Лабораторная работа 5

Имеется источник излучения

Кварцевая трубка:

-- -- -- -- -- -- -- R

Закачивается ксенон
Происходит ионизация, образуется ион

Количество тяжелых частиц

$$\frac{P_0}{kT_{\text{нач}}} \cdot \pi R^2 L = 2\pi R^2 L \cdot \int_0^1 n_{\text{тяжелые частицы}}(T(z), p) \cdot z \cdot dz$$

$$\frac{P_0}{kT_{\text{нач}}} = 2 \cdot \int_0^1 n_{\text{тяжелые частицы}}(T(z), p) \cdot z \cdot dz$$

Имеется уравнение $F(p) = \dfrac{P_{\text{нач}}}{kT_{\text{нач}}} - 2\displaystyle\int_0^1 n_{\text{т}}(T(z), p) z dz = 0$

XeI - атом
$XeII$ - ион
$XeIII$ - ион
$XeIV$ - ион
XeV - ион
e - электрон

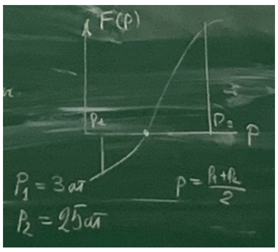
Концентрации $\left(\dfrac{1}{\text{см}^3}\right)$

$n_{XeI} - n_I$
$n_{XeII} - n_{II}$
$n_{XeIII} - n_{III}$
$n_{XeIV} - n_{IV}$
$n_{XeV} - n_V$
$e - n_e$

$$n_{\text{т}} = \sum_{i=I}^{V} n_i$$

$n_{\text{т}} = n_{\text{т}}(T, P)$

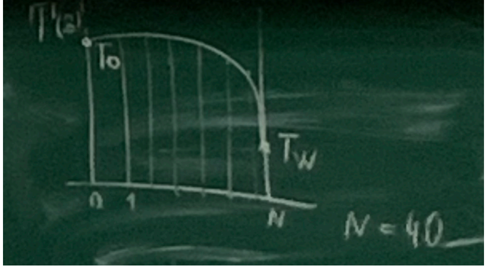
<u>1-я часть работы</u>
Найти P
Задано (для отладки) $n_{\text{т}} = \dfrac{P}{kT}$
$T(z) = T_0 + (T_W - T_0)z^m,\ T_W, T_0 -$ заданы
В 1-й части $T_0 \leq 6000K$
Для нашей задачи $n_{\text{т}}(z) = \dfrac{P}{kT(z)}$



Итак
Задано $T_0(5000)$
$T_N(2000)$
$m(8)$
$P_{\text{нач}} = 0{,}5\text{аТ}$
$T_{\text{нач}} = 3000K$

Получить
P

$$\left|\frac{\Delta P}{P}\right| < \varepsilon = 10^{-4}\ \Delta P = P_2 - P_1$$



Создать массив $n_{\text{т}}$
Заполнение массива
1) Вводим N
2) Находим шаг $h = \dfrac{1}{N}$
3) Находим $z_i = ih$
4) Заполняем $n_{\text{т}}(T(z_i), P)$

$$\int n_{\text{т}}(z) z dz = h\left[\frac{n_T(1)\cdot 1 + n_T(0)\cdot 0}{2} + \sum_{i=1}^{N-1} n_T(z_i) z_i\right]$$

$z_i = 0 + i \cdot h$

Перейдем
$n_T^* = n_T \cdot 10^{-18}$
Тогда

$$7{,}243 \cdot 10^3 \frac{P_{\text{нач}}}{T_{\text{нач}}} - 2\int_0^1 n_T^*(T(z), P) z dz = 0$$

$$n_{\text{т}i} = \frac{P}{kT(z_i)}$$

<u>2 часть работы</u>

Нахождение n_T^*

$$\frac{n_e^* n_{i+1}^*}{n_i^*} = K_i(T),\ i = I, II, III, IV\ (1)-(4)$$

$$\frac{P}{kT}\cdot 10^{-18} = n_e^* + \sum_{i=I}^{V} n_i^* - \frac{x_D^3}{24\pi}\ (5)$$

$$n_e^* = \sum_{i=II}^{V} z_i \cdot n_i^*,\ z_I = 0,\ z_{II} = 1,\ z_{III} = 2,\ z_{IV} = 3,\ z_V = 4\ (6)$$

$$K_i = \frac{2Q_{i+1}(T)}{10^{18} Q_i(T)}\left(\frac{2\pi m_e kT}{n^2}\right)^{\frac{3}{2}} \frac{(E_i - \Delta E_i)}{kT}$$

$$\Delta E_i = kT\ \ln \frac{(1 + z_{i+1}^2 \cdot \frac{\tilde{\Gamma}}{2})}{1 + z_i^2 \frac{\tilde{\Gamma}}{2}}$$

$$x_D = \frac{\tilde{\Gamma}\cdot kT}{e^2}$$

$$\tilde{\Gamma}^2 = \left(\frac{e^2}{kT}\right)^3 4\pi\left[\frac{n_e^*}{1+\frac{\tilde{\Gamma}}{2}} + \sum_{i=II}^{V} \frac{n_i^* z_i^2}{(1 + z_i^2 \frac{\tilde{\Gamma}}{2})}\right] 10^{18}\ (7)$$

Неизвестные: n_e^*, n_i^*, $\tilde{\Gamma}$

Приведем систему уравнений к удобному для работы виду

Для отладки решения системы нелинейных уравнений в качестве начальных приближений взять
$P = 15\ aT$
$T = 10^4$
$V^{(0)} = -1$
$x_I^{(0)} = 3$
$x_{II}^{(0)} = -1$

$$x_{III}^{(0)} = -10$$
$$x_{IV}^{(0)} = -20$$
$$x_{V}^{(0)} = -35$$