# Příklady z Fyziky plazmatu

## 3 Základy kinetické teorie plazmatu

### 3.1 Příklad (1b.)

Uvažujme systém částic rovnoměrně rozdělený v prostoru s konstantní hustotou částic $n_0$ a charakterizován rozdělovací funkcí rychlostí $f(v)$ definovanou takto:

$$\begin{aligned} f(v) &= K_0 \quad \text{pro } |v_i| \leq v_0 \quad (i = x, y, z) \ , \\ f(v) &= 0 \qquad \text{jinak} \ , \end{aligned}$$

kde $K_0$ je nenulová kladná konstanta. Určete hodnotu $K_0$ pomocí $n_0$ a $v_0$.

### 3.2 Příklad (1b.)

Uvažujme pohyb nabitých částic v jednom rozměru za přítomnosti elektrického potenciálu $V(x)$. Ukažte přímým dosazením, že rozdělovací funkce

$$f = \mathrm{fce}(\frac{1}{2}mv^2 + qV) \ ,$$

je řešením Boltzmannovy kinetické rovnice pro stacionární stav.

### 3.3 Příklad (2b.)

Předpokládejme, že na každou částici ve fázovém prostoru působí vnější síla $\mathbf{F}$. Bez interakcí bude částice typu $\alpha$ se souřadnicemi $(\mathbf{r}, \mathbf{v})$ v čase $t$ za časový interval $\mathrm{d}t$ nalezena v souřadnicích $(\mathbf{r}', \mathbf{v}')$ podle

$$\mathbf{r}'(t + \mathrm{d}t) = \mathbf{r}(t) + \mathbf{v}\,\mathrm{d}t \ ,$$

$$\mathbf{v}'(t + \mathrm{d}t) = \mathbf{v}(t) + \mathbf{a}\,\mathrm{d}t \ ,$$

kde $\mathbf{a} = \mathbf{F}/m_\alpha$ je zrychlení částice a $m_\alpha$ je její hmotnost.

Mezi novým elementem fázového prostoru a tím původním je tento vztah

$$\mathrm{d}^3r'\mathrm{d}^3v' = |J|\mathrm{d}^3r\mathrm{d}^3v \ ,$$

kde $J$ je Jakobiánem této transformace. Dokažte, že pro Jakobián této transformace platí $|J| = 1$.

### 3.4 Příklad (1b.)

Odvoďte tvar časového vývoje rozdělovací funkce $f_\alpha$ pro Krookův srážkový člen

$$\left(\frac{\delta f_\alpha}{\delta t}\right)_{\mathrm{coll}} = -\frac{(f_\alpha - f_{\alpha 0})}{\tau} \ ,$$

kde $f_{\alpha 0}$ je rozdělovaci funkce lokální rovnováhy, $\tau$ je relaxační doba srážek částic. Předpokládejte Boltzmannovu kinetickou rovnici (BKR) bez působení vnějších sil a bez přítomnosti prostorových gradientů, $f_{\alpha 0}$ a $\tau$ jsou na čase nezávislé.