

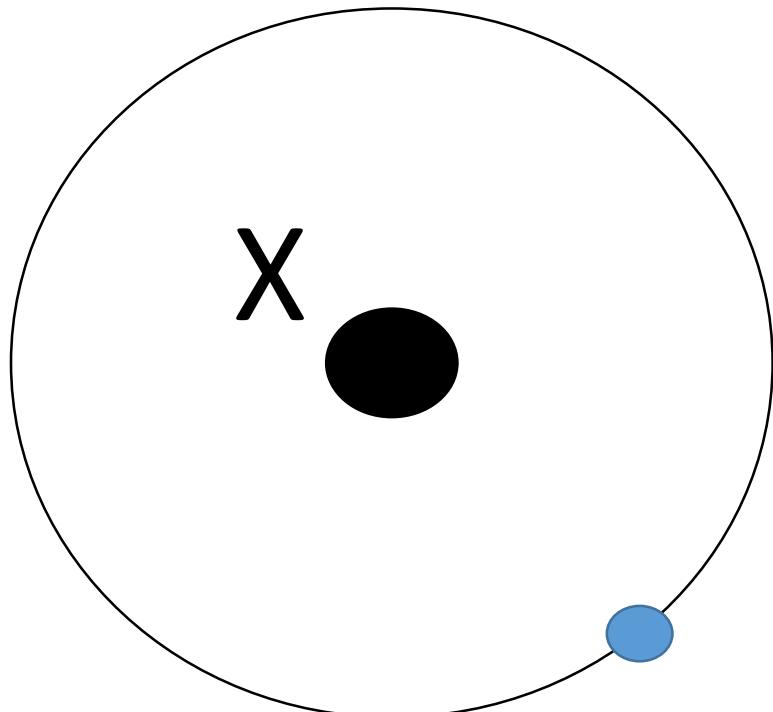
Исследование ядерного взаимодействия темных атомов с атомами вещества

Презентация подготовлена Байковой С.Ф

Научный руководитель Хлопов М. Ю.

Научный консультант Сопин Д.О

Описание модели темного атома



-тяжелая, небарионная, частица с зарядом Z_x

$$Z_x = -2n, n=1,2,3\dots$$



заряженная частица материи

Средняя скорость реакции $\langle \sigma v \rangle$

Сечение реакции пропорционально квадрату модуля волновой функции, равному нулю:

$$\sigma(v) = \sigma_0 \cdot |\psi^{(+)}(0)|^2,$$

[1]

$$|\psi^{(+)}(0)|^2 = |C|^2 = \frac{2|\lambda|\pi}{v|e^{2\lambda\pi} - 1|}. \quad \lambda = \frac{Z_1 Z_2 \alpha}{v}$$

- σ_0 - постоянная величина, зависящая от ядерного взаимодействия

Случай кулоновского отталкивания

$$\langle \sigma v \rangle_{\text{от}} = \sigma_0 \cdot 8\pi^2 \left(\frac{M}{2\pi T} \right)^{3/2} \alpha Z_{1\text{от}} Z_{2\text{от}} \int_0^\infty v^2 \exp \left(-\frac{Mv^2}{2T} \right) \frac{1}{\exp \left(\frac{2\pi\alpha Z_{1\text{от}} Z_{2\text{от}}}{v} \right) - 1} dv.$$

Случай кулоновского притяжения

$$\begin{aligned} \langle \sigma v \rangle_{\text{пр}} &= \sigma_0 \cdot 8\pi^2 \left(\frac{M}{2\pi T} \right)^{3/2} \alpha |Z_{1\text{пр}} Z_{2\text{пр}}| \\ &\times \int_0^\infty v^2 \exp \left(\frac{-Mv^2}{2T} \right) \frac{1}{1 - \exp \left(\frac{-2\pi\alpha |Z_{1\text{пр}} Z_{2\text{пр}}|}{v} \right)} dv. \end{aligned}$$

Расчет среднего сечения реакции для темного атома

Имея выражение для $\langle\sigma v\rangle$ и полагая, что σ_0 постоянная величина, получим отношение скоростей реакции для реакций с темным атомом и без него.

