

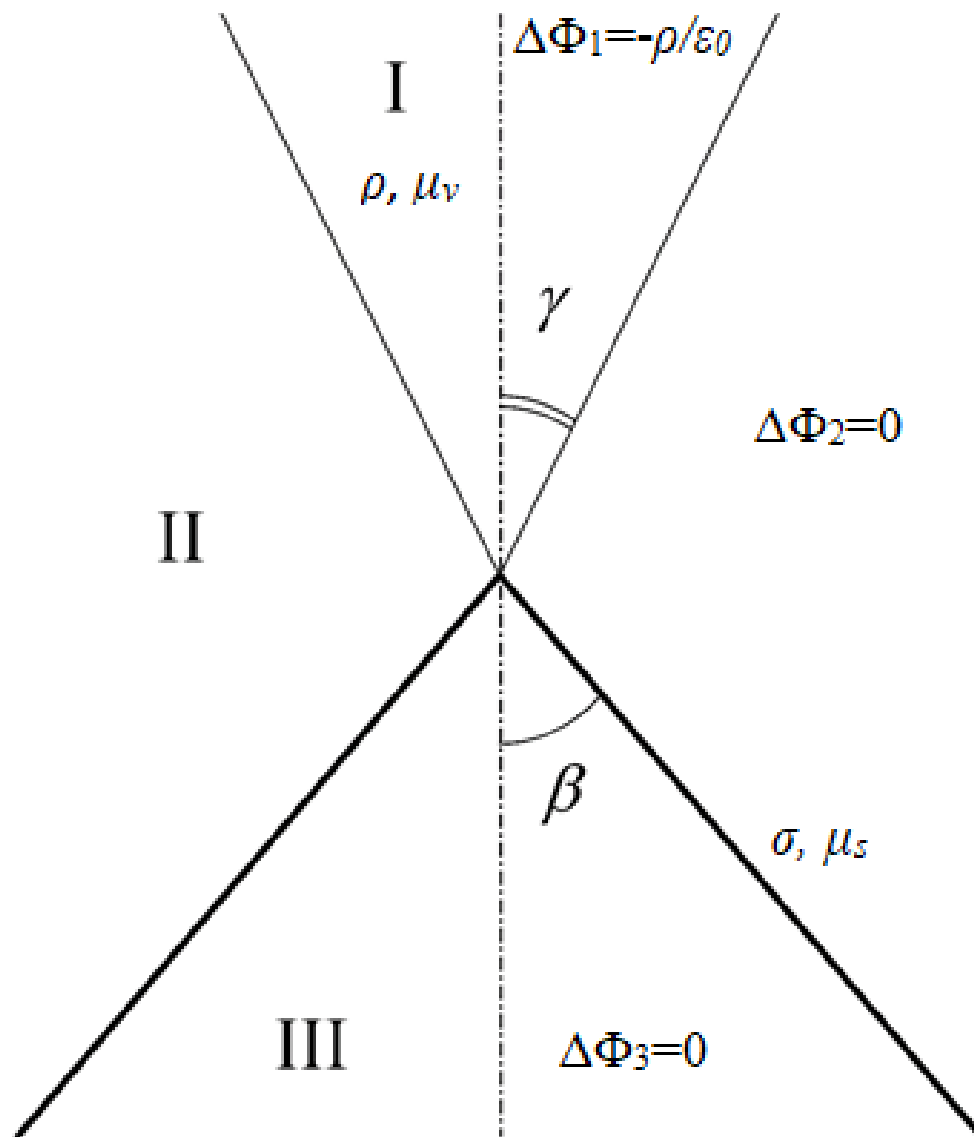
Конические образования на поверхности жидкости с ионной проводимостью при учете эмиссии с вершины конуса

Беляев М. А., аспирант 4 года обучения

Свободная поверхность жидкости становится неустойчивой в сильном внешнем электрическом поле, в результате чего возникают конические образования.

