. Поглощение и люминесценция.

Результаты измерений зависимости интенсивности люминесценции от расстояния до края раствора приведены в Таблице. Ниже показан график полученной зависимости.

Таблица результатов измерений и расчетов.

z , мм	$I_{\text{люм}}$	I_0	$g(z)$	$\ln \frac{I_{\text{люм}}}{I_{\text{люм}(0)} \cdot g(z)}$
0	51,5	458	1,00	0,00
5	38,4	449	0,98	-0,27
10	24,7	439	0,96	-0,69
15	19,6	431	0,94	-0,91
20	14,7	424	0,93	-1,18
25	9,8	416	0,91	-1,56
30	7,4	410	0,90	-1,83
35	5,9	403	0,88	-2,04
40	5	398	0,87	-2,19
45	4,2	393	0,86	-2,35
50	3,9	386	0,84	-2,41
55	3,4	381	0,83	-2,53
60	3	378	0,83	-2,65
65	2,7	373	0,81	-2,74



Также в таблице приведены результаты измерений зависимости интенсивности света $I_0(z)$ от расстояния до источника без поглощающей среды. Для расчета коэффициента поглощения раствора следует учесть 2 фактора, приводящие к уменьшению интенсивности:

геометрический $g(z)$, связанный с расходимостью светового пучка, и поглощение света. Из формулы приведенной в условии задачи следует, что зависимость интенсивности люминесценции от расстояния имеет вид

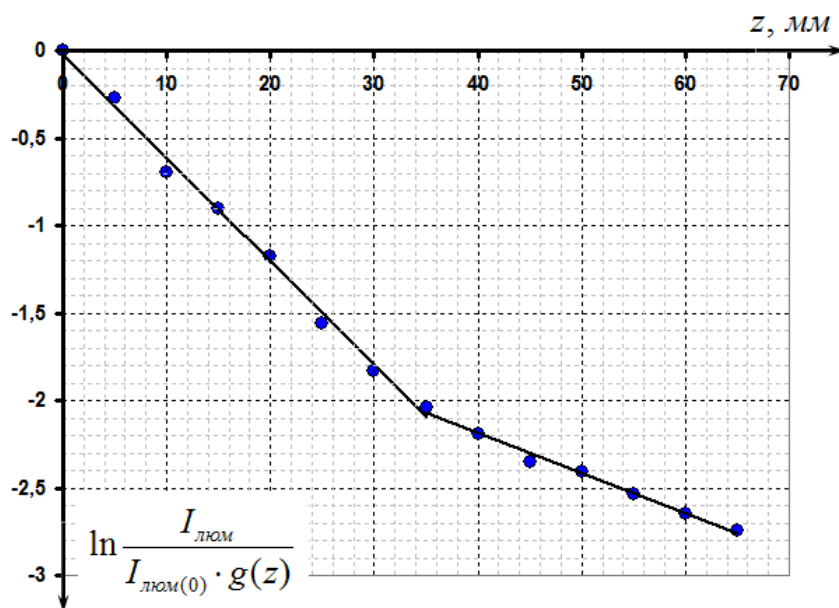
$$I_{\text{люм}}(z) = I_{\text{люм}(0)} g(z) \exp(-kz) \quad (1)$$

Геометрический фактор можно найти по измеренной зависимости интенсивности света от источника без поглощения:

$$g(z) = \frac{I_0(z)}{I_0(0)} \quad (2)$$

Зависимость (1) является линейной, если ее представить в полупологарифмическом масштабе

$$\ln \frac{I_{\text{люм}}}{I_{\text{люм}(0)} \cdot g(z)} = -kz \quad (3)$$



На рисунке показан график этой зависимости. Видно, что начальный участок графика является линейным (как впрочем, и конечный). Коэффициент наклона графика дает значение коэффициента поглощения, который оказался равным $k \approx 0,06 \text{ мм}^{-1}$. Погрешность данного коэффициента может быть оценена по методу наименьших квадратов. Нижнему участку графика доверия меньше, так как в этом диапазоне интенсивность люминесценции оказывается малой, поэтому существенную роль играют погрешности измерений (главным образом постоянная засветка).