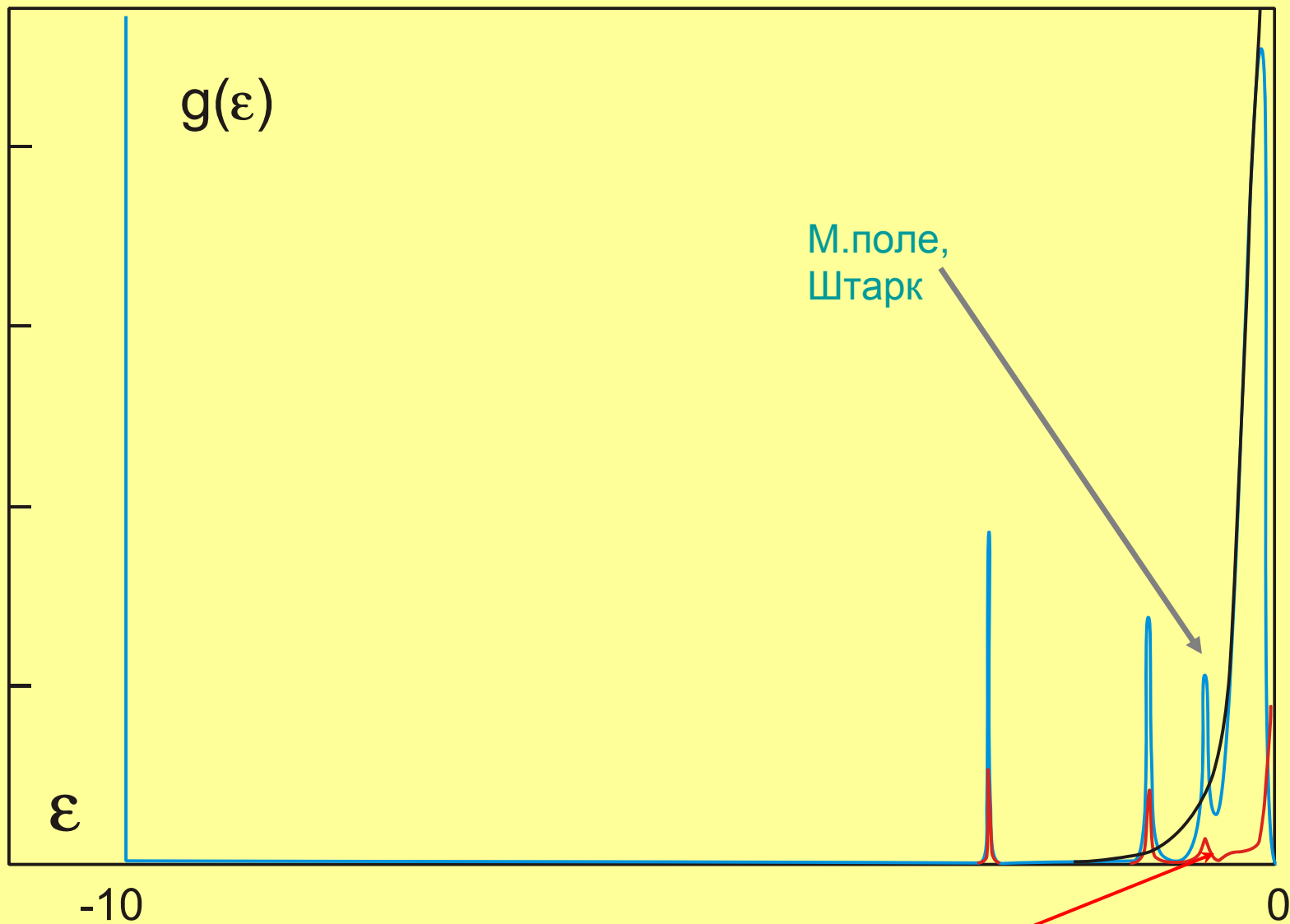


NPP-09

ПЛОТНОСТЬ СОСТОЯНИЙ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПО
ЭНЕРГИЯМ ЭЛЕКТРОНА
В НЕИДЕАЛЬНОЙ АТОМАРНОЙ ПЛАЗМЕ:
ТЕОРИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННОГО
ЭКСПЕРИМЕНТА.

Хомкин А.Л., Шумихин А.С.

Объединенный институт высоких температур РАН



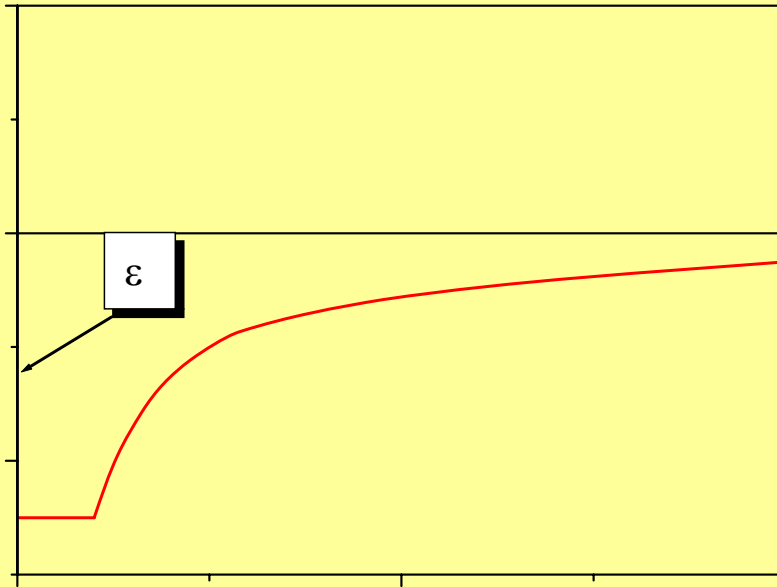
М.поле,
Штарк

пл

ПБС

$$\rho_b(E) = P_b(E) \left[\rho_{cl}(E)(1 - P_{St}(E)) + \rho_q(E)P_{St}(E) \right] e^{\beta E}$$

КУЛОНОВСКАЯ МОДЕЛЬ «С ПОЛОЧКОЙ»

