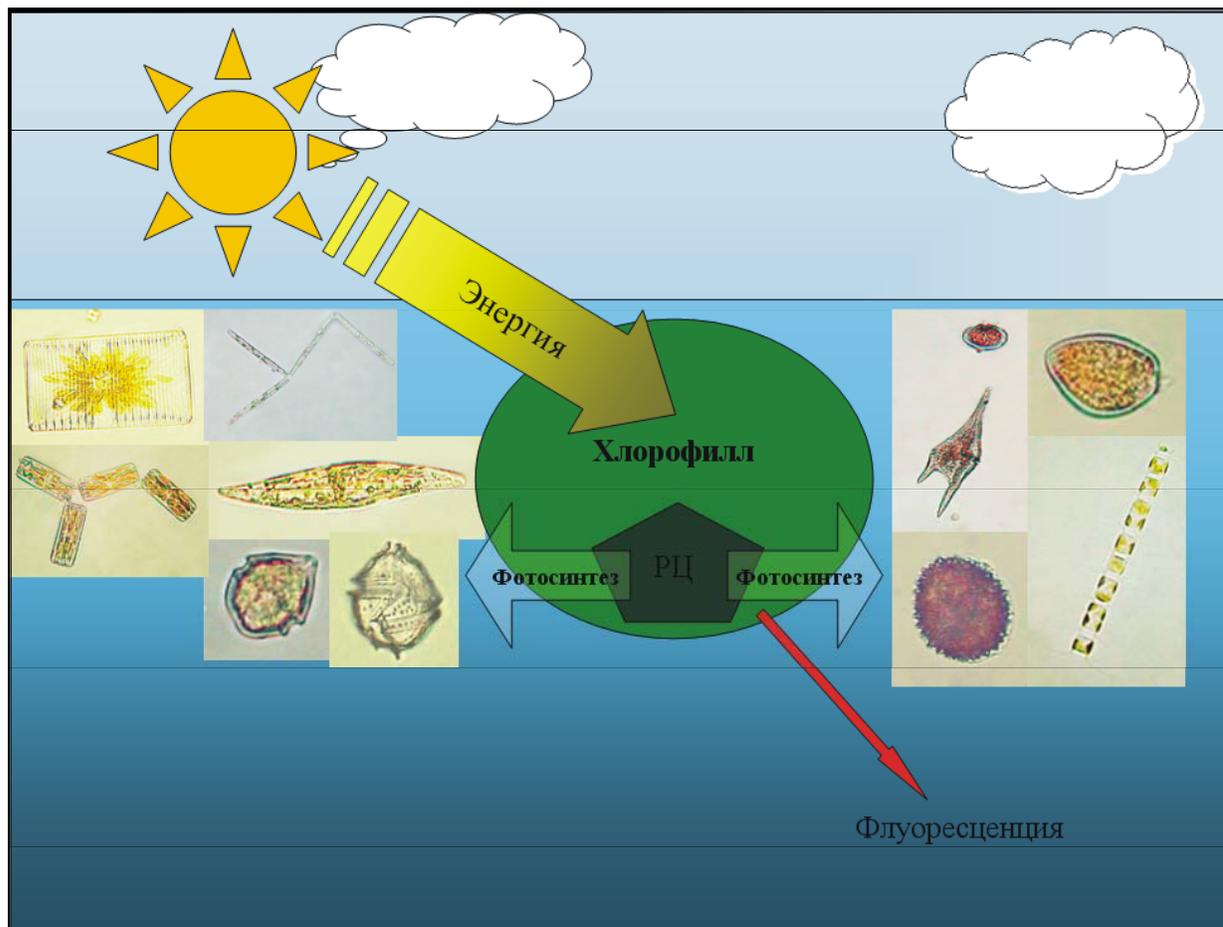


**Определение эффективного сечения поглощения
фотосистемы 2 (ФС2)
и скорости переноса электрона в ФС2 по кривой
индукции флуоресценции хлорофилла**

Конюхов Иван Владимирович

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Биологический факультет, каф. Биофизики

