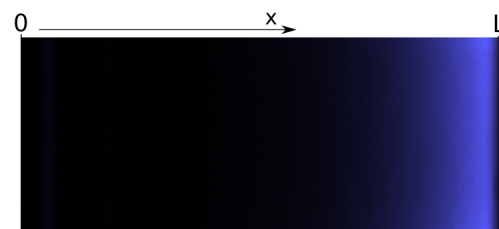


Příklady - Fluidní popis plazmatu

Výboj ve vzduchu

Důležitou diagnostickou informací o výbojích ve vzduchu poskytuje tzv. druhý pozitivní systém dusíku, který svítí modrou barvou. Vaším úkolem bude stanovit koncentraci dusíkového stavu $N_2(C)$, který je odpovědný za produkci druhého pozitivního systému. Uvažte, že výboj hoří mezi dvěma rovinnými elektrodami, mezi nimiž je homogenní elektrické pole a koncentrace nabitých částic ve výboji je tak malá, že neovlivňuje externí elektrické pole (tzv. Townsendův výboj). Definujme osu x ve směru od katody ($x = 0$) k anodě ($x = L$), viz obrázek. Zdrojem iontů a elektronů ve výboji je pouze ionizace způsobená nárazem elektronu na neutrální molekuly dusíku (reakce R5). Vzduch (80% N_2 a 20% O_2) uvažujte za atmosférického tlaku a pokojové teplotě.

no.	reakce	Rychlostní konst. [cm^3s^{-1}]
R1	$e + N_2 \rightarrow N_2(C) + e$	$k_{\text{im}}(300\text{Td}) = 4.7 \times 10^{-10}$
R2	$N_2(C) \rightarrow N_2(B) + h\nu$	$A_0 = 2.6 \times 10^7\text{s}^{-1}$
R3	$N_2(C) + N_2 \rightarrow N_2(a) + N_2$	$k_{N_2} = 1.25 \times 10^{-11}$
R4	$N_2(C) + O_2 \rightarrow N_2 + O + O(S)$	$k_{O_2} = 2.9 \times 10^{-10}$
R5	$e + N_2 \rightarrow N_2^+ + 2e$	$K_i(300\text{Td}) = 3.8 \times 10^{-10}$



Tabulka 1: Tabulka reakcí.

Obrázek 1: Světlo ve výboji. $E/N=300\text{Td}$.

- Pojmenujte reakce z tabulky.
- Na základě tabulky stanovte zdrojový člen pro rovnici kontinuity stavu $N_2(C)$.
- Zanedbejte střední rychlost stavu $N_2(C)$ a stanovte koncentraci $N_2(C)$ v ustáleném stavu.
- Klíčovým zdrojem elektronů, které produkují stav $N_2(C)$ je ionizace molekulárního dusíku (R5). Z rovnice kontinuity pro elektrony v ustáleném stavu vyjádřete $n_e(x)$. Na základě toho odhadněte prostorovou produkci stavu $N_2(C)$ a výsledek porovnejte s obrázkem.

Rovnice kontinuity ze všech stran

Na jakých veličinách závisí střední rychlost elektronů v aproximaci studeného plazmatu v elektrickém poli, uvažíme-li ustálený stav a zanedbáme vnitřní síly. Zaveďte veličiny pohyblivost a difúzivita, určete jejich jednotku.

- Zformulujte rovnici kontinuity s touto definicí střední rychlosti.
- V rovnici kontinuity v tomto tvaru položte elektrické pole rovno nule a zanedbejte zdrojové členy. Jak se tato rovnice nazývá?
- Řešte rovnici z (b) pouze v jednorozměrném případě. Použijte separaci proměnných. Vysvětlete řešení časové a prostorové části.
- Rovnici kontinuity z bodu (a) nyní řešte v ustáleném stavu s nulovým elektrickým polem s válcovou symetrií (koncentrace je pouze funkcí r). Zdrojový člen uvažte konstantní. Použijte okrajové podmínky $n(r=0) = C$ a $n(r=R) = 0$.
- Rovnici kontinuity řešte za stejných předpokladů jako v (d), ale zdrojový člen nyní uvažte ve tvaru νn (tento zdrojový člen odpovídá ionizaci).