

Вопросы по предыдущей лекции:

1. Напишите полную формулу для скорости реакции в общем виде.
2. Какие вещества называются активными центрами?
3. Какую роль играют в цепной реакции активные центры?
4. Дайте определение реакции зарождения цепи, реакции продолжения цепи, реакции разветвления цепи, реакции обрыва цепи.
5. Чем отличаются разветвленные и неразветвленные цепные реакции?

Лекция 5



ТЕОРИЯ ТЕПЛОВОГО ВОСПЛАМЕНЕНИЯ

Два типа воспламенения

Самовоспламенение

смесь вся целиком доводится до такой температуры, выше которой она самостоятельно, без внешнего воздействия воспламеняется

Вынужденное воспламенение (зажигание)

холодная смесь зажигается только в какой-либо одной точке пространства

Существует критическая температура воспламенения, т.е. воспламенение происходит скачком

Уравнения энергии и диффузии

$$\rho c_p \frac{\partial T}{\partial t} + (\rho c_p \vec{v}, \text{grad} T) = \lambda \Delta T + \rho Q w_A \quad (1)$$

$$\rho \frac{\partial c_i}{\partial t} + (\rho \vec{v}, \text{grad} c_i) = \rho D \Delta c_i + \rho w_i \quad (2)$$

Изменение
со временем

Конвективный
перенос

Диффузион-
ный перенос

Источник
за счет
реакции

Если $v \neq 0$, то + уравнения Навье-Стокса

Теория теплового взрыва по Н.Н.Семенову (стационарное нульмерное приближение)

$$\frac{\partial}{\partial t} = 0, \quad \frac{\partial}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial z} = 0 \quad \Rightarrow \quad T = \text{const}, c_i = \text{const}$$

$$q_1 = QVw = QVk_0 n_A^\alpha n_B^\beta e^{-\frac{E}{RT}} \quad \text{- кривая ТЕПЛОУДЕЛЕНИЯ}$$