Флуоресценция хлорофилла как показатель эффективности работы ФС2



F_o – флуоресценция при открытых реакционных центрах

F_m – флуоресценция при закрытых реакционных центрах

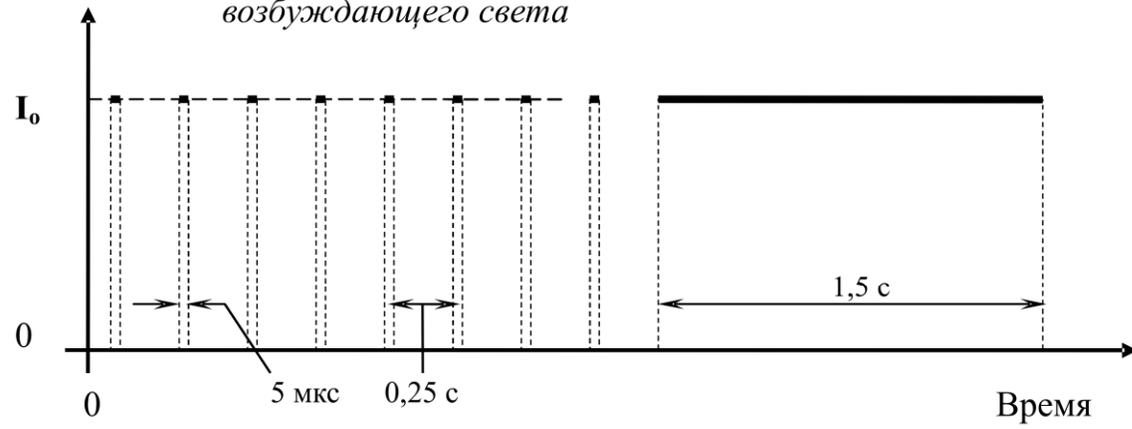
$$F_m \geq F_o$$

Относительная переменная флуоресценция:

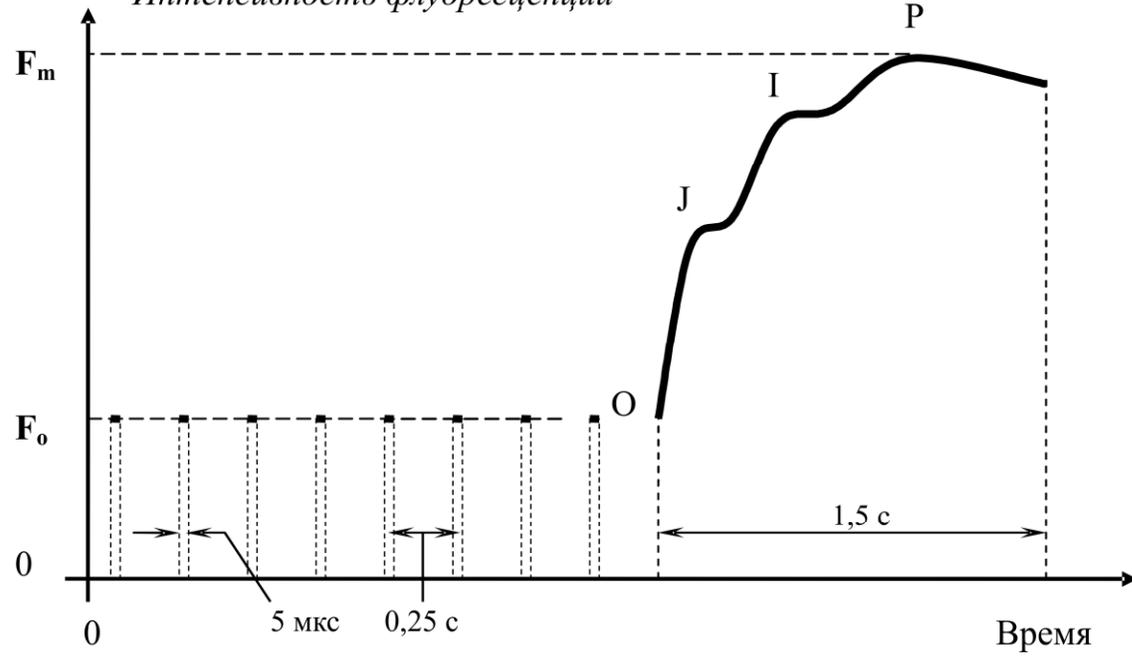
$$F_v/F_m = (F_m - F_o)/F_m = \varphi \quad - \quad \text{фотохимический квантовый выход ФС2}$$