- 1964, Тейлор – угол полураствора конуса на поверхности проводящей жидкости равен 49.3° .
- 1994, Ramos, Castellanos – конусы возникают на поверхности жидкости с $\varepsilon > 17.6$.
- 1994, De La Mora – изучалось влияние объемного заряда носителей, испускаемых с вершины, на угол конуса на проводящей жидкости.
- 2014, Субботин, Семенов – конусы с учетом тока на его поверхности с образованием струй на вершине, значения могут быть $\varepsilon < 17.6$

В данной работе рассматривается конус с током на его поверхности и эмиссией с вершины конуса



Граничные условия

$$\frac{\partial \Phi_2}{\partial R} = \frac{\partial \Phi_3}{\partial R}, \quad \frac{1}{R} \left(\frac{\partial \Phi_2}{\partial \theta} - \varepsilon \frac{\partial \Phi_3}{\partial \theta} \right) = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}, \quad \theta = \pi - \beta$$

$$\frac{\partial \Phi_1}{\partial R} = \frac{\partial \Phi_2}{\partial R}, \quad \frac{\partial \Phi_2}{\partial \theta} = 0, \quad \theta = \gamma$$

$$\frac{\partial \Phi_3}{\partial \theta} = 0, \quad \theta = \pi$$

Баланс электростатического и капиллярного давления

$$p_S = p_E$$

Равенство тока на поверхности и тока эмиссии с вершины

$$I_S = I_v$$

Точные решения

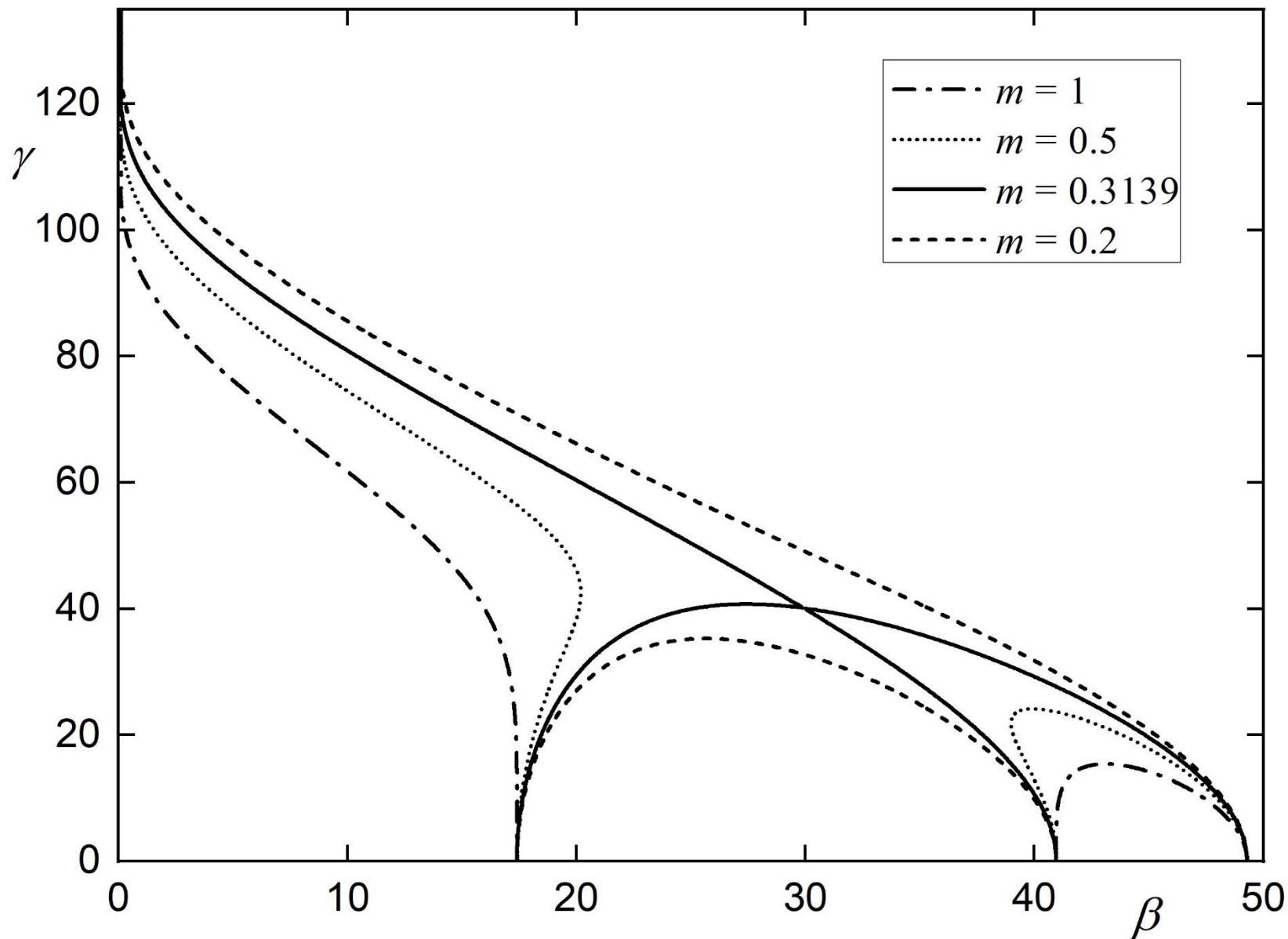
$$\Phi_1 = AR^{1/2}, \quad \Phi_2 = C_1 P_{1/2}(\cos\theta)R^{1/2} + C_2 P_{1/2}(-\cos\theta)R^{1/2},$$