$$q_2 = \alpha S (T - T_0) \quad \text{- кривая ТЕПЛОТВОДА}$$

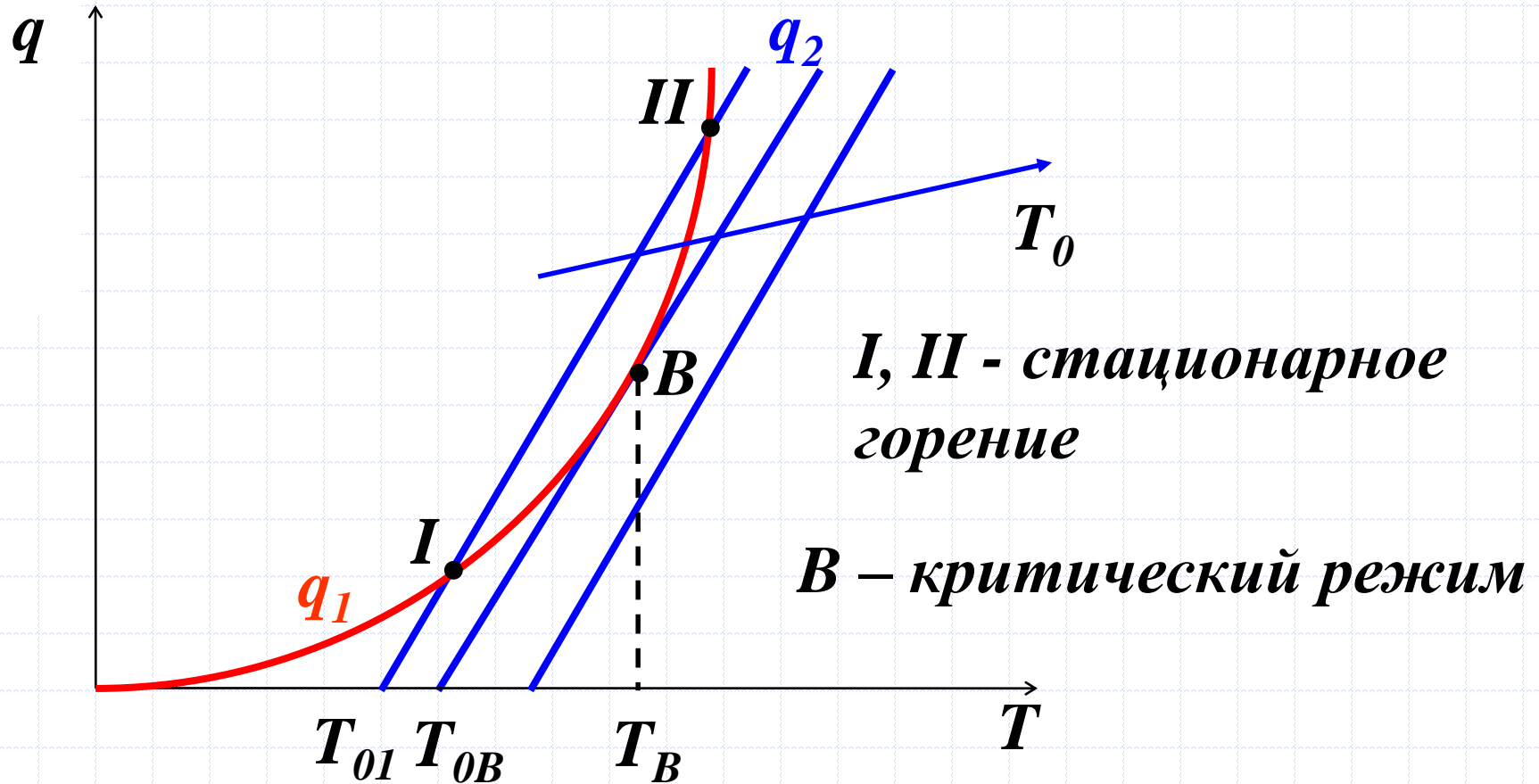
температура окружающей среды
(температура стенок камеры)

$$q_1 > q_2 \quad \Rightarrow \quad \text{разогрев системы} \quad \Rightarrow \quad \text{взрыв}$$