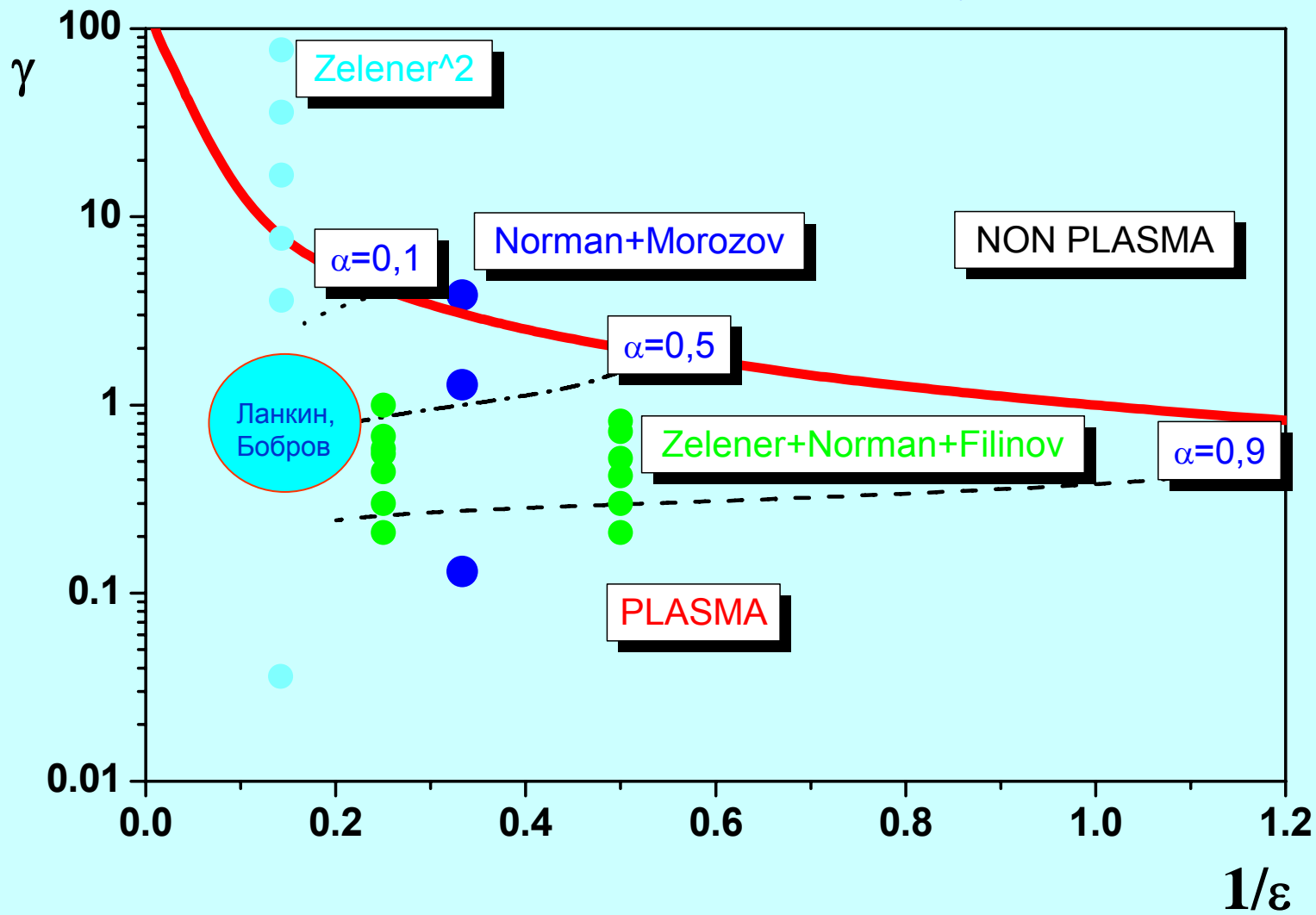


$$V(r) = \begin{cases} -b, & r \leq \lambda \\ -e^2 / r, & r > \lambda \end{cases}$$

$$\varepsilon = \beta e^2 / \lambda = \text{const}$$

Роль связанных состояний?

Диаграмма состояний псевдопотенциальных кулоновских моделей



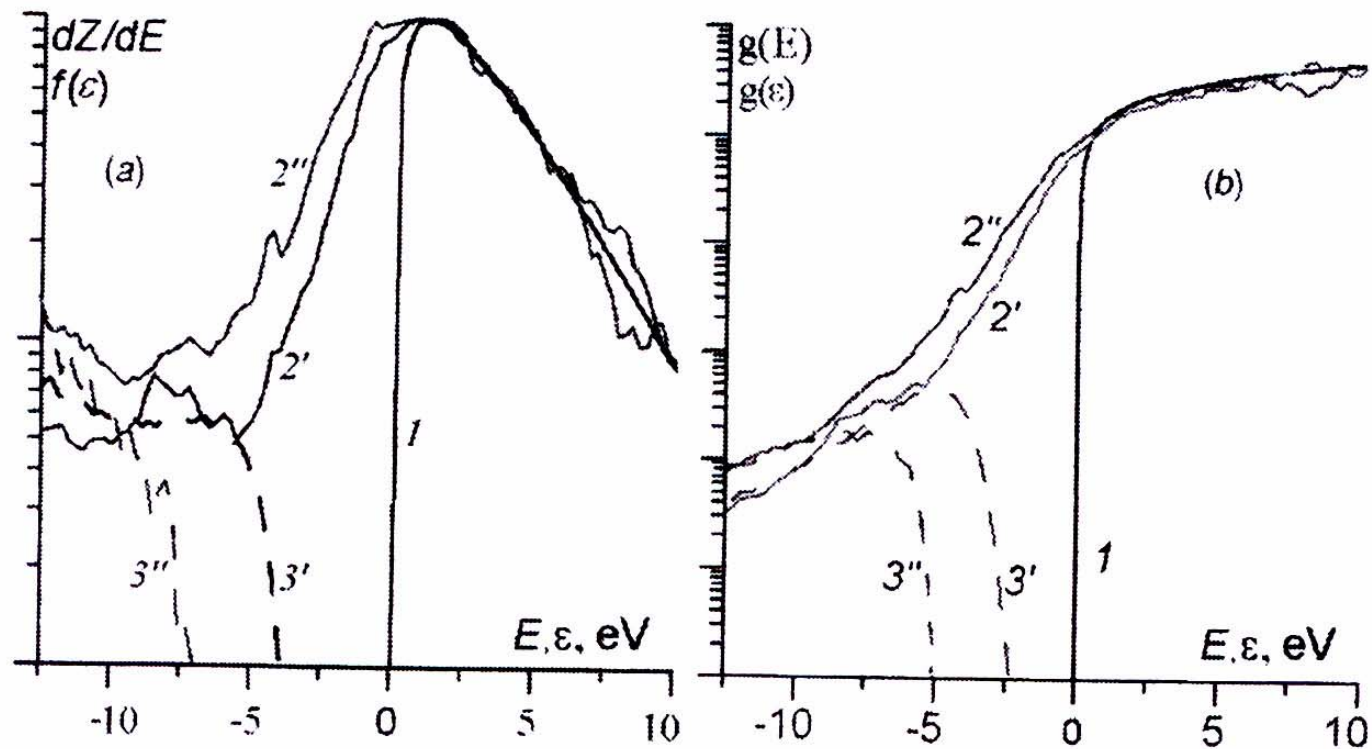
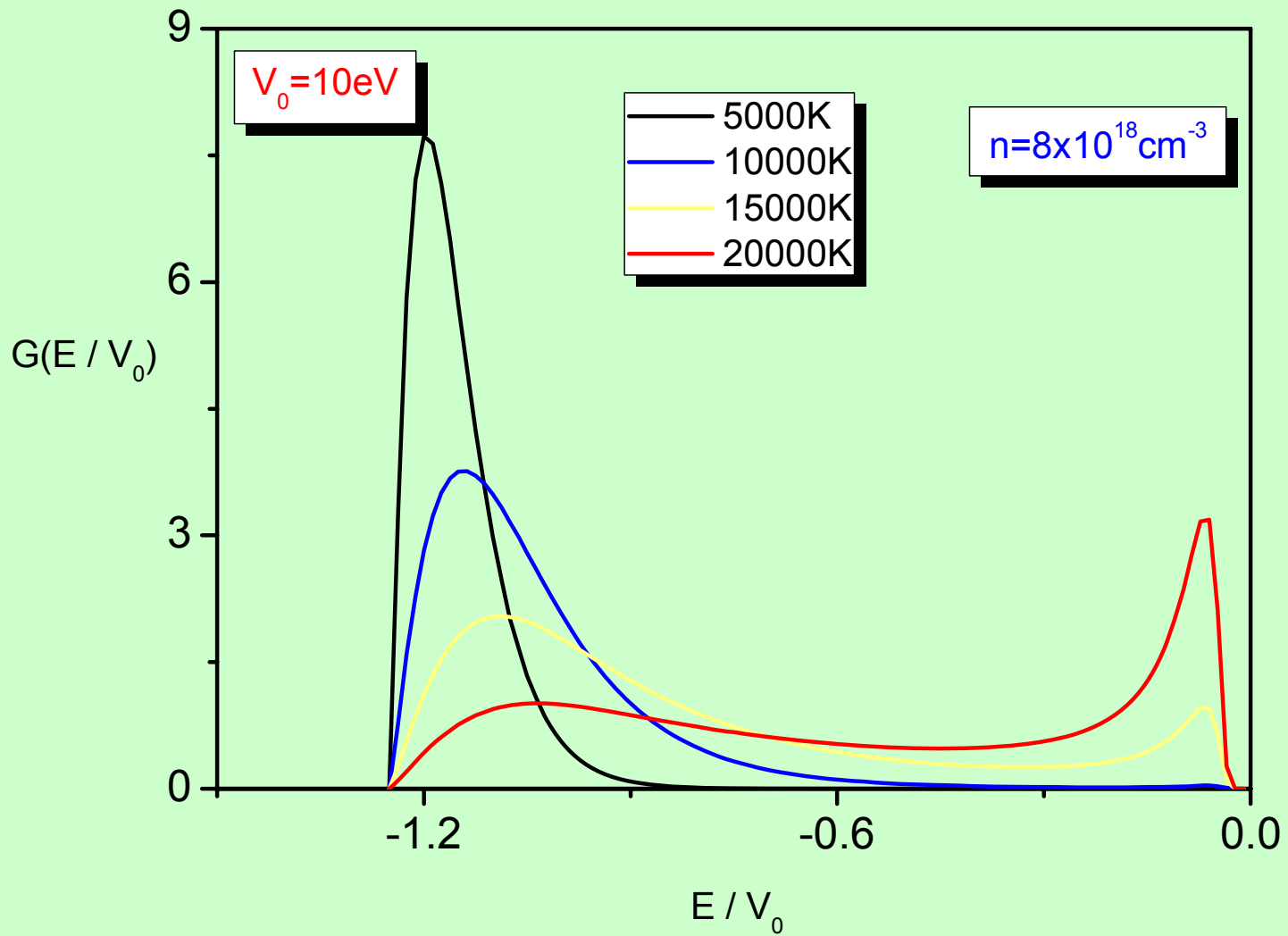


