$$x_{1,2} = \frac{b}{2a}\left(1 \pm \sqrt{\frac{4akT}{b^2}}\right). \qquad (15)$$

Теперь можно найти значения r_1 и r_2:

$$r_{1,2} = r_0(1 \pm \delta)^{-\frac{1}{6}} \approx r_0(1 \mp \frac{\delta}{6} + \frac{7}{72}\delta^2), \qquad (16)$$

где обозначено $\delta = \sqrt{\frac{4arT}{b^2}}$ и использовано разложение степенной функции с учетом членом второго порядка малости. Среднее расстояние между атомами найдем, усредняя r_1 и r_2:

$$\bar{r} = \frac{r_1 + r_2}{2} = r_0\left(1 + \frac{7}{72}\delta^2\right) = r_0\left(1 + \frac{7akT}{18b^2}\right). \qquad (17)$$

Сравнивая выражение (17) с формулой термического расширения $l = l_0(1 + \alpha\Delta T)$, находим линейный коэффициент термического расширения

$$\boxed{\alpha = \frac{7ak}{18b^2}}. \qquad (18)$$

4.Степень почернения фотопластинки пропорциональна экспозиции - произведению интенсивности света на время засветки. Если интенсивность света изменяется в течении времени фотографирования, то для вычисления степени почернения необходимо просуммировать экспозиции по тем промежуткам в течении которых интенсивность света постоянна. В разных точках трека световые импульсы перекрываются по разному (либо не перекрываются вовсе). В момент перекрытия импульсов интенсивность возбуждения возрастает в 2 раза, следовательно, интенсивность люминесценции возрастает в 4 раза. Этим объясняется наличие области большего почернения на фотографии трека. Заметим, что в случае обычной люминесценции или рассеяние «след» импульса имел бы постоянную засветку.

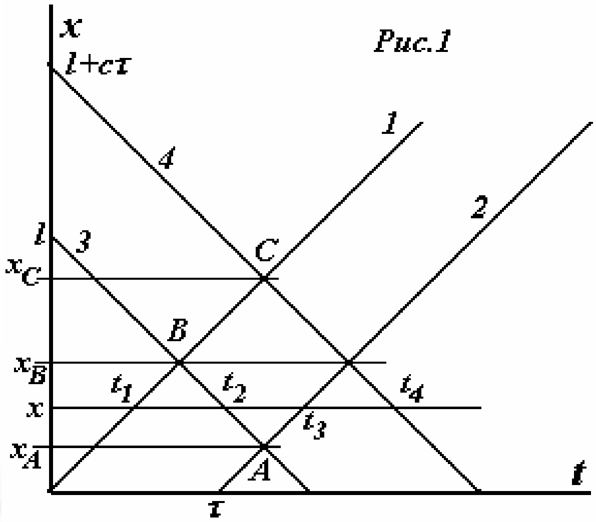
Построим графики законов движения передних и задних фронтов первого, распространяющегося вправо, и второго, распространяющегося влево, импульсов:

1) передний фронт первого импульса $x_1 = ct$;

2)задний фронт первого импульса $x_2 = c(t - \tau)$;

3) передний фронт второго импульса $x_3 = l - ct$;

4) задний фронт второго импульса $x_4 = l - c(t - \tau)$.



В этих уравнениях c- скорость света в растворе; l- длина кюветы; τ - длительность импульса. Как видно из графиков импульсы перекрываются в области от точки A до точки C, а в точке B- перекрытие импульсов полное. Координаты этих точек легко найти из уравнений движения:

$$x_A = \frac{l - c\tau}{2}; x_B = \frac{l}{2}; x_C = \frac{l + c\tau}{2}\ .$$

При $x < x_A$ возбуждающие импульсы не перекрываются, поэтому суммарная засветка пленки в этих точках равна $E_1 = 2bI_0^2\tau$, где b- некоторый постоянный коэффициент.