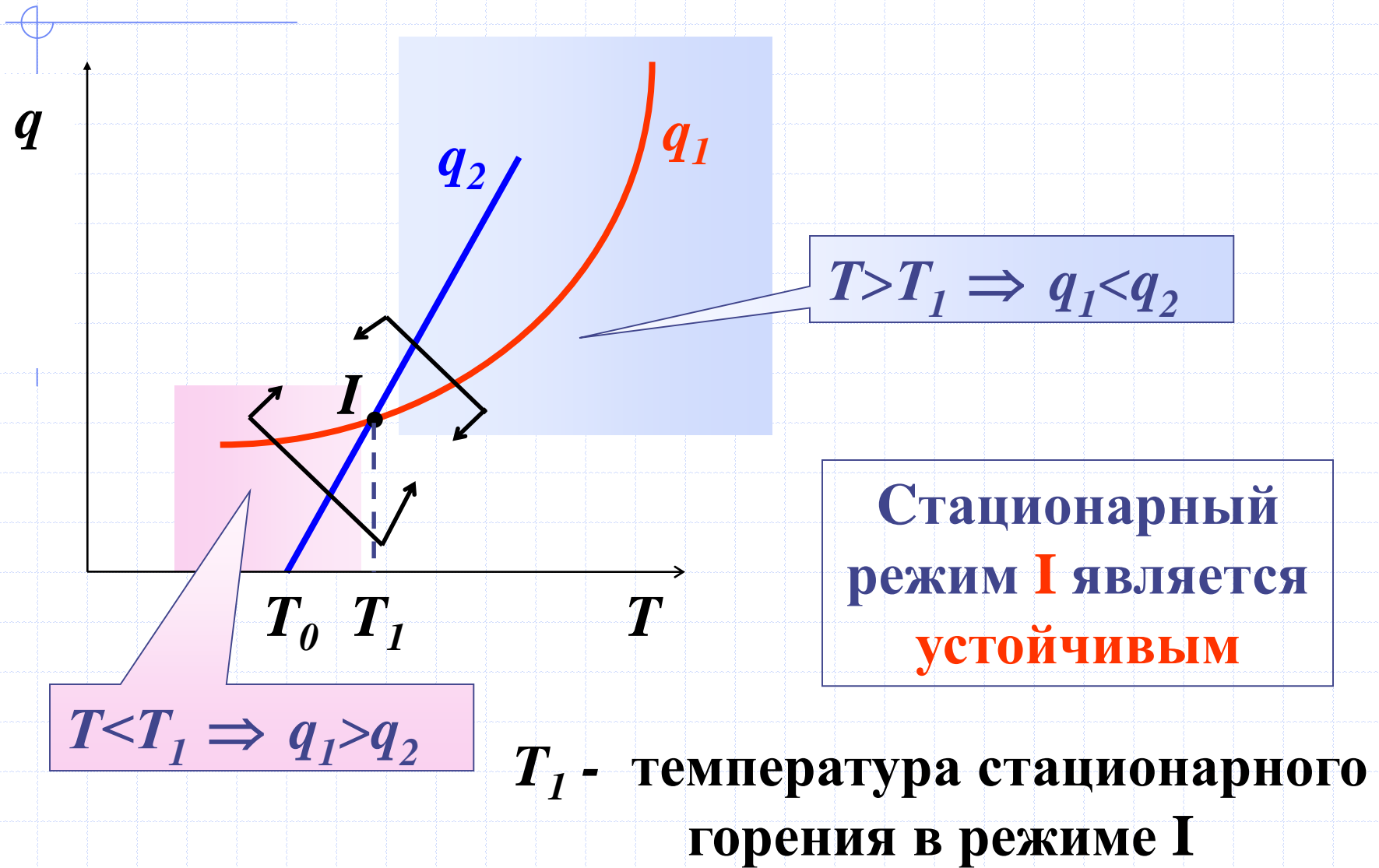
$$q_1 < q_2 \quad \Rightarrow \quad \text{охлаждение системы} \quad \Rightarrow \quad \text{погасание}$$

$q_1 = q_2 \Rightarrow$ стационарное горение

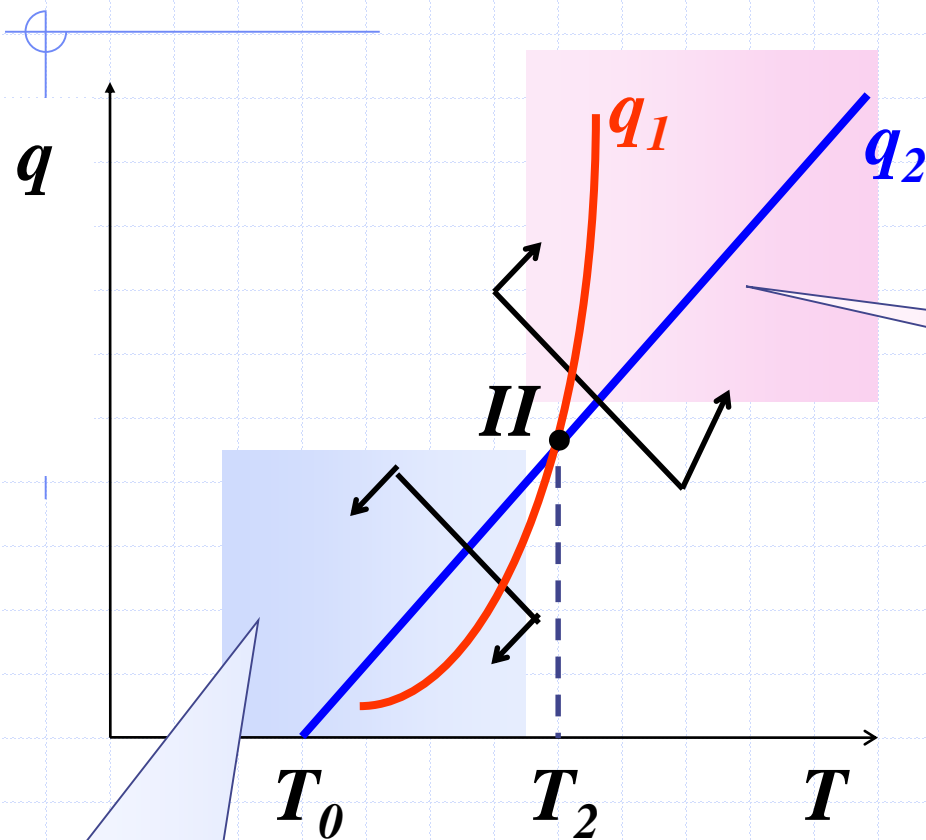
$$QV k_0 n_A^\alpha n_B^\beta e^{-\frac{E}{RT}} = \alpha S (T - T_0) \quad (3)$$