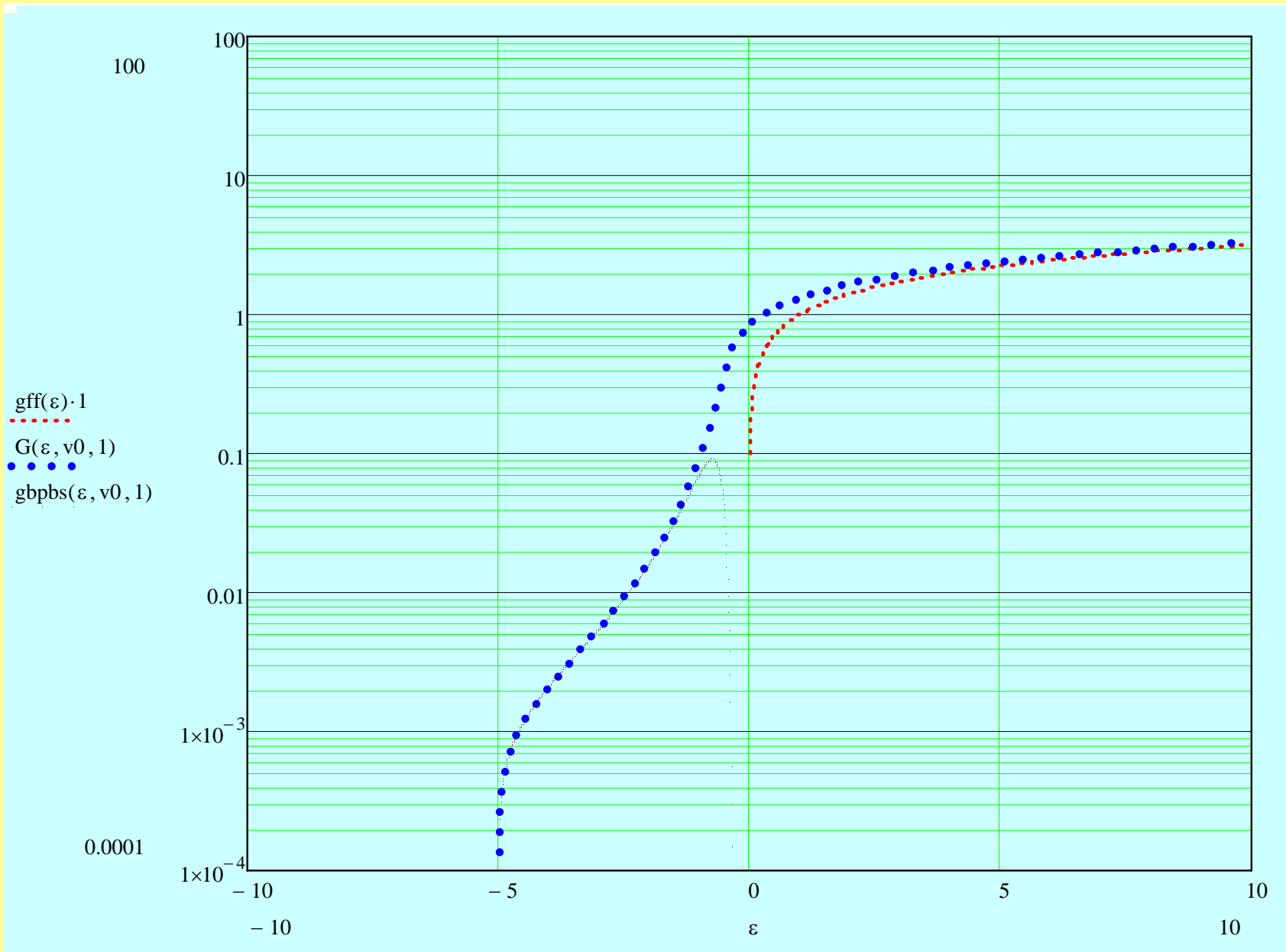
Figure 6. Population distributions (a) and density of states (b) for $\Gamma = 0.6$ ($2', 3'$) and 1 ($2'', 3''$).
 1: free electrons; 2: total for $T = 2.5$ eV; 3: pairs.

$$g(\varepsilon, v_0, \Gamma) := \frac{\Gamma^2}{2} \cdot \int_0^{v_0} \frac{\sqrt{\varepsilon + y}}{y^4} \cdot \exp\left(\frac{-\Gamma^2}{6 \cdot y^3}\right) \cdot \Phi(\varepsilon + y) \, dy + \sqrt{\varepsilon + v_0} \cdot \left(1 - e^{\frac{-\Gamma^2}{6 \cdot v_0^3}}\right) \cdot \Phi(\varepsilon + v_0)$$