При $x_A < x < x_B$ степень засветки следует рассчитывать по формуле

$$E_2 = bI_0^2(t_2 - t_1) + b(2I_0)^2(t_3 - t_2) + bI_0^2(t_4 - t_3),$$

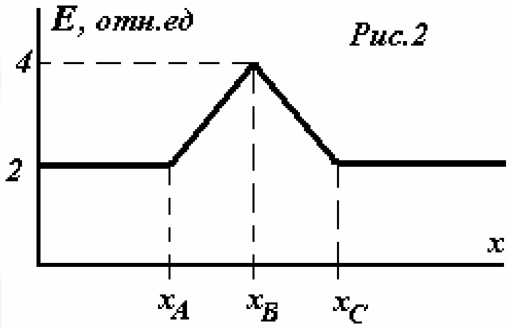
где смысл используемых моментов времени ясен из рисунка. Эти моменты времени также легко могут быть найдены из законов движения. Аккуратный подсчет засветки в этой области приводит к результату

$$E_2 = bI_0^2(4\tau - 2\frac{l - 2x}{c}).$$

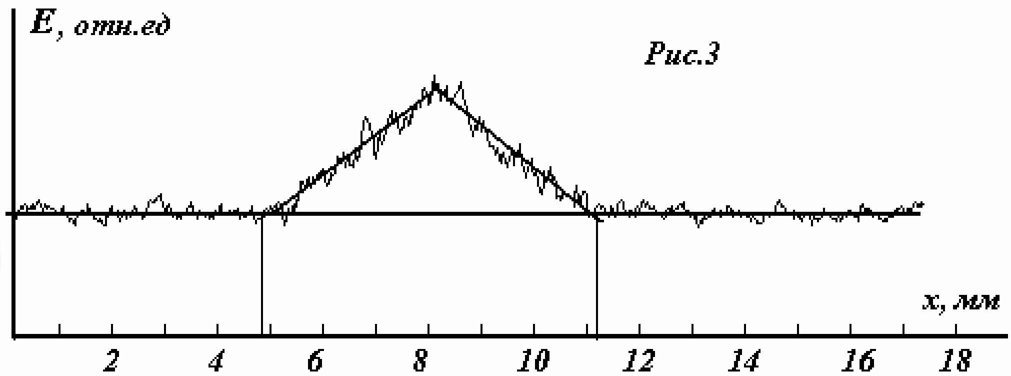
При $x > x_B$ функция отображается симметрично - для чего следует заметь величину $l - cx$ на $l + cx$. Таким образом полностью искомая зависимость степени почернения от координаты имеет вид:

$$\boxed{E = \begin{cases} 2bI_0^2, \quad при \quad x < \dfrac{l - c\tau}{2} \\ bI_0^2(4\tau - 2\dfrac{l - 2x}{c}), \quad при \quad \dfrac{l - c\tau}{2} < x < \dfrac{l}{2} \\ bI_0^2(4\tau - 2\dfrac{l + 2x}{c}), \quad при \quad \dfrac{l}{2} < x < \dfrac{l + c\tau}{2} \\ 2bI_0^2, \quad при \quad x > \dfrac{l + c\tau}{2} \end{cases}}$$

График этой функции представлен на рис.2. Легко заметить, что разность $x_C - x_A = c\tau$, т.е. ширина максимума равна длине импульса в растворе, откуда без труда вычисляется его длительность.



В реальном эксперименте такого типа неизбежны флуктуации степени почернения. Поэтому необходимо на приведенном графике «усреднить» функциональную зависимость, что проделано на рис.3.



Из этого графика находим, что длина импульса примерно равна $\delta l \approx 6 мм$, следовательно, его длительность

$$\boxed{\tau = \frac{\delta l}{c} = \frac{n\delta l}{c_0} \approx 3 \cdot 10^{-11} c = 30 пс},$$

где $c_0 \approx 3 \cdot 10^8 м / с$ - скорость света в вакууме.