Первый стационарный режим горения (I)



Второй стационарный режим горения (II)



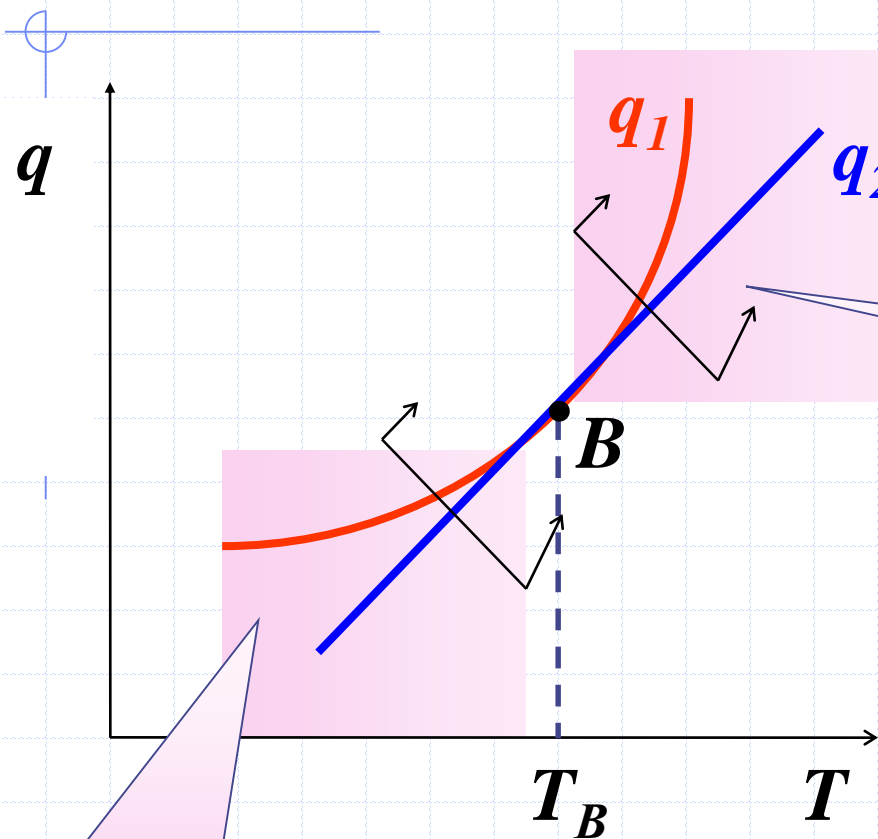
$$T < T_2 \Rightarrow q_1 < q_2$$

$$T > T_2 \Rightarrow q_1 > q_2$$

Стационарный режим **II** является **неустойчивым**

T_2 - температура стационарного горения в режиме **II**

Критический режим горения (В)