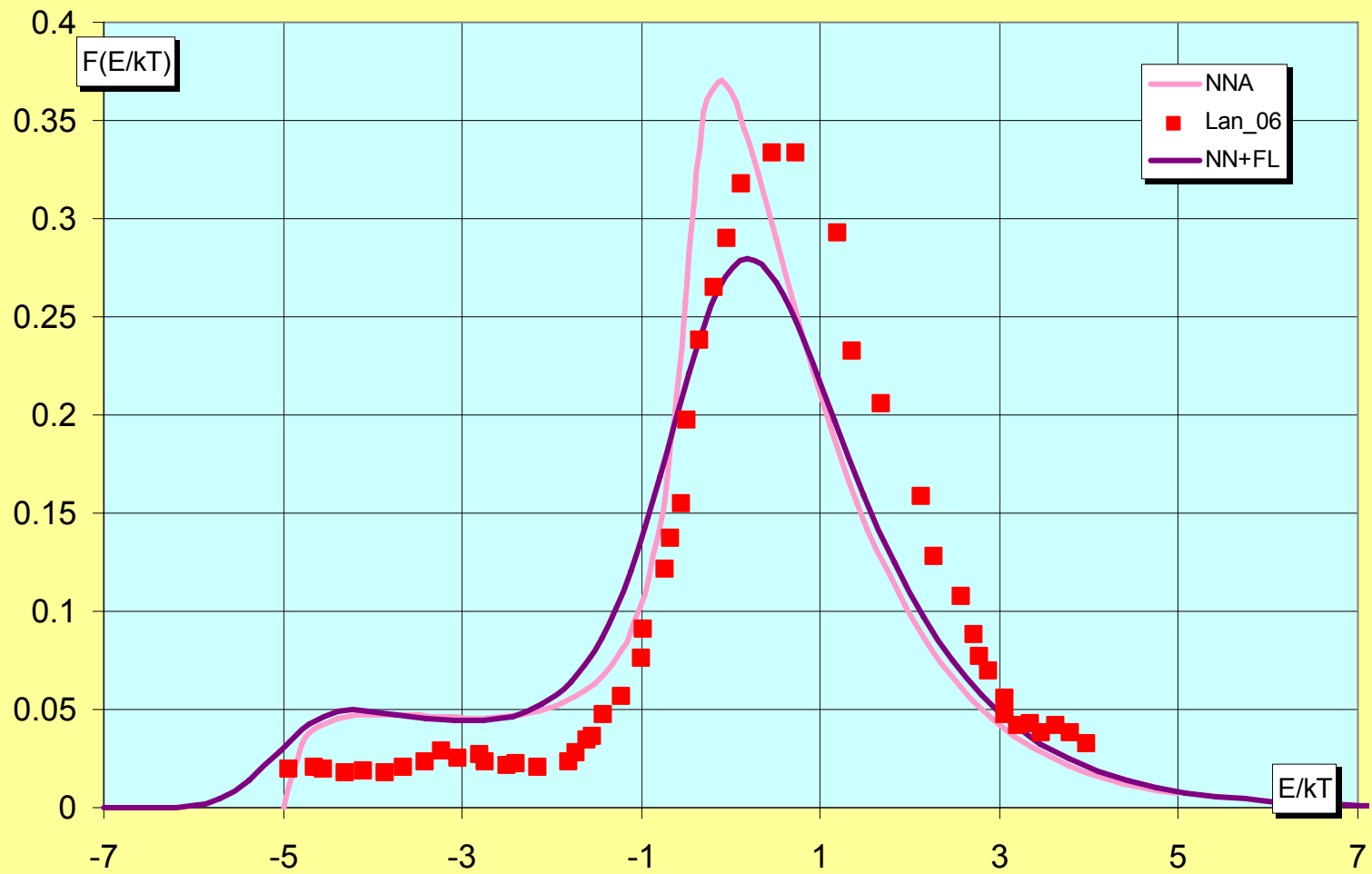
$$\rho(u, v_0, \Gamma) := \frac{\Gamma^2}{2} \cdot \int_0^{v_0} \frac{1}{y^4} \cdot \exp\left(\frac{-\Gamma^2}{6 \cdot y^3}\right) \cdot \frac{\left[\exp\left[\frac{-(u + Y(y, \Gamma))^2}{2 \cdot D_3(y, \Gamma)}\right] \right]}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot D_3(y, \Gamma)}} \, dy + \frac{\exp\left[\frac{-(u + v_0)^2 \cdot (1 + \Gamma \cdot v_0)}{2 \cdot \frac{\Gamma}{2}}\right]}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \frac{\Gamma}{2} \cdot (1 + \Gamma \cdot v_0)}} \cdot \left(1 - e^{\frac{-\Gamma^2}{6 \cdot v_0^3}}\right)$$

$$G(\varepsilon, v_0, \Gamma) := \int_0^{30} \sqrt{x} \cdot \rho(\varepsilon - x, v_0, \Gamma) \, dx$$