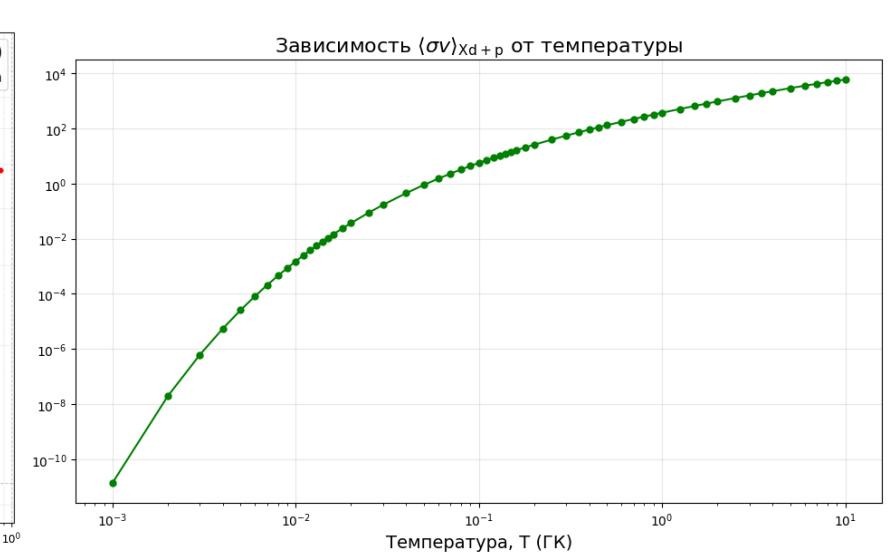
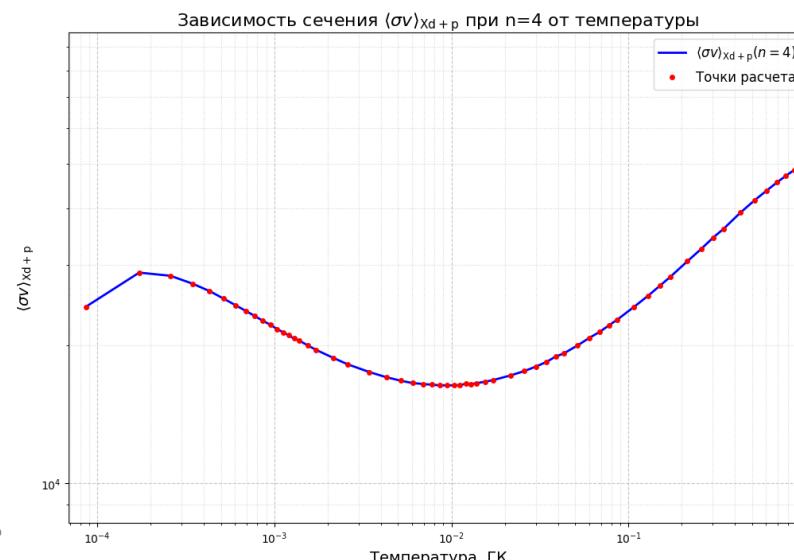
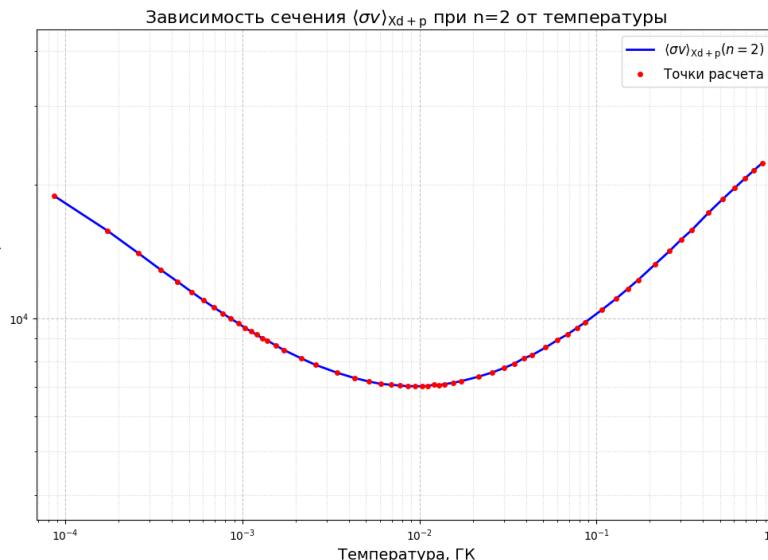
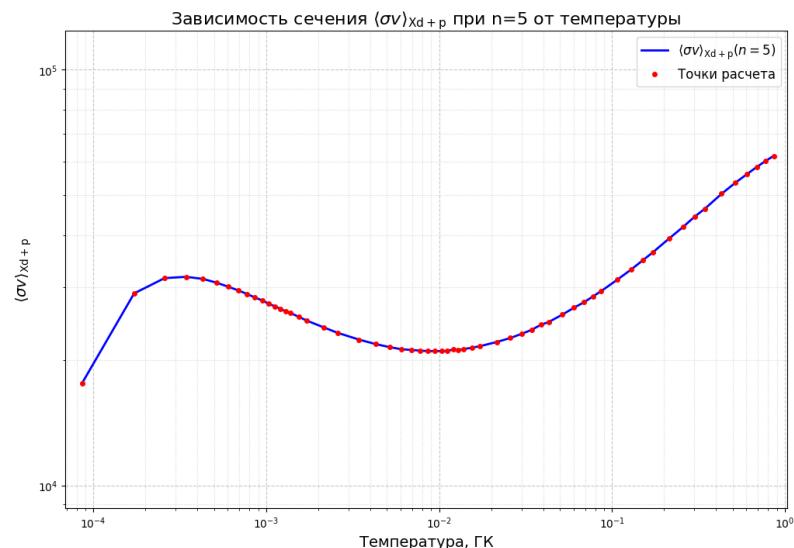
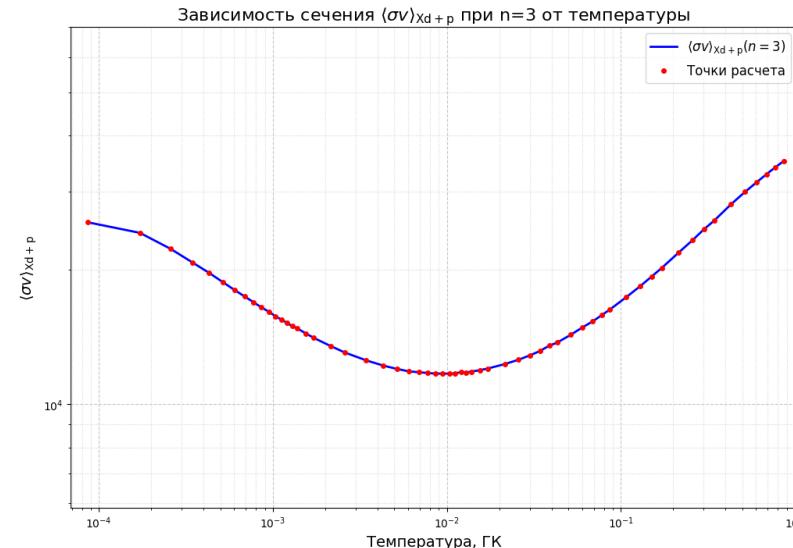
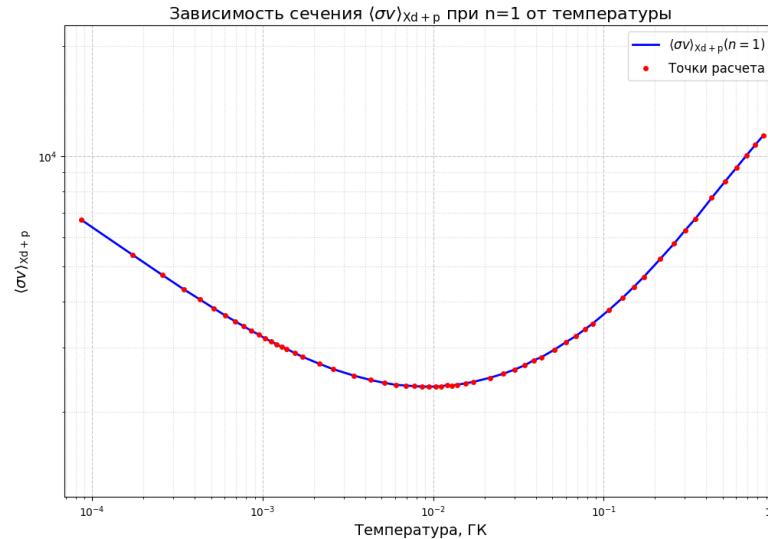
$$\frac{\langle\sigma v\rangle_X}{\langle\sigma v\rangle} = \frac{\sigma_0}{\sigma_0} \cdot \frac{\langle|\psi^{(+)}(0)|^2 v\rangle_X}{\langle|\psi^{(+)}(0)|^2 v\rangle} = \frac{\langle|\psi^{(+)}(0)|^2 v\rangle_X}{\langle|\psi^{(+)}(0)|^2 v\rangle}$$