$$T > T_B \Rightarrow q_1 > q_2$$

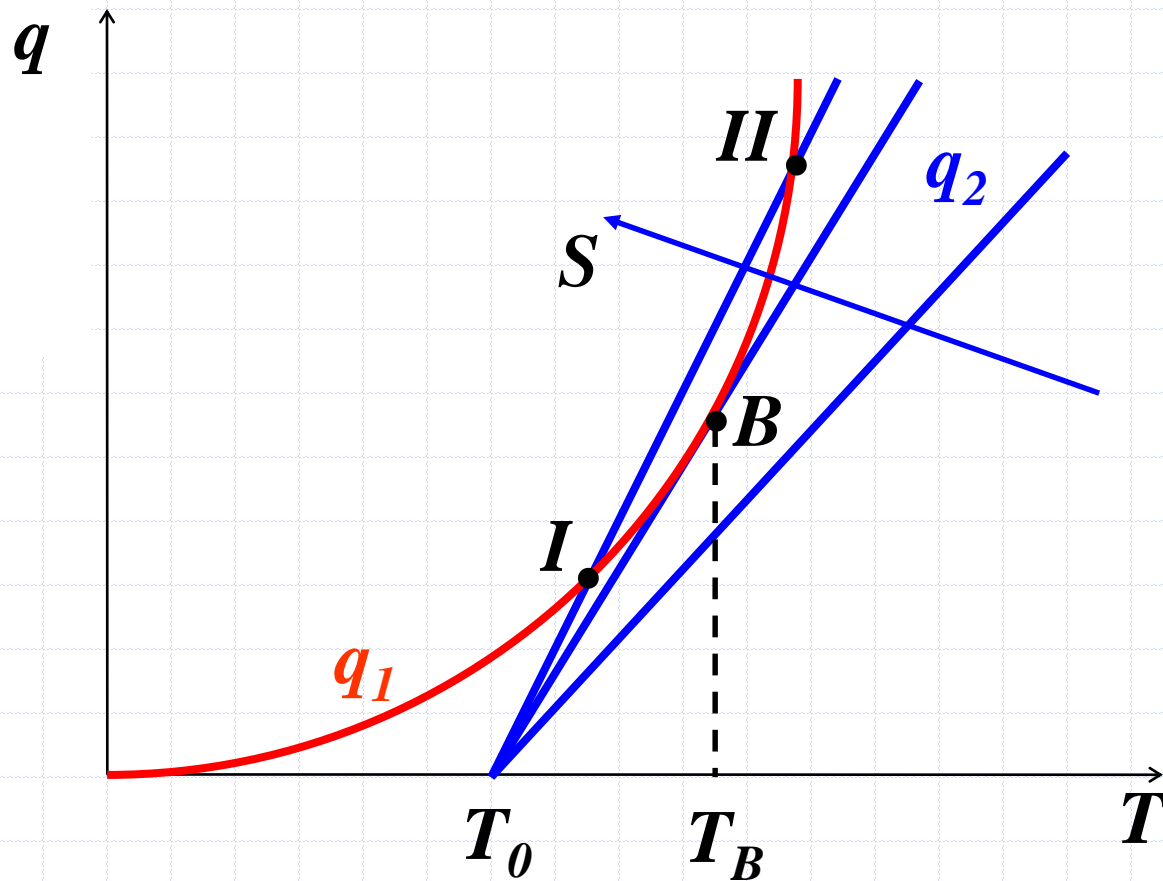
Критический режим **В** является **односторонне устойчивым**

$$T < T_B \Rightarrow q_1 > q_2$$

T_B - температура воспламенения (взрыва)