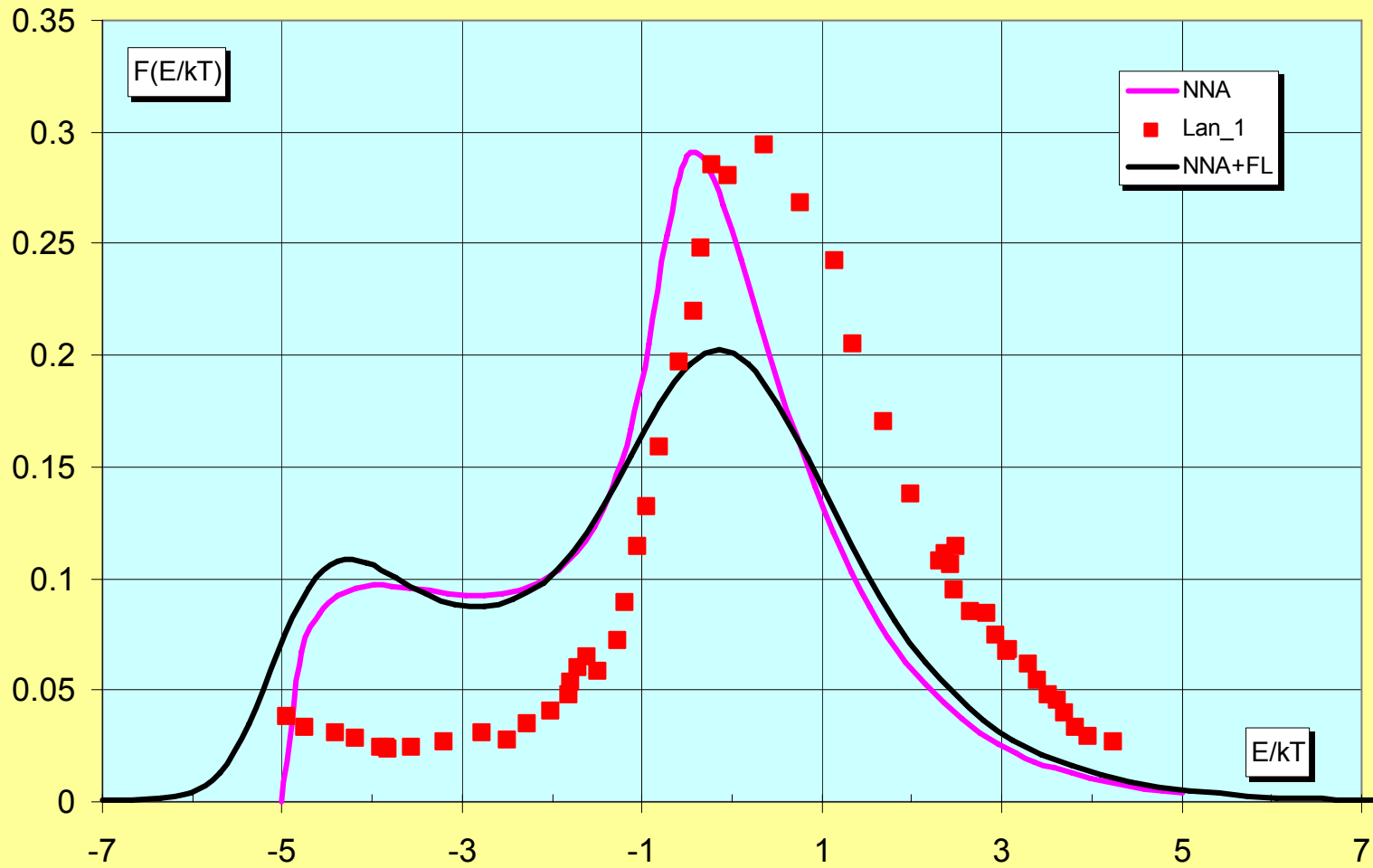




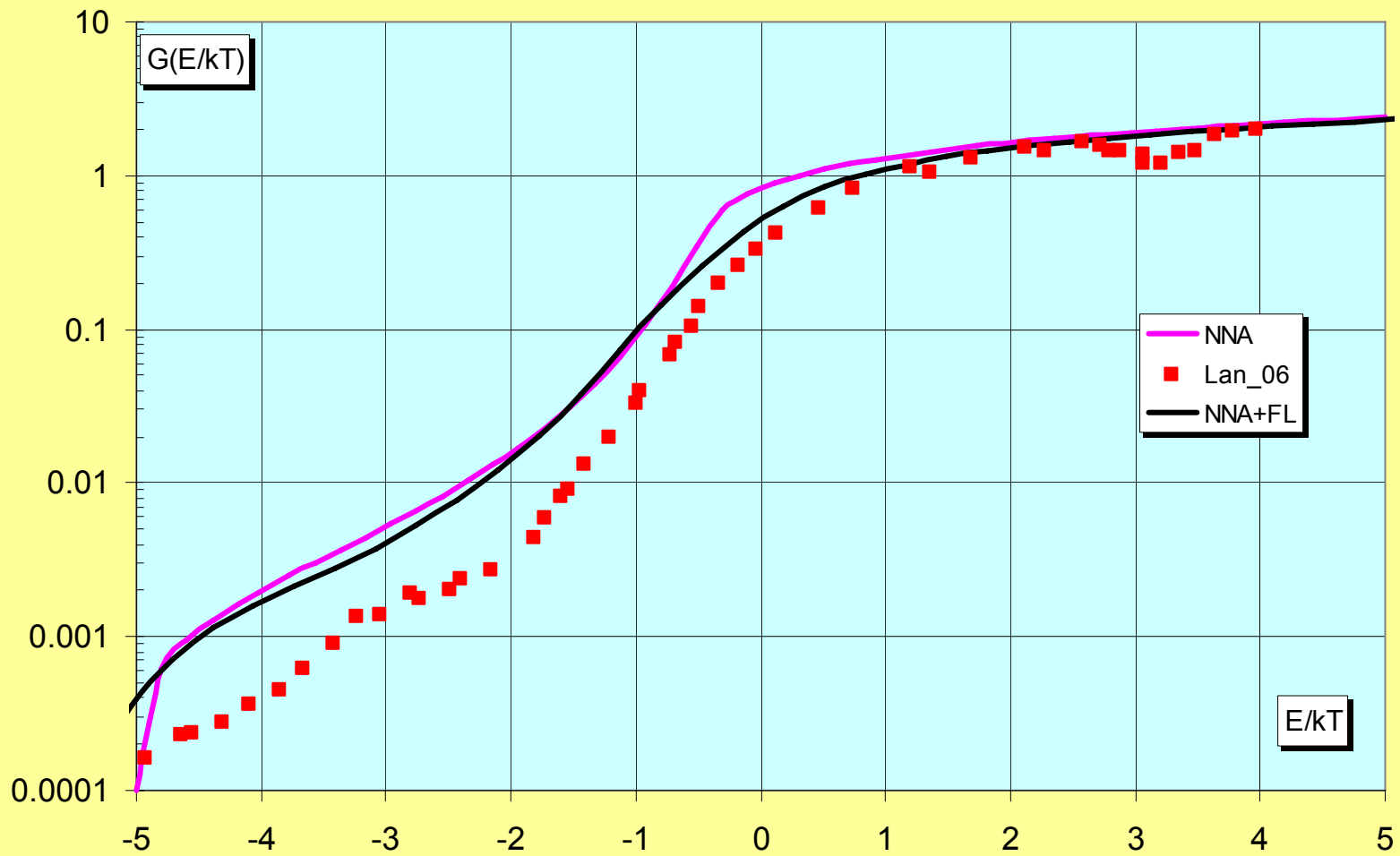
Распределение по энергиям, $G_{Lank}=0.6$



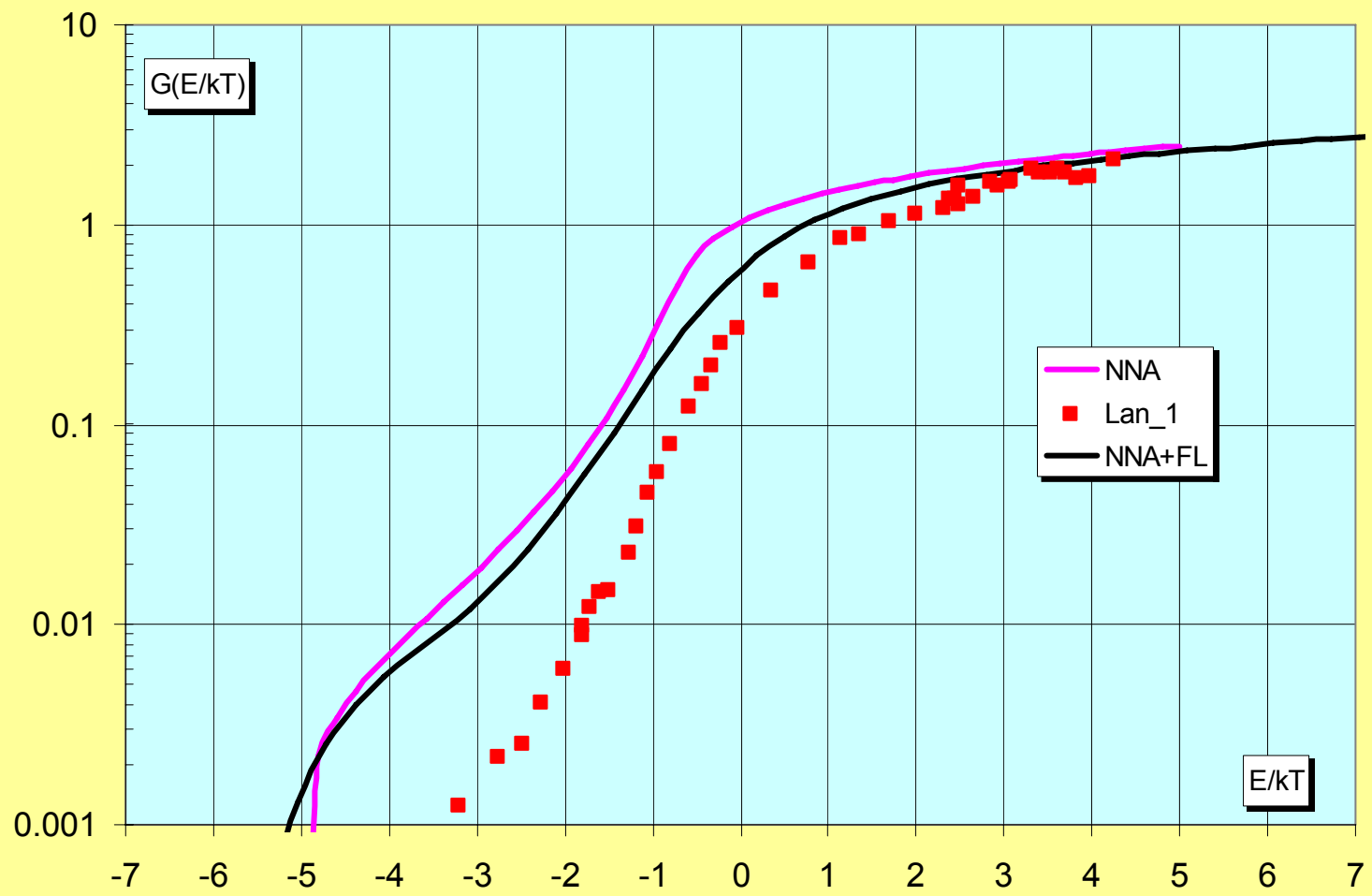
Распределение по энергиям, $G_{\text{Lan}}=1$