$$\Phi_3 = C_3 P_{1/2}(-\cos\theta)R^{1/2}, \quad \rho = BR^{-3/2}, \quad \sigma = DR^{-1/2}$$

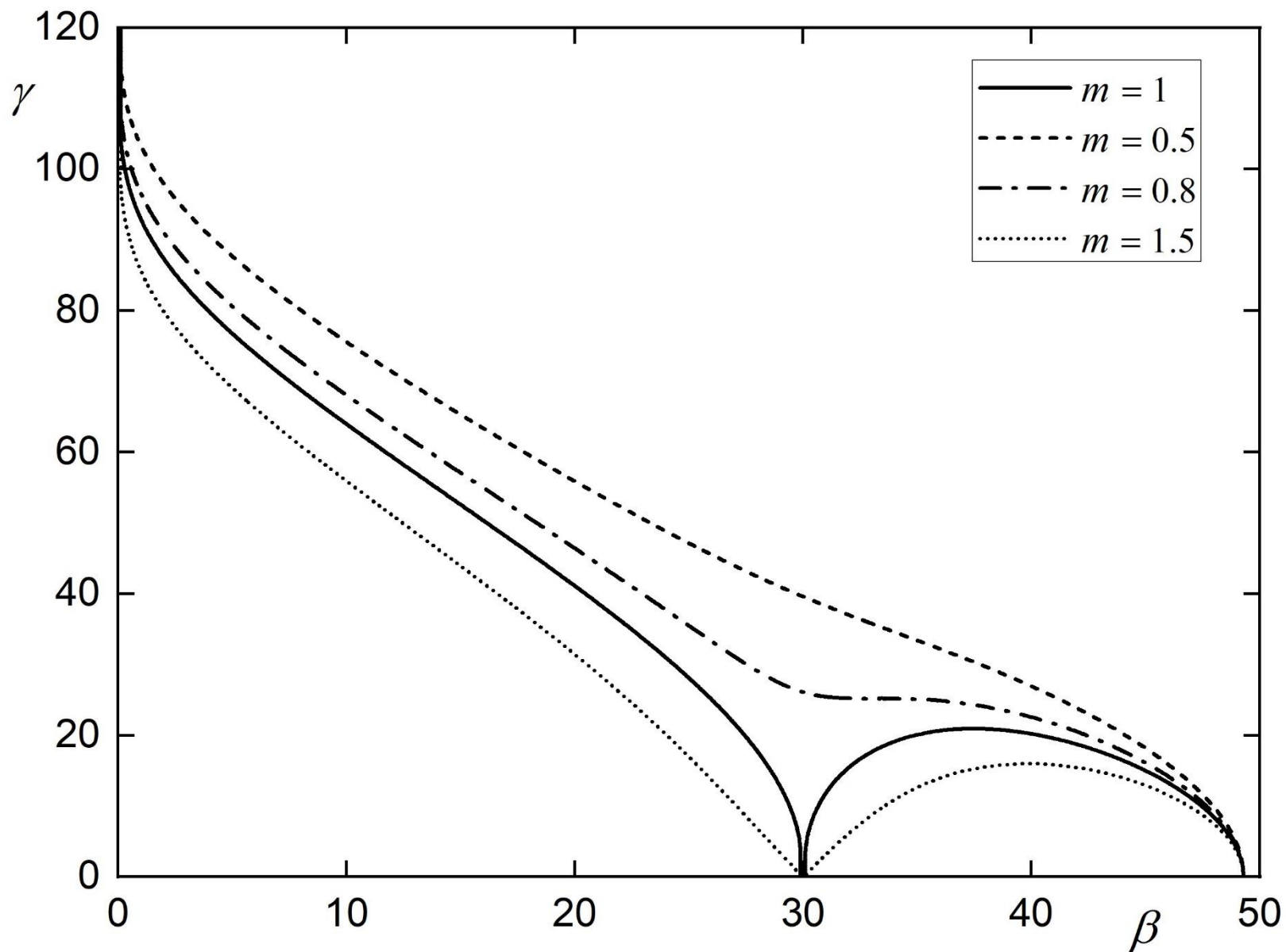
Решение дает возможность найти зависимости между основными характеристиками системы – углами раствора и спрея, током и напряжением.