Способ регистрации кривой индукции флуоресценции хлорофилла

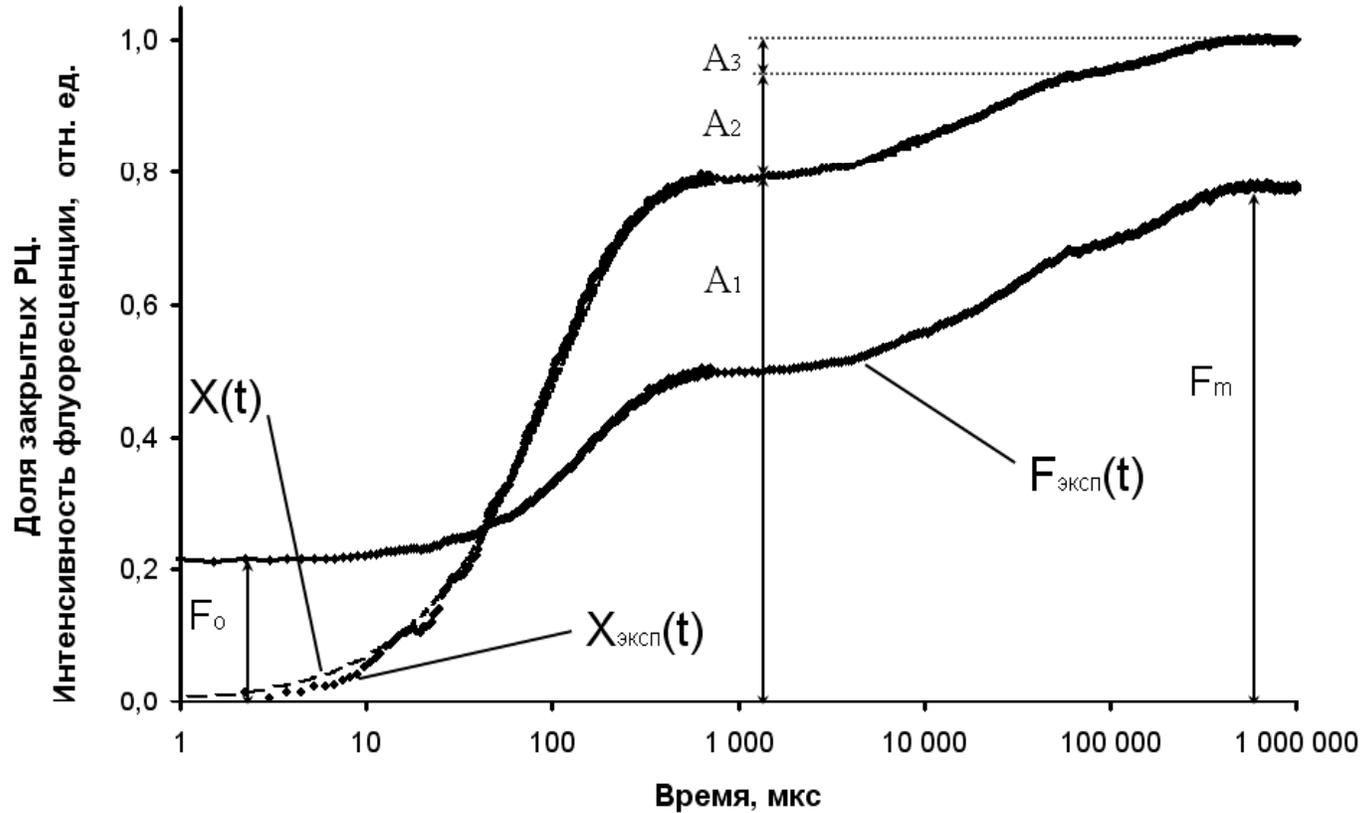
Плотность потока квантов возбуждающего света



Интенсивность флуоресценции



Индукционные кривые флуоресценции хлорофилла суспензий клеток *Th. weissflogii*



$F_{\text{эксп}}(t)$ – кривая
индукции
флуоресценции

$X_{\text{эксп}}(t)$ – доля
закрытых
реакционных
центров ФС2,
определенная по
индукционной
кривой:

$$X_{\text{эксп}}(t) = \frac{F_{\text{эксп}}(t) - F_0}{F_{\text{эксп}}(t)} \cdot \frac{F_m}{F_m - F_0}$$

$$X(t) = 1 - \left(A_1 \cdot e^{-\frac{t}{\tau_1}} + A_2 \cdot e^{-\frac{t}{\tau_2}} + A_3 \cdot e^{-\frac{t}{\tau_3}} \right), \quad \text{где} \quad A_1 + A_2 + A_3 = 1$$