Плотность состояний, $G_{Lan}=0.6$



Плотность состояний, $G_{Lan_k=1}$

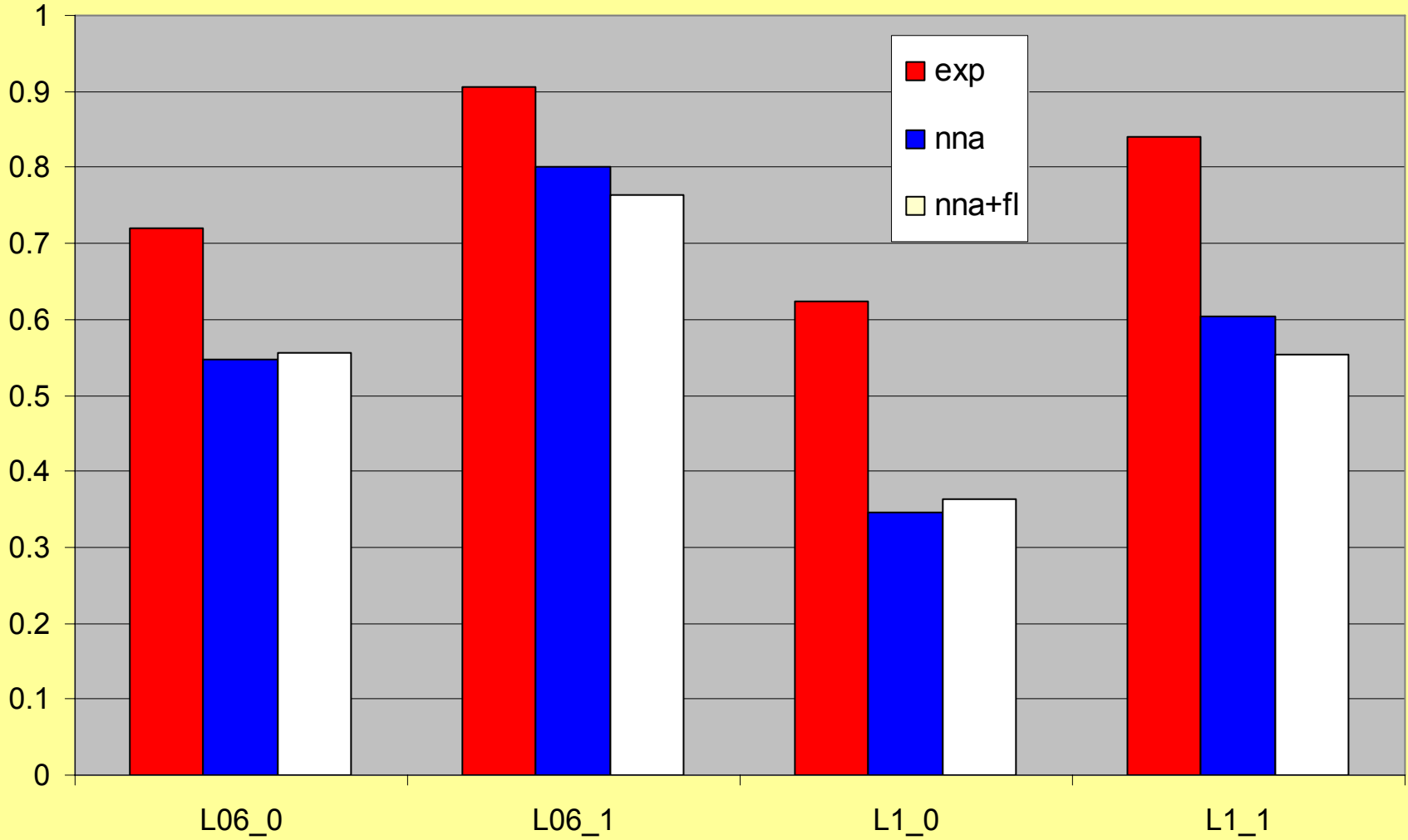


$$\alpha = \frac{n_e}{n} = \int_{-\Delta}^{\infty} F(\varepsilon) d\varepsilon$$

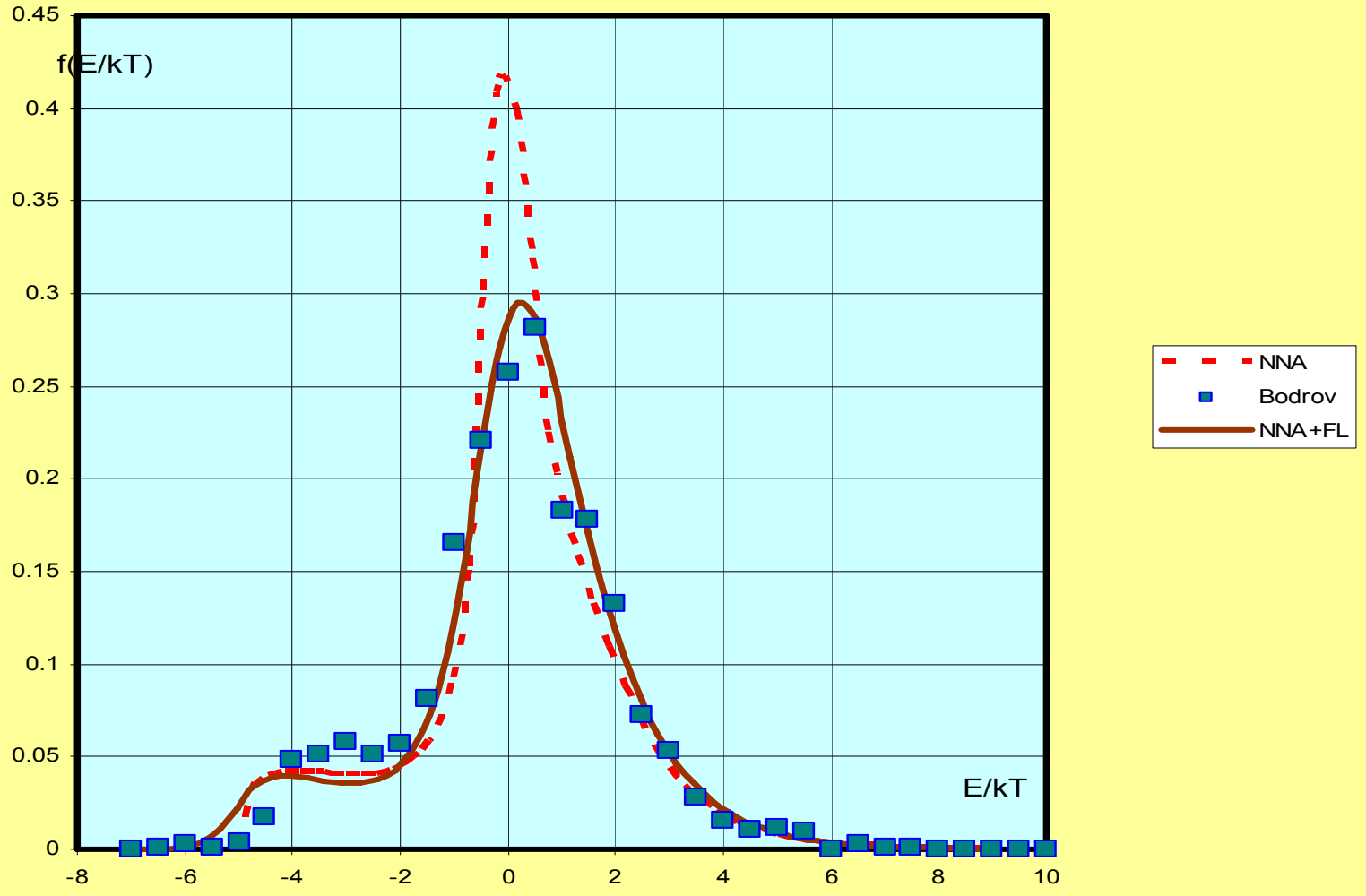
$$\Delta = 0$$

