Háskóli Íslands
Verkfræðideild
Rafmagns- og tölvuverkfræðiskor

Haust 2001

08.33.40 Hlutjónað rafgas

Lokapróf

30. nóvember 2001, kl. 8:00 - 11:00

1. **(30 %) Rýmdarafhleðsla**

   Hanna skal samhverfa, samsíða skauta, lágþrýsta, rf rýmdarafhleðslu í argon gasi sem hefur jónaflæði við rafgas-slíður brún $\Gamma_{+\mathrm{S}} = 5 \times 10^{19}$ jónir/m^2·s og orku jóna $\mathcal{E}_\mathrm{i} = 50$ V. Velja skal heppilegan gasþrýsting p (mTorr), lengd afhleðslu l (m), vinnutíðni f (Hz), og álagða rf spennu V_rf (V), yfir skaut afhleðslunnar. Velja skal þrýstinginn þannig að $l > \lambda_\mathrm{i} > (T_\mathrm{i}/T_\mathrm{e})l$, þar sem λ_i er meðalsnerta jóna-hlutlausra agna. Gera skal ráð fyrir árekstrarlausu slíðri, $s \ll \lambda_\mathrm{i}$, og að slembihitun sé ráðandi (ohmsk hitun sé óvera). Einnig skal finna heildar aflið sem afhleðslan gleypir á einingarflöt, S_abs (W/m^2) og slíðurþykktina fyrir hönnunina.

2. **(30 %) Jákvæð súla í DC afhleðslu**

   (a) DC argon afhleðsla hefur $R = 2$ cm, $L = 25$ cm og er við $p = 100$ mTorr þrýsting. Þetta svarar til $T_\mathrm{e} \approx 4$ eV, $\mathcal{E}_\mathrm{T} \approx 40$ V, $\lambda_\mathrm{e} \approx 0.4$ cm og $D_\mathrm{a}p \approx 10^4$ cm^2·Torr/s. Finna skal rafsviðsstyrkinn E ef gert er ráð fyrir að öll afhleðslan sé jákvæð súla, hvert er þá spennufallið yfir jákvæðu súlauna ?

   (b) Ef straumurinn um afhleðsluna er 10 mA, hver er þá þéttleiki rafgassins ?

   (c) Ef þrýstingurinn er nú $p = 1$ Torr og útgeislunarstuðull rafeinda frá katóðunni $\gamma_\mathrm{se} = 0.12$, hver er þá niðurbrotsspenna afhleðslunnar ?

3. **(40 %) Háþrýst lind hálfstöðugra súrefnis sameinda $\mathbf{O_2(a^1\Delta_g)}$**

Fyrirhugað er að framleiða hálfstöðugar súrefnis sameindir $O_2(a^1\Delta_g)$ (e. singlet molecular oxygen (SMO)) og nota þær til að hreinsa yfirborð á kísilskífum, rásaborðum og fatnaði. Örvaða súrefnis sameindin $O_2(a^1\Delta_g)$ verður mynduð í samsíða O_2 afhleðslu sem vinnur við andrúmsloftsþrýsting (760 Torr) og við stofuhita (300 K). Engin lofttæmidæla er notuð.

Til að meta myndun og töp $O_2(a^1\Delta_g)$, er gert ráð fyrir einvíðu líkani af samsíða plötum sem staðsettar eru við $x = -l/2$ og $x = l/2$, þar sem $l = 0.1$ cm Gerum ráð fyrir að $O_2(a^1\Delta_g)$ sé myndað í bolnum með

$$e + O_2 \longrightarrow O_2^* + e$$

sem hefur hraðafasta $k_{15} = 3.7 \times 10^{-10}$ cm^3/s og tapast í bolnum um hvarfið

$$O_2^* + O_2 \longrightarrow 2O_2$$

með hraðafasta $k_{17} = 2.2 \times 10^{-18}$ cm^3/s. Þar sem afhleðslan er verulega rafneikvæð, er rafeindaþéttleikinn milli platnanna einsleitur, $n_e(x) = n_{e0} = 10^8$ cm^3 og $T_e = 2.04$ eV. Gera skal ráð fyrir að töp $O_2(a^1\Delta_g)$ vegna hrörnunar séu óvera.

(a) Ef gert er ráð fyrir að allar $O_2(a^1\Delta_g)$ sameindir sem lenda á yfirborðum (plötum) sé speglað aftur inn á afhleðsluna (klísturstuðull núll) þá skal reikna þéttleika $O_2(a^1\Delta_g)$ í afhleðslunni, n^* cm^3.

(b) Meta skal raunverulegan líftíma $O_2(a^1\Delta_g)$ sameindar í afhleðslunni. Þá skal meta flæði $O_2(a^1\Delta_g)$ sameinda (cm^{-2} s^{-1}) sem falla á yfirborð.

(c) Nú skal gera ráð fyrir því að hlutfallið $\gamma = 0.2$ allra $O_2(a^1\Delta_g)$ sameinda sem falla á yfirborð hvarfist við yfirborðin og tapist úr kerfinu. Það eru því sveimtöp í kerfinu. Gefa skal sveimjöfnuna sem ákvarðar $n^*(x)$ og gefa skal jöfnu fyrir sveimstuðulinn D fyrir sveim $O_2(a^1\Delta_g)$ sameinda um O_2 bakgrunnsgasið. Gefa skal tölulegt mat á D (cm^2/s).

(d) Finna skal nauðsynleg randskilyrði til að leysa sveimjöfnuna í lið (c). Þá skal leysa sveimjöfnuna til að ákvarða $n^*(x)$. Ekki er þörf á að gefa tölulegt svar. Rissið $n^*(x)$ sem fall af x innan platnanna.