$$\tau_1 \sim 30 - 1000 \text{ мкс}$$

$$\tau_2 \sim 15 - 17 \text{ мс}$$

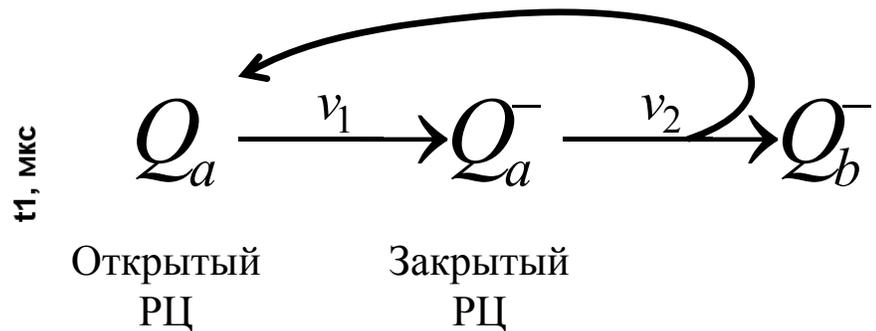
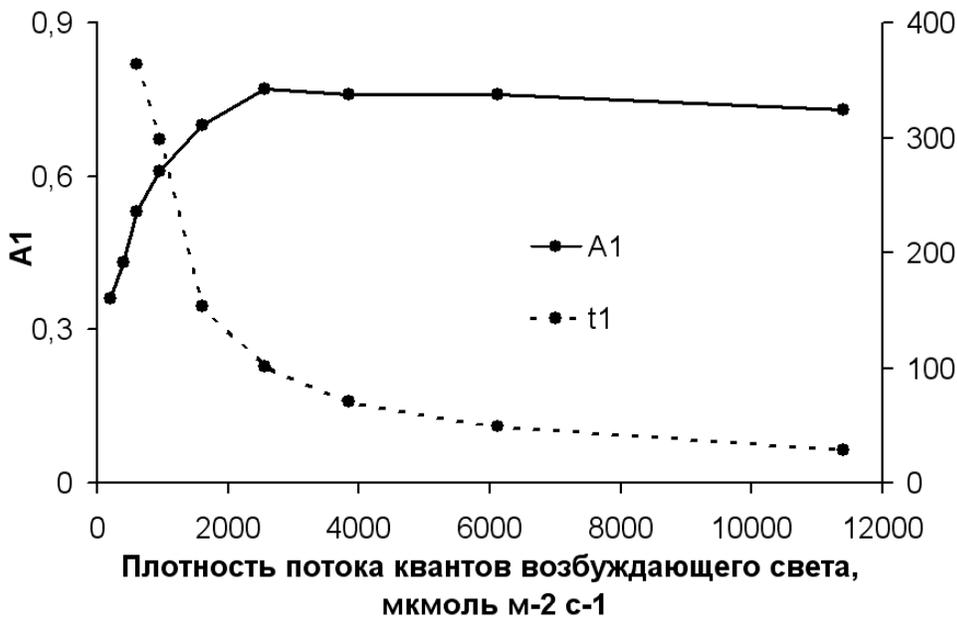
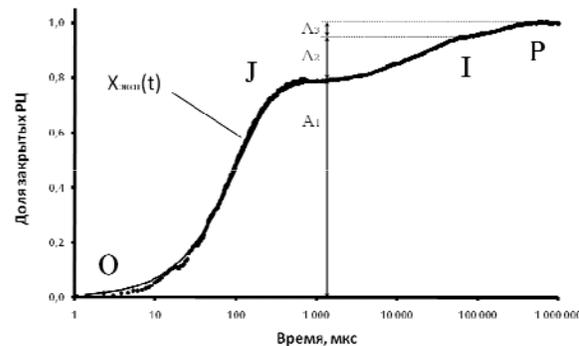
$$\tau_3 \sim 140 - 200 \text{ мс}$$

Изменение параметров фотохимической фазы кривой индукции при изменении интенсивности возбуждающего света (I_0)