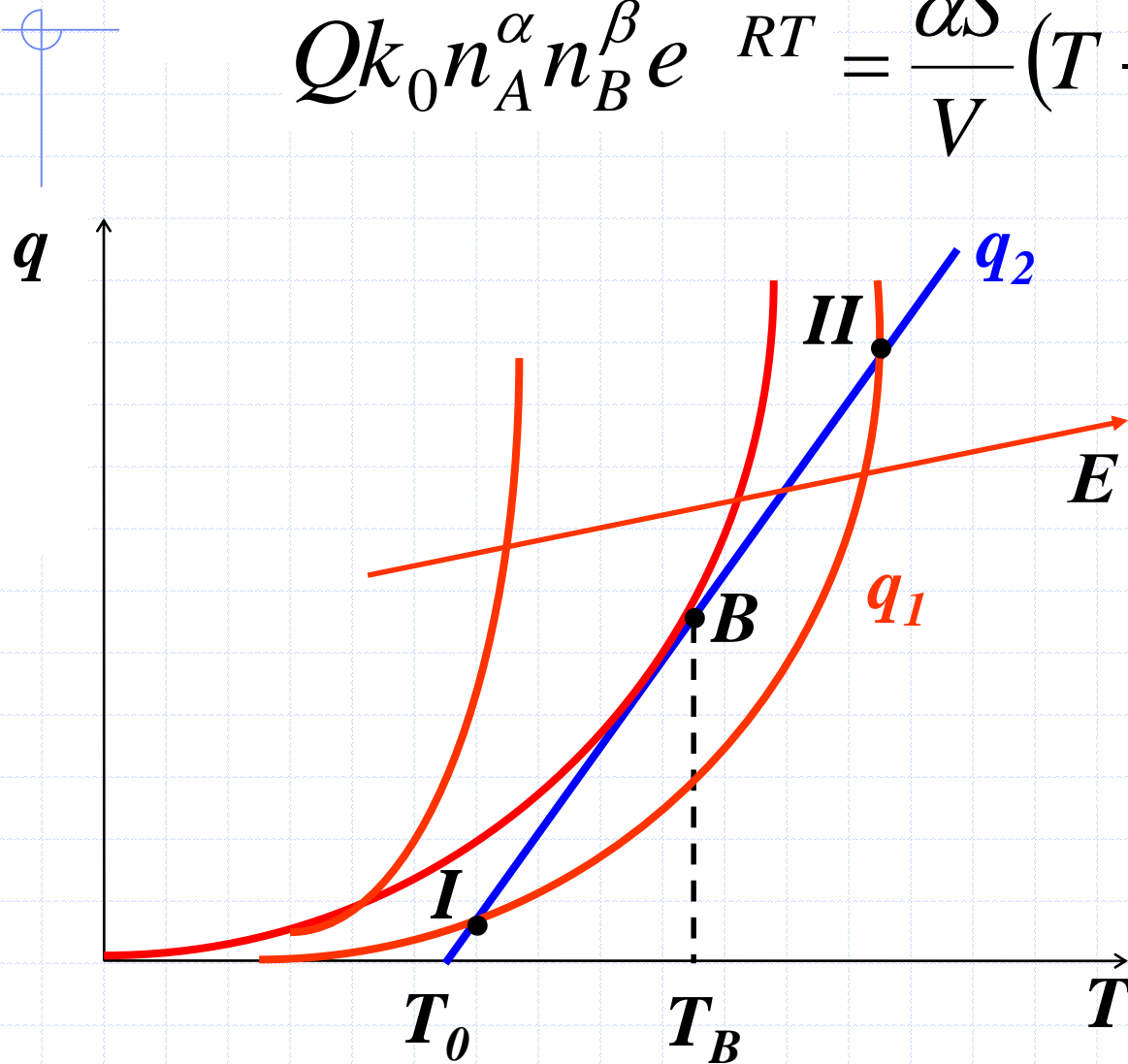
Влияние геометрических параметров

$$(3) \Rightarrow Qk_0 n_A^\alpha n_B^\beta e^{-\frac{E}{RT}} = \frac{\alpha S}{V} (T - T_0) \quad (4)$$