$$\Delta = 1$$

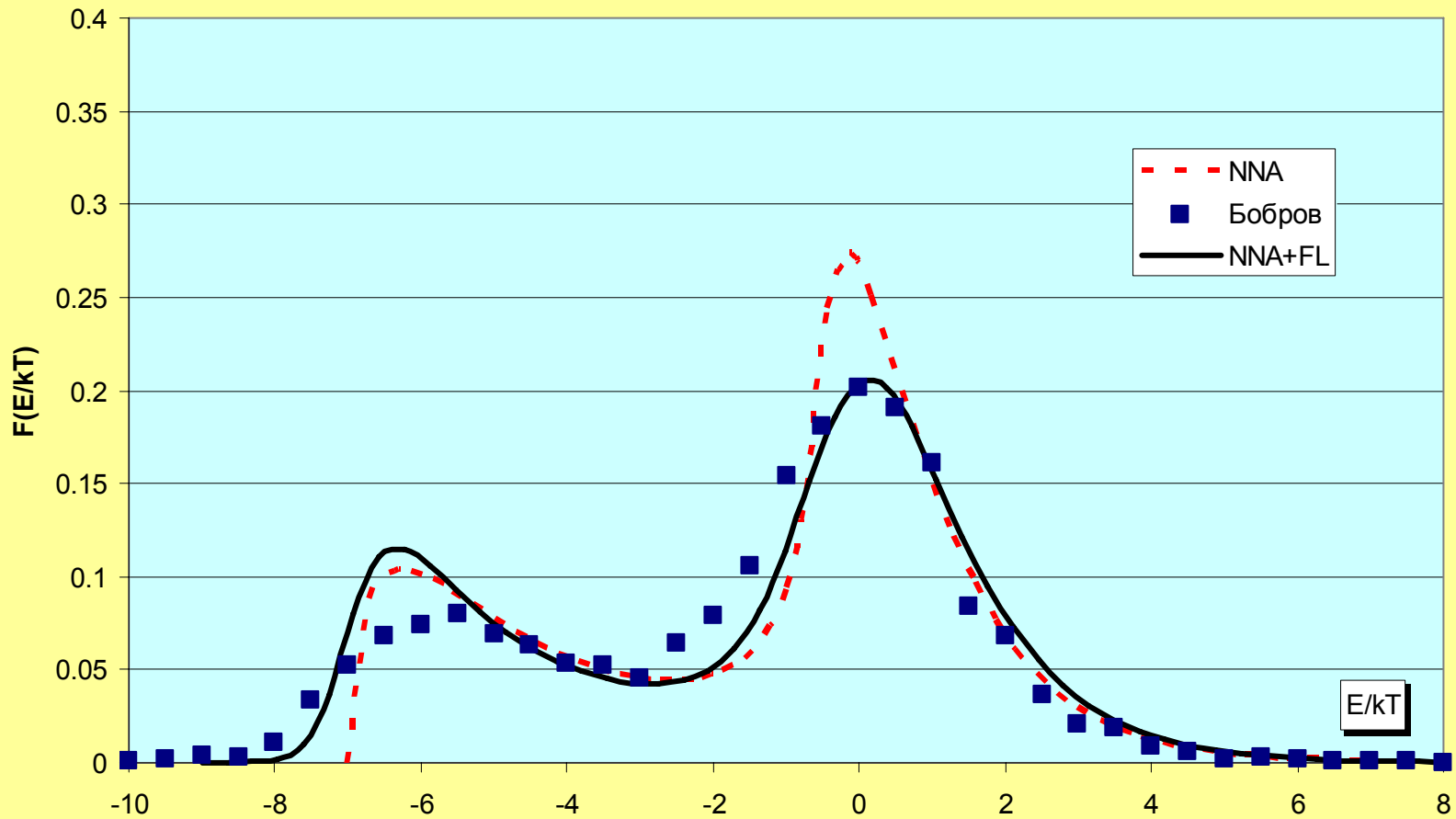
СТЕПЕНЬ ИОНИЗАЦИИ



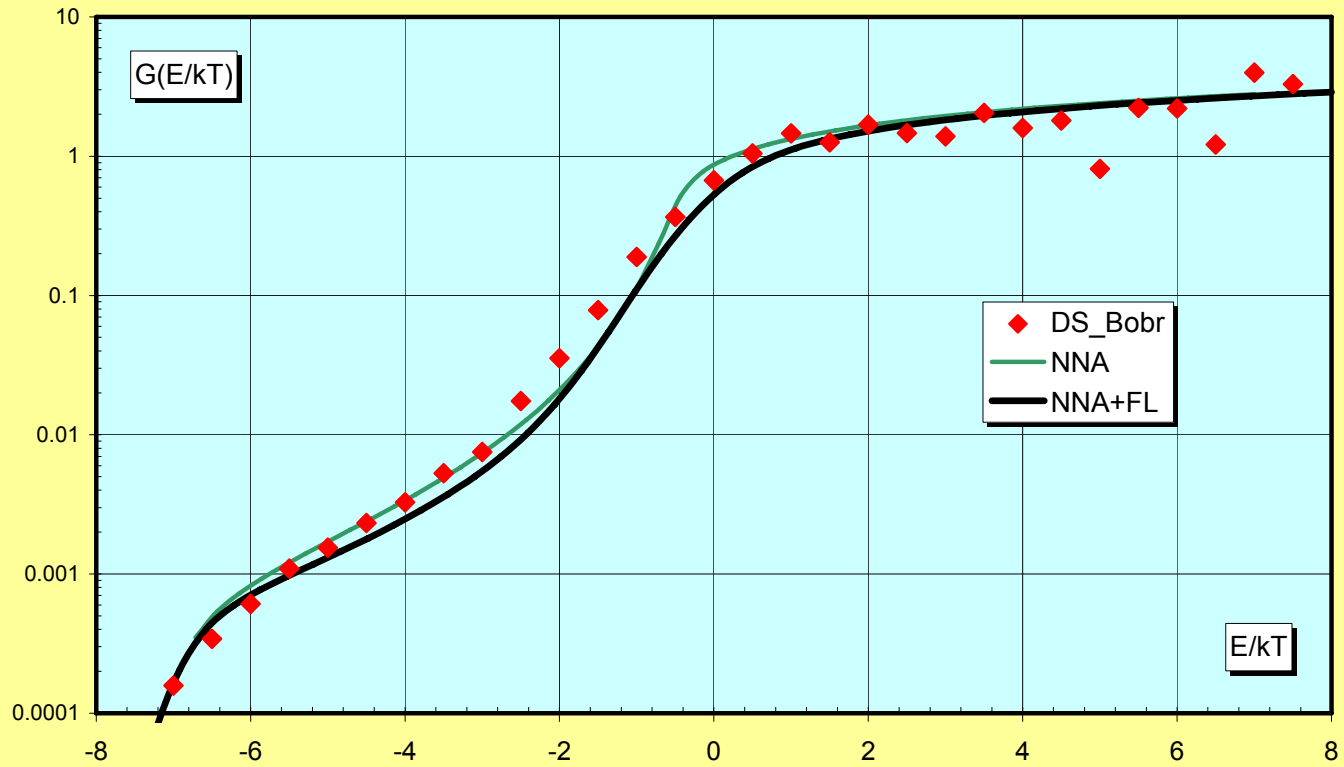
Функция распределение по энергиям.
T=5K, n=1E9



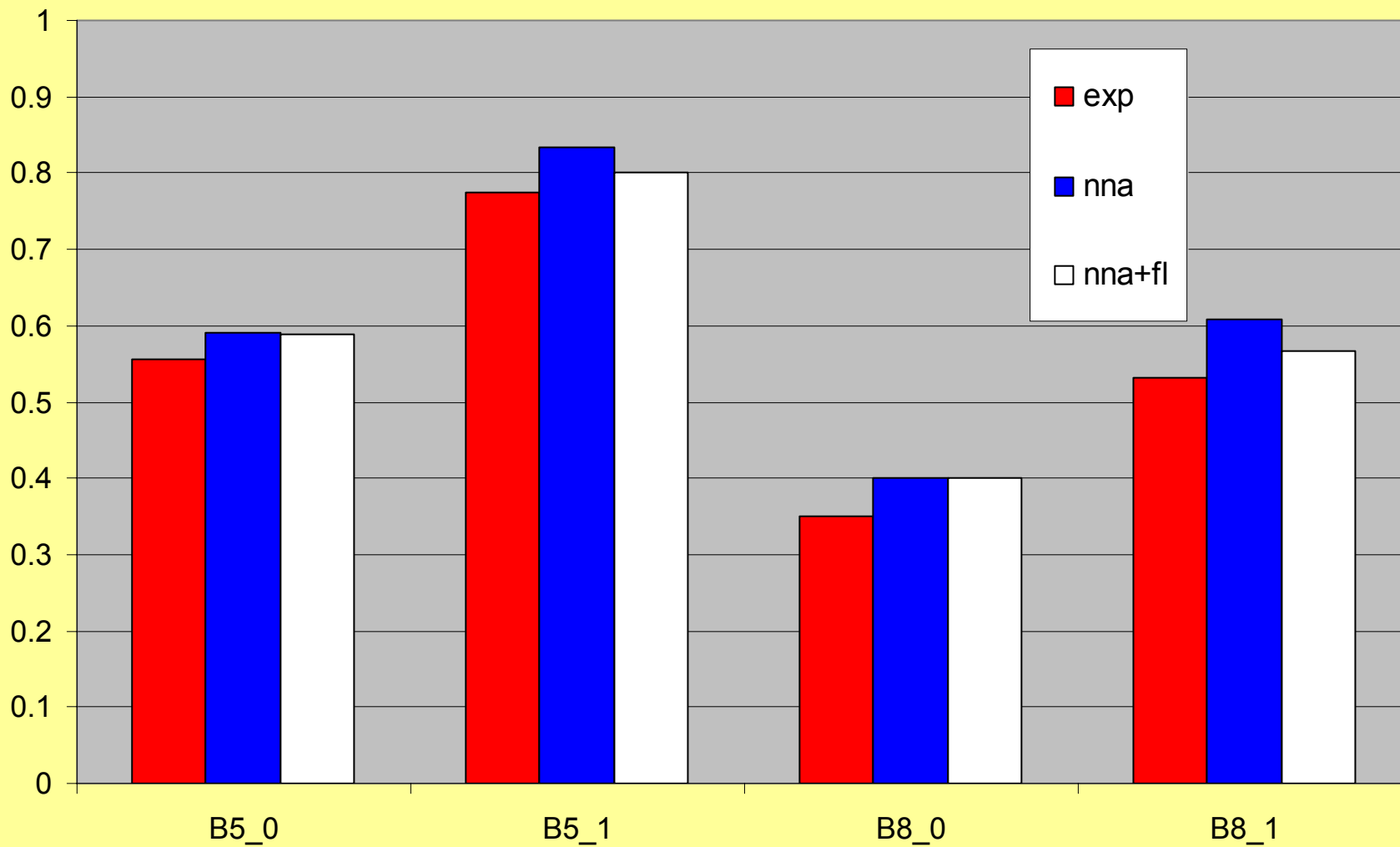
Функция распределения по энергиям.
T=8K, n=1E10



