

Komora volumena 500 dm³ ispunjena je vodikom H₂ pod tlakom od 200 Pa na temperaturi od 20°C. Molarna masa atoma vodika je M = 1g/mol. Izračunajte:

a) masu plina u komori

vodik = M = 2 * 10⁻³ kg/mol t = 20+273 = 293K,
V = 0.5m³ N = broj cestica, pV => NkbT => nRT = (mRT)/M, (p*V*M)/(R*T) = m, kg

b) broj molekula vodika u komori n= m/M = N/Na
N= mNa/M, nema mj. jed.

Ako je n = 10¹⁸ m⁻³, kbTe = 0.517 eV * e = x J izračunajte:

a) plazmenu frekvenciju

wpe = sqrt((ne²/(me Eps0)) = x s⁻¹

b) Debyeovu duljinu

lmdaD = sqrt((eps0 kbTe/(ne²)) = x m

c) broj čestica koje se nalaze u Debyeovom oblaku Nd = (4pi lmdaD³ n)/3

N~ broj, zakruzi na nize

Izračunajte sudarnu frekvenciju za sudare elektrona i iona u plazmi u o -pinchu ako su elektronska i ionska termalna energija jednake vrijednosti i iznose kbTe = 800 eV* e, a gustoća n0 = 10²³ m⁻³. Nađite Spitzerovu električnu vodljivost za tu plazmu na danoj temperaturi.

lamdaD = sqrt((eps0 kb*Te)/(n0*e²)) m

Nd = (4*pi*lamdaD³ * n0)/3

vei = (n0*e⁴ * ln(12*pi*Nd))/

(32*sqrt(pi*me) * eps0²(2kbTe)^{3/2}) s⁻¹

o = (16*pi*me*eps0²(kbTe)^{3/2})/sqrt(me) *e² S

Izračunajte srednji slobodni put za elektrone u poluvodičkoj procesnoj plazmi gustoće n0 = 10¹² cm⁻³ kojoj su jednake elektronska i ionska termalna energija (kT = 5 keV), ako su zadane sudarne frekvencije vei = 2,8 10⁷ s⁻¹,

vee=1,4*10⁷s⁻¹

Naputak: Termalnu brzinu računati za 1 stupanj slobode

n0 = 12¹² cm⁻³ = 1*10¹² (1/1/1/100 00 00) = 1*10¹⁸m⁻³

kbT = 5keV = 8*10⁻¹⁶J

(kbT)/2 = (me Vt²)/2, lamdassd = vt/v, vt = sqrt(kbT/me)

lamdaSSP = vt/(vee+vei) = m

Ako je Larmorov polumjer za elektrone u plazmi u magnetskoj fuziji 7*10⁻⁵ m, a magnetsko polje jakosti 5 T, nađite:

a) brzinu gibanja elektrona i

b) njegovu ciklotronsku frekvenciju.

rl = 7*10⁻⁵m, (mv²)/r = qvB, q=e, r=rl, m=me

v= (eBrl)/me) m/s, omega = qB/m s⁻¹

Plazmena frekvencija je frekvencija pri kojoj elektroni u plazmi titraju zbog elektrostatskih sila koje djeluju među njima. Elektronska plazmena frekvencija dana je izrazom wps = ((ns*es²)/ms*eps0))^{1/2}, gdje su dani naboj, gustoća broja i masa te vrste čestica s.

Sahina jednazba

ni/nn ~ 2.4 * 10²¹ T^{3/2} / ni * exp(-Ui/kT)

• ni - gustoća broja ioniziranih atoma (kod vodikove plazme jednaka je gustoći broja elektrona ne)

• nn - gustoća broja neutralnih atoma,

• Ui - energija ionizacije,

• T - temperatura plina. Eksponecijalni član predstavlja doprinos sudarne ionizacije

Član 1/ni je rekombinacijski utjecaj koji

uravnotežuje proces ionizacije

neelastični sudar dvaju atoma:

A⁺ + e⁻ + A => A+A

neelastični sudar atoma i slobodnog elektrona

A⁺ + e⁻ + e⁻ => A + e⁻

Apsorpcija fotona (ionizacija --> fotonizacija)

A⁺ + e⁻ => A+hv

Pomoću Saha-ine jednadžbe pokažite da običan zrak pri normalnom tlaku na sobnoj temperaturi (300 K) nije u stanju plazme. Za dušik vrijedi da je Ui = energija ionizacije = 14,5 eV. ni/nn ~ 2.4*10²¹ * (T^{3/2} /ni) e^{-(U/kT)} T=300K, omjer ioniziranih i neutralnih cestica 300K : 11600K = x : 1eV, x=0.0259eV ni/ni ~ 2.4 * 10²¹ * 300^(3/2)/ni * e^(-14.5eV/0.0259eV), e⁻⁵⁶⁰ = (e⁻⁵⁶)¹⁰ ni/nn ~ 10⁻¹²²

Ako je jednadžba granice u ne-Te prostoru koja odvaja klasični od kvantnog režima za opis plazme dana

Te^{3/2} / ne = (hPrec/2)³ / (3me*k)^{3/2}s

dredite hoćete li fuzijsku plazmu u tokamaku s elektronskom termalnom energijom od 4 keV i gustoćom n0 = 10¹⁴ cm⁻³ opisivati kao klasičnu ili kvantnu plazmu.

ako je lijeva strana <=10⁻¹⁹ onda je kvantna