Теоретическая оценка

Концентрацию атомов в печке можем найти, зная зависимость давления насыщенных паров P от температуры T:

$$P(T) = 133.32\,\text{Па} \times 10^{10.3354-\frac{8345.57}{T}-8.84\times10^{-5}T-0.68106\log_{10}T}, \tag{1}$$

соответственно знаем концентрацию внутри печки, как $n_{\text{ov}} = P/k_{\text{B}}T$.

Внутренний диаметр печки $d_{\text{noz}} = 7\,\text{мм}$, площадь $S_{\text{noz}} = 40\,\text{мм}^2$, длина сопла $L_{\text{noz}} = 210\,\text{мм}$. Тогда из всех атомов, влетающих в сопло, выделяется конус, с телесным углом

$$\Omega_{\text{noz}} = 2\pi\left(1-\cos\theta_{\max}\right) \approx 2\pi\cdot 1.4\times10^{-4}, \qquad \theta_{\max} = \frac{d_{\text{noz}}}{2L_{\text{noz}}}.$$

Количество атомов J_{in}, влетающих в сопло, можем найти как

$$J_{\text{in}} = S_{\text{noz}}\cdot\frac{1}{4}n_{\text{ov}}\bar{v}, \qquad \bar{v} = \sqrt{\frac{8k_{\text{B}}T}{\pi m}}.$$

Количество атомов вылетающих из печки с определенной скоростью v_r и v_z можем найти в виде

$$dJ_{v_r,\,v_z} = \frac{2n_{\text{ov}}S_{\text{noz}}}{\pi^{1/2}\alpha^3}\cdot v_r e^{-v_r^2/\alpha^2}\cdot v_z e^{-v_z^2/\alpha^2}\,dv_z\,dv_r,$$

где $\alpha = \sqrt{\frac{2k_{\text{B}}T}{m}}$, – наиболее вероятная скорость.

Проинтегрировав $dJ_{v_r,\,v_z}$ с учётом колимации действительно находим, что

$$J_{\text{out}} = \int_0^\infty\int_0^\infty J_{v_r,\,v_z}\cdot\theta[\theta_{\max}-v_r/v_z]\,dv_r\,dv_z \approx S_{\text{noz}}\cdot\frac{1}{4}n_{\text{ov}}\bar{v}\cdot\theta_{\max}^2,$$

где $\theta[\ldots]$ – функция Хэвисайда. Собирая всё вместе получаем зависимость J_{out} от температуры.

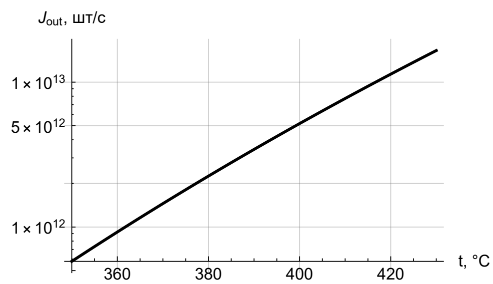

Рис. 1: Теоретическая зависимость потока атомов из печки от температуры

Обработка данных

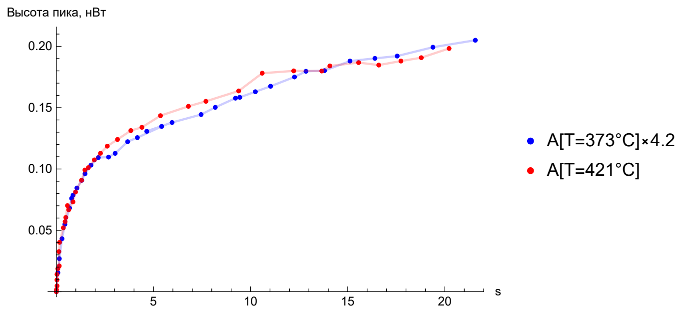

Рис. 2: Зависимость мощности принимаеого на ФЭУ в резонансе от параметра насыщения s