Построим зависимость γ от β при различных значениях ε и $m \equiv \mu_v/\mu_s$.

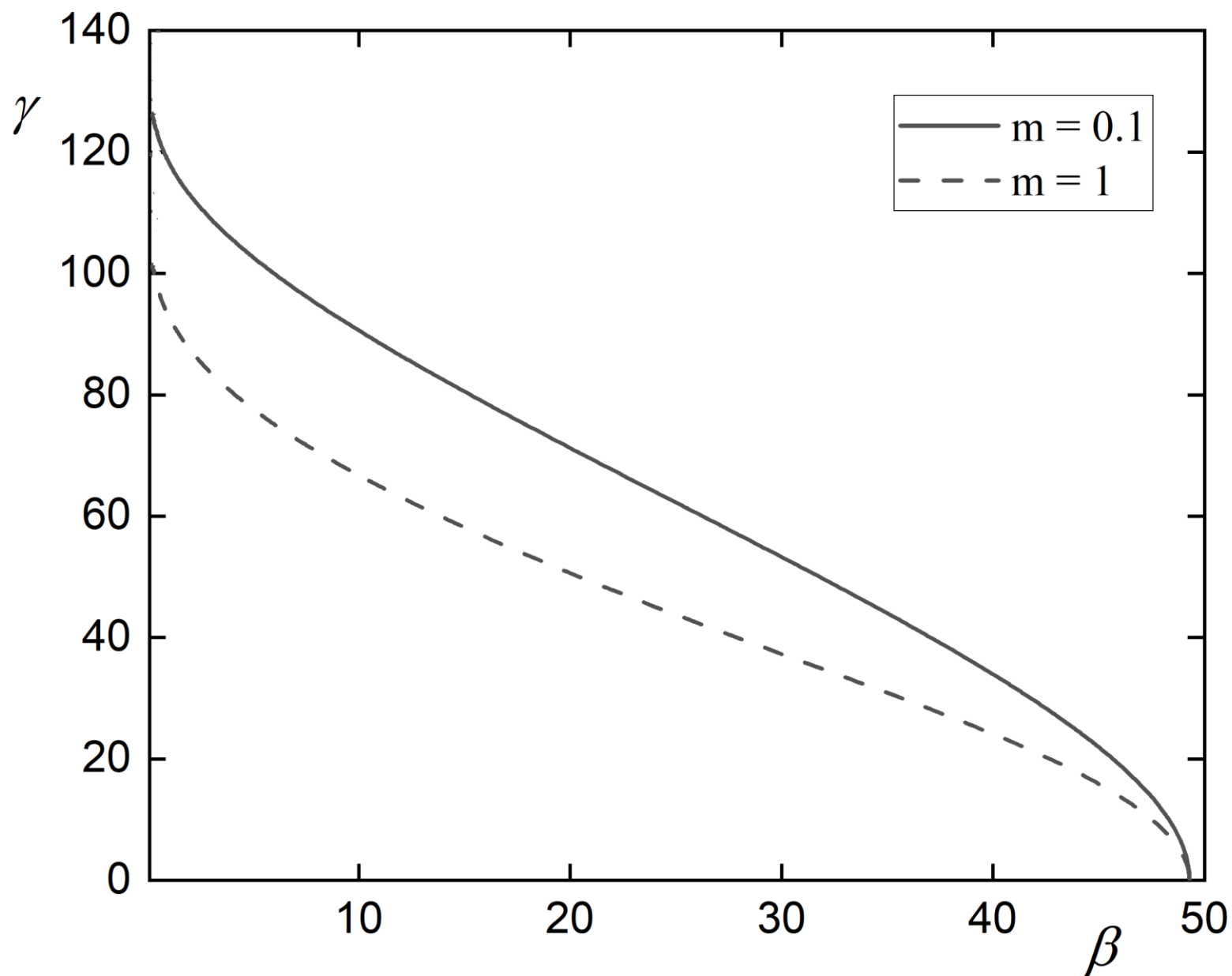
1. Конечные значения m : а) $\varepsilon > \varepsilon_c = 17.6$ при $\varepsilon = 25$