Влияние кинетических параметров

$$Qk_0 n_A^\alpha n_B^\beta e^{-\frac{E}{RT}} = \frac{\alpha S}{V} (T - T_0) \quad (4)$$



Температура воспламенения

$$q_1|_{T_B} = q_2|_{T_B} \quad \frac{\partial q_1}{\partial T}|_{T_B} = \frac{\partial q_2}{\partial T}|_{T_B}$$

(3):

$$QV k_0 n_A^\alpha n_B^\beta e^{-\frac{E}{RT_B}} = \alpha S (T_B - T_{0B}) \quad (5)$$

$$QV k_0 n_A^\alpha n_B^\beta e^{-\frac{E}{RT_B}} \frac{E}{RT_B^2} = \alpha S \quad (6)$$

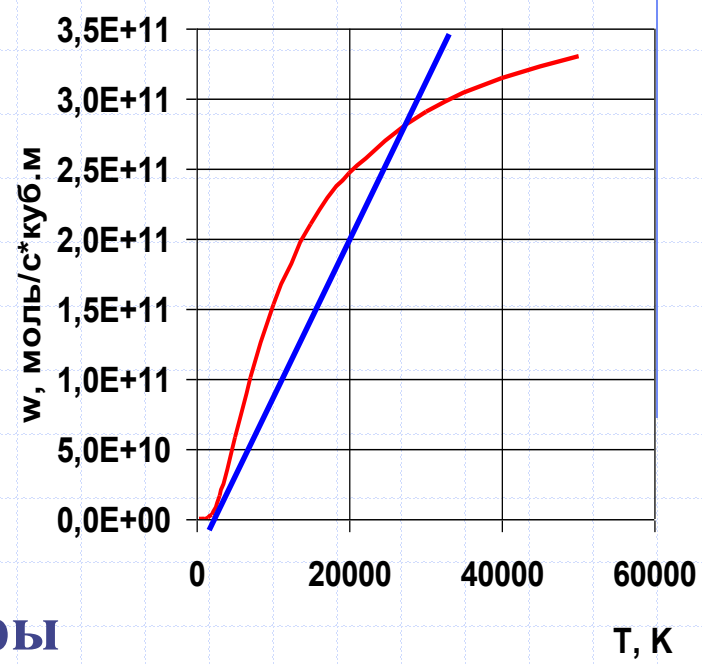
(5) : (6)

$$\frac{RT_B^2}{E} = T_B - T_{0B}$$

$$T_B^2 - \frac{E}{R} T_B + \frac{ET_{0B}}{R} = 0$$

$$T_B = \frac{E}{2R} \pm \sqrt{\left(\frac{E}{2R}\right)^2 - \frac{ET_{0B}}{R}}$$

$$T_B = \frac{E}{2R} \left(1 - \sqrt{1 - 4 \frac{RT_{0B}}{E}} \right) \quad (7)$$



Формула Семенова для температуры воспламенения

$$1 - 4 \frac{RT_{0B}}{E} \geq 0 \Rightarrow T_{0B} \leq \frac{E}{4R} \Rightarrow T_{0B \max} = \frac{E}{4R}$$

(7): $T_{B \max} = \frac{E}{2R} \Rightarrow \frac{T_{B \max}}{T_{0B \max}} = 2$ ← **Максимальный разогрев системы**

Вопросы:

1. Какие бывают 2 типа воспламенения?
2. Что происходит при $q_1 > q_2$?
3. Что происходит при $q_1 < q_2$?
4. Что происходит при $q_1 = q_2$?
5. Чем отличаются I и II стационарные режимы горения?
6. Критический режим горения является устойчивым или неустойчивым?
7. Изобразите схематически на графике взаимное расположение кривых тепловыделения и теплоотвода в следующих случаях:
 - а) при стационарном горении;
 - б) при нестационарном горении;
 - в) при критическом режиме.
8. Чему равен максимальный разогрев системы при горении?