Скорость реакции с тёмным атомом выражается через скорость реакции без тёмного атома:

$$\langle\sigma v\rangle_X = \langle\sigma v\rangle \cdot \frac{\langle|\psi^{(+)}(0)|^2 v\rangle_X}{\langle|\psi^{(+)}(0)|^2 v\rangle}$$

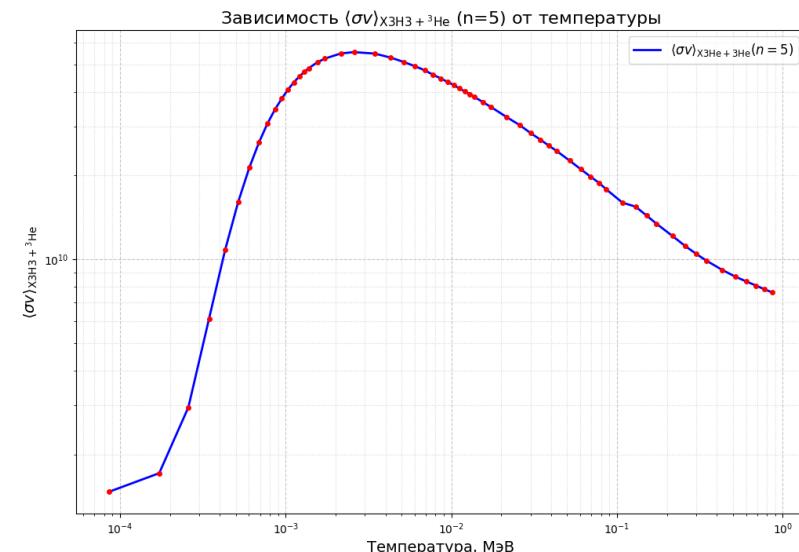