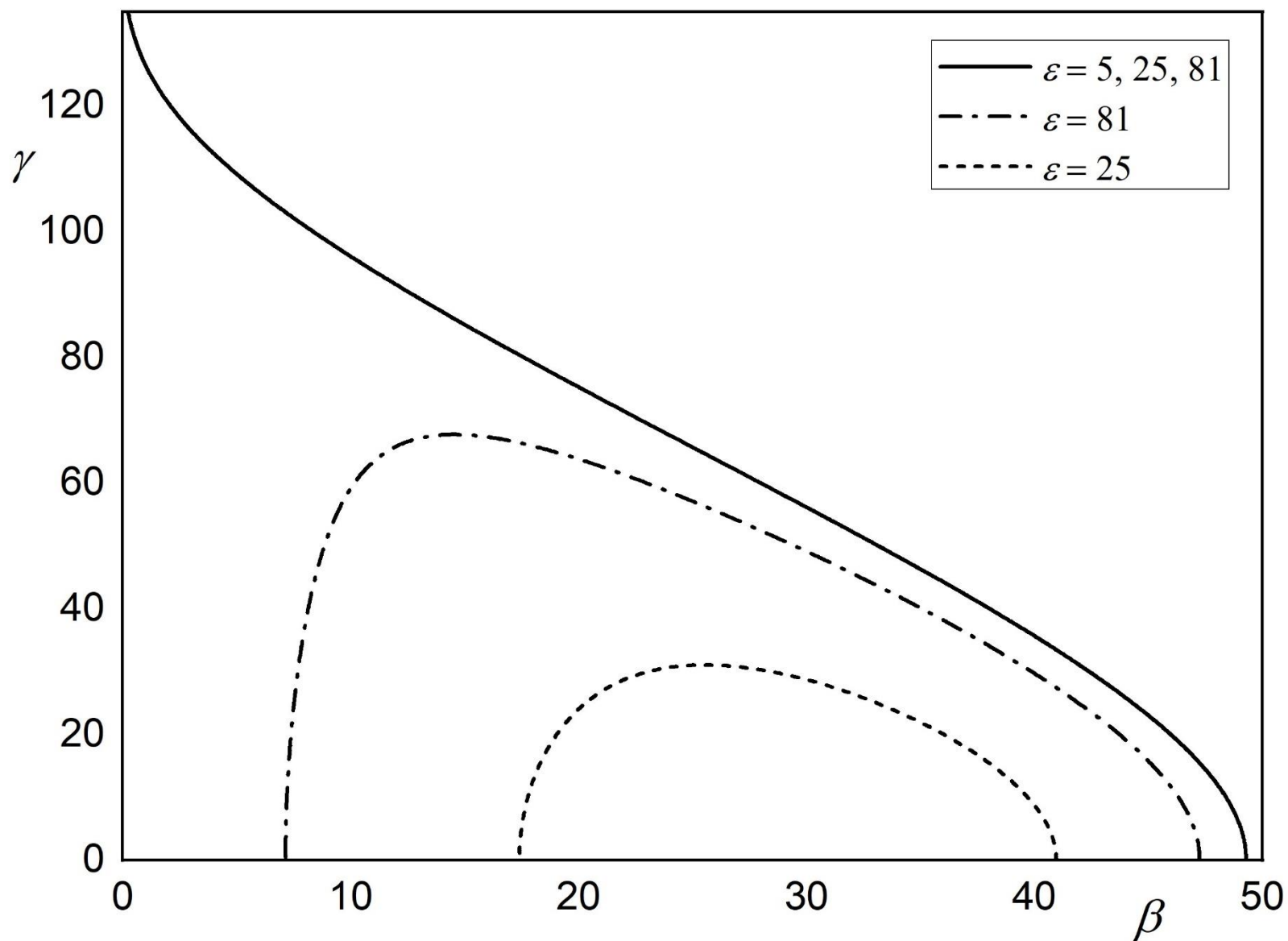
b) $\varepsilon = \varepsilon_c = 17.6$ при конечных значениях m