Плотность состояний.
T=8K, n=1E10

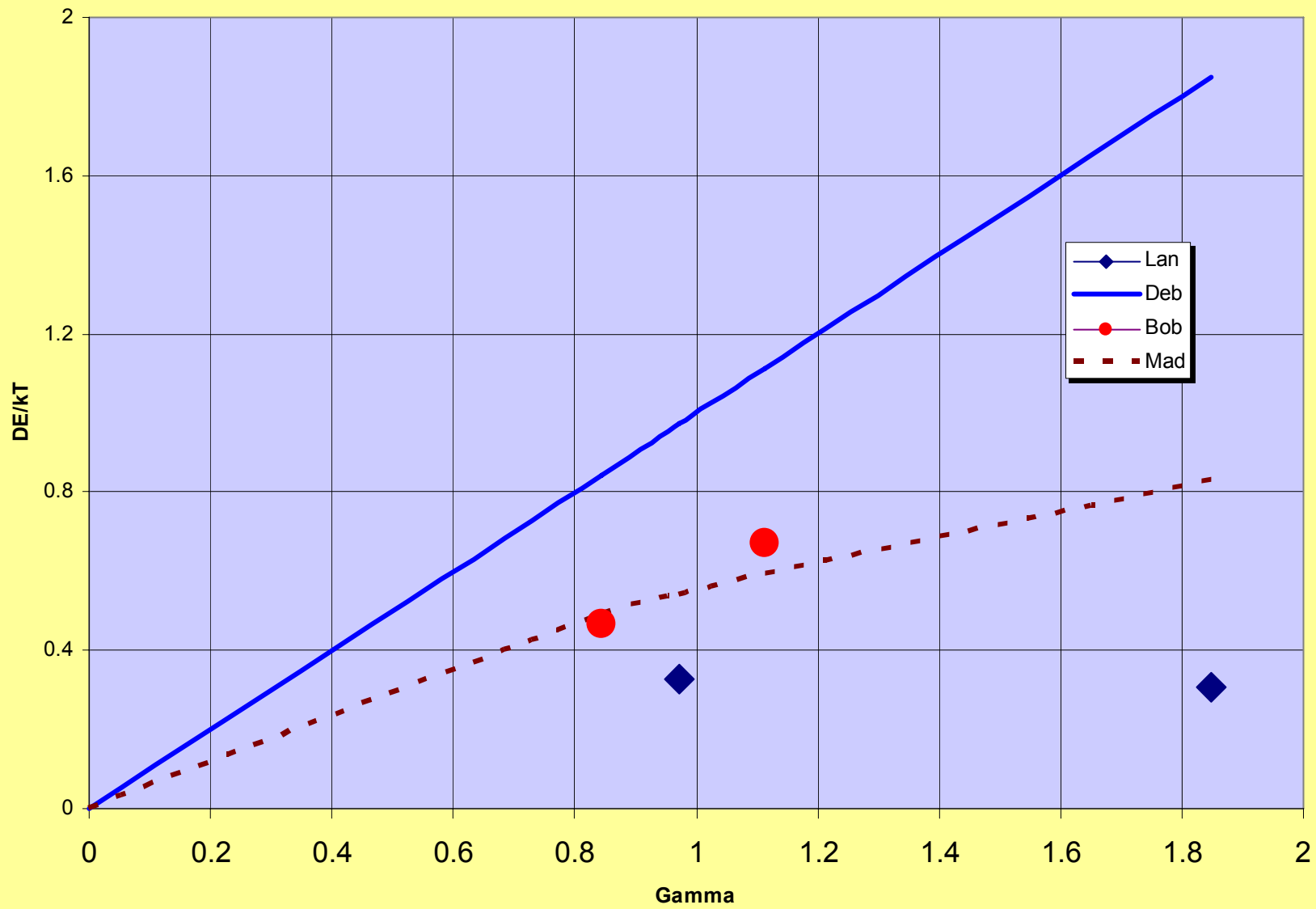


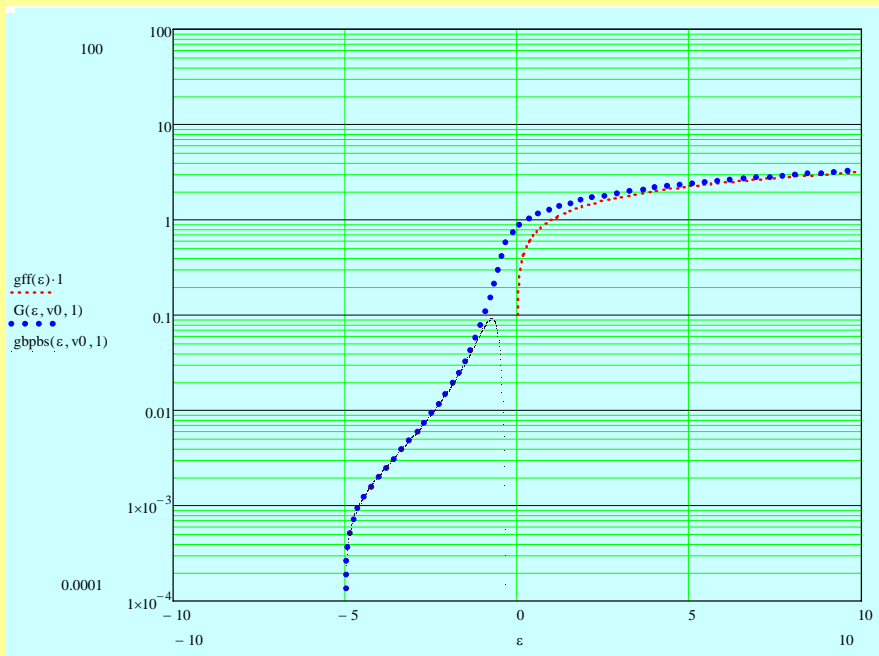
СТЕПЕНЬ ИОНИЗАЦИИ



$$g(\varepsilon) \approx \sqrt{\varepsilon + \Delta}$$

$$\Delta = g(0)^2$$



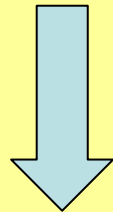


$$\int_{-\varepsilon_0}^{\infty} g(\varepsilon)e^{-\varepsilon} d\varepsilon =$$

$$= n_e \sim e^{\beta\Delta I} = \varphi_2(\Delta f)$$

$$\int_{-\infty}^{-\varepsilon_0} g(\varepsilon)e^{-\varepsilon} d\varepsilon = n_a = \varphi_1(\Sigma_a)$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} g(\varepsilon)e^{-\varepsilon} d\varepsilon = n$$



$$\Delta f = \varphi(\Sigma_a)$$

!!!

ВЫВОДЫ:

1. Избавиться от связанных состояний при моделировании свойств атомарной плазмы практически невозможно. Самый яркий тому пример – дебаевская теория.
2. Необходимо исследовать фазовую диаграмму кулоновской модели «с полочкой». Здесь возможен фазовый переход.
3. Процессы рекомбинации в микроканоническом ансамбле идут очень медленно. Необходим поиск других реализаций. Возможно с отказом от периодических граничных условий.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!