A_1 – доля РЦ, закрытых на фазе ОJ

τ_1 – время, за которое функция $X(t)$

достигает уровня $0,63 \cdot A_1$

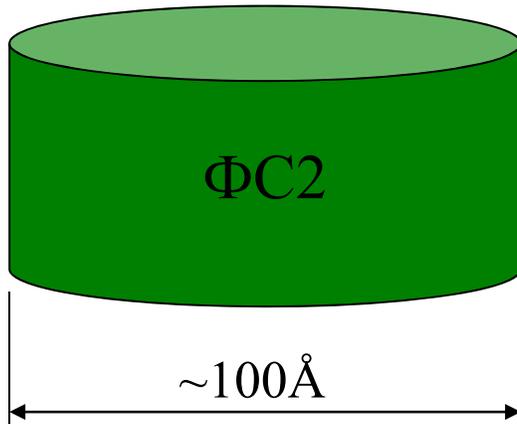
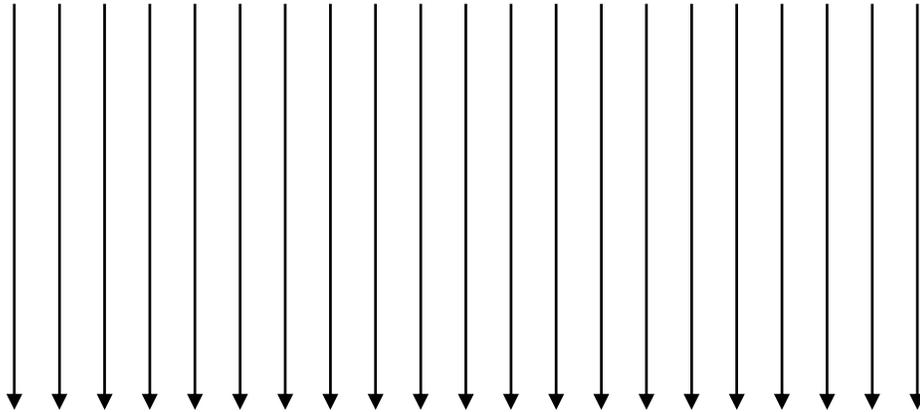


ν_1 - первичное разделение зарядов
 $\nu_2 = k_2 \cdot [Q_a^-]$ - перенос электрона на вторичный акцептор

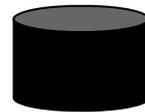
$$\frac{d[Q_a^-]}{dt} = \nu_1 - \nu_2$$

начальное условие: $[Q_a^-]_{t=0} = 0$

Скорость фотохимической реакции



$$S = \pi R^2 \sim 8000 \text{ \AA}^2$$



$$\sigma_{PSII} \\ \sim 300 \text{ \AA}^2$$

I_o – плотность потока квантов, [$\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$]

σ_{PSII} – эффективное сечение поглощения пигментов, приходящееся на один РЦ ФС2, [\AA^2]

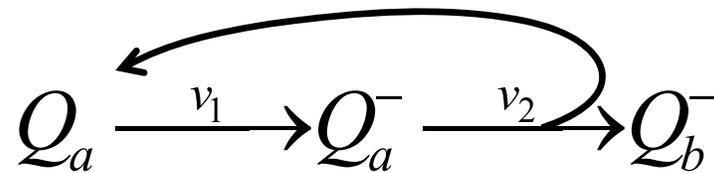
Фотохимическая реакция протекает только в комплексах ФС2 с открытыми реакционными центрами. Частота поглощения квантов этими комплексами составляет:

$$v = I_o \cdot \sigma_{PSII} \cdot (1 - [Q_a^-]), \text{ [с}^{-1}\text{]}$$

Скорость фотохимической реакции составляет :

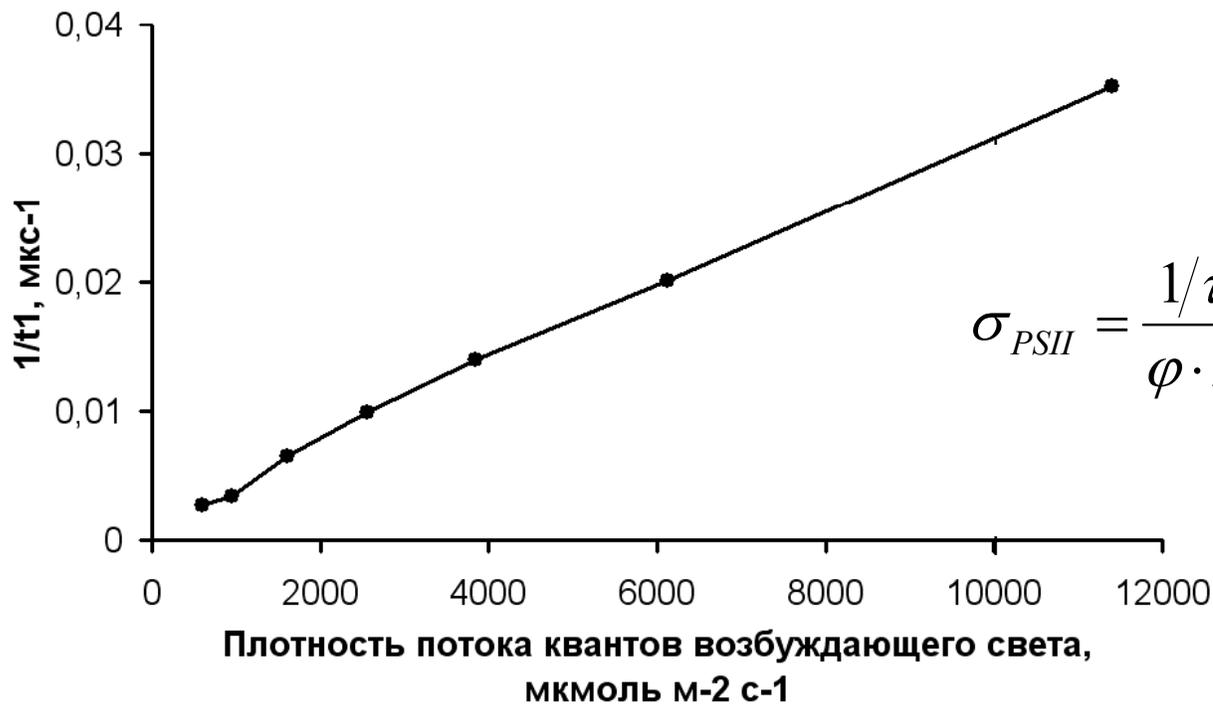
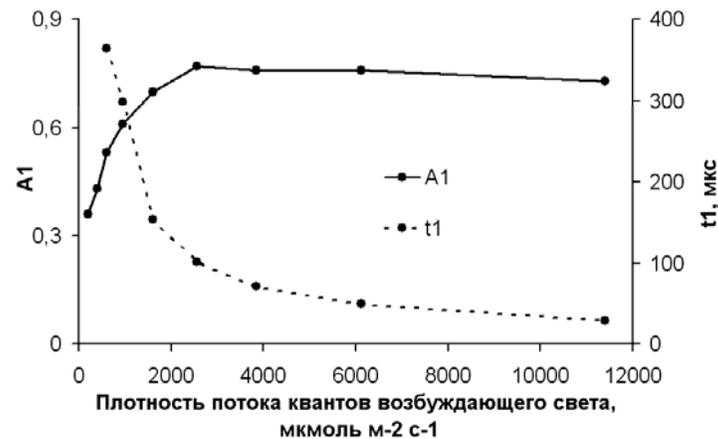
$$v_1 = I_o \cdot \sigma_{PSII} \cdot \phi \cdot (1 - [Q_a^-])$$

Область высокой интенсивности падающего света: $I_o \cdot \sigma_{PSII} \cdot \varphi \gg k_2$

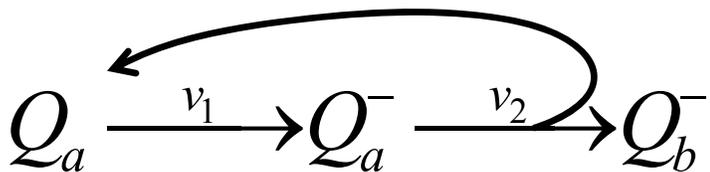


$$\frac{d[Q_a^-]}{dt} \approx v_1$$

$$[Q_a^-] = 1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}}, \quad \text{где } \frac{1}{\tau_1} = I_o \cdot \sigma_{PSII} \cdot \varphi$$



$$\sigma_{PSII} = \frac{1/\tau_1}{\varphi \cdot I_o} = 700 \text{ \AA}^2$$



Область низкой интенсивности света:

$$I_0 \cdot \sigma_{PSII} \cdot \varphi \sim k_2$$

На плато J индукционной кривой реализуется квазистационарное состояние, в котором:

состояние, в котором:

$$\frac{d[Q_a^-]}{dt} \approx 0 \quad \text{и} \quad \nu_1 = \nu_2$$

$$\overline{[Q_a^-]} = \frac{I_0 \cdot \sigma_{PSII} \cdot \varphi}{I_0 \cdot \sigma_{PSII} \cdot \varphi + k_2}$$

Экспериментально можно подобрать такую I_0^* , что $\overline{[Q_a^-]} = 0,5$

В этих условиях скорость фотохимической реакции численно равна величине k_2 , что позволяет определить последнюю:

$$k_2 = I_0^* \cdot \sigma_{PSII} \cdot \varphi$$

Для данного образца $k_2 = 650 \text{ с}^{-1}$