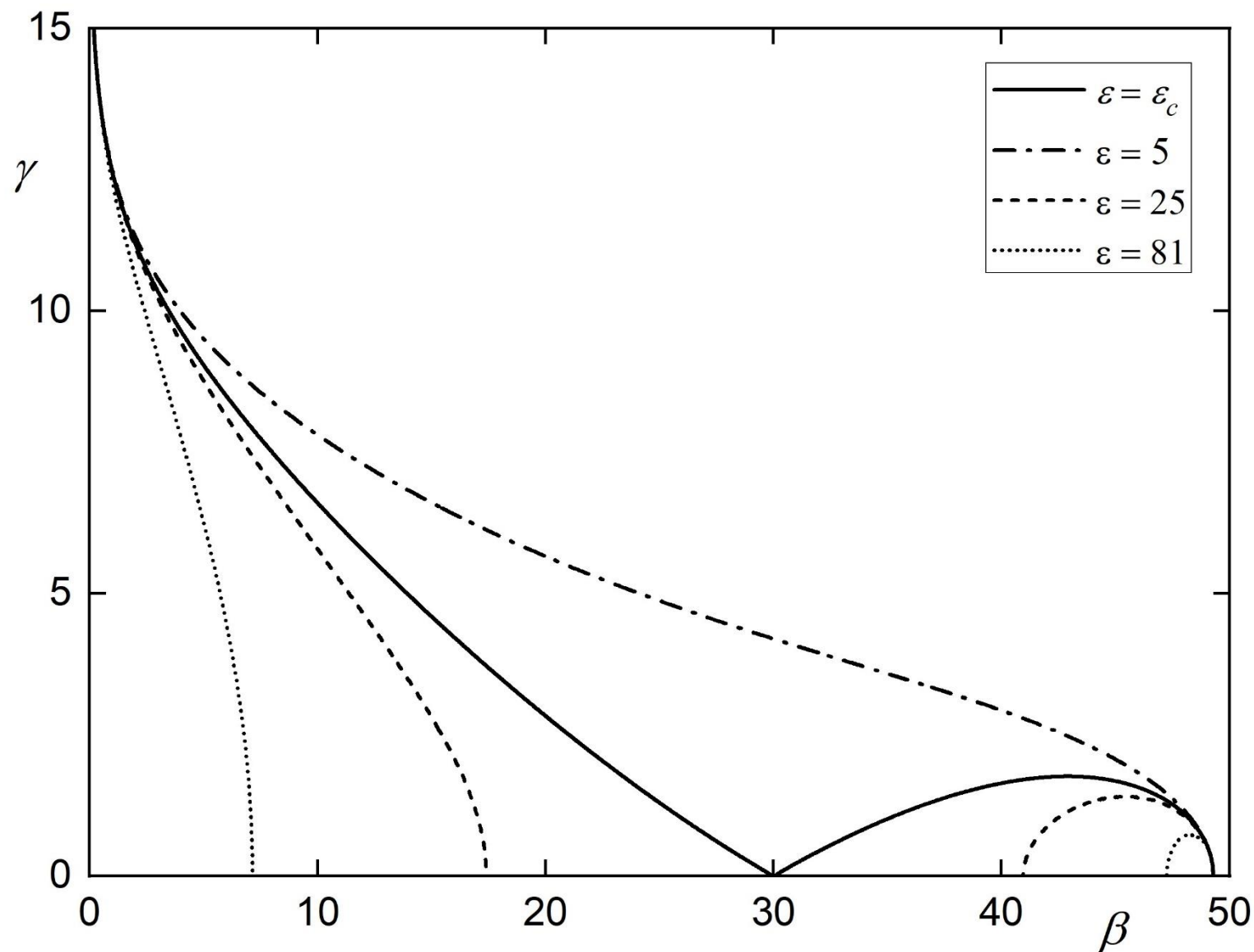
с) $\varepsilon < \varepsilon_c$, при $\varepsilon = 5$ и $m = 0.1, 1$



2. Случай $m = 0$, при $\varepsilon = 5, 25, 81$



3. Случай очень высоких значений m ($m = 100$) при различных ε .



Выводы

1. Удастся построить точное решение с учетом влияния объемного заряда частиц, испускаемых с вершины конуса.
2. Полученные угловые зависимости имеют сложную форму с двумя ветвями, которые соединяются при 30° . Также при $\varepsilon_c = 17.6$ на этом угле зависимость образует клюв при возрастании m .
3. В предельных случаях и при нулевых значениях модель переходит в случаи, исследованные в более ранних работах (Ramos, Castellanos), (De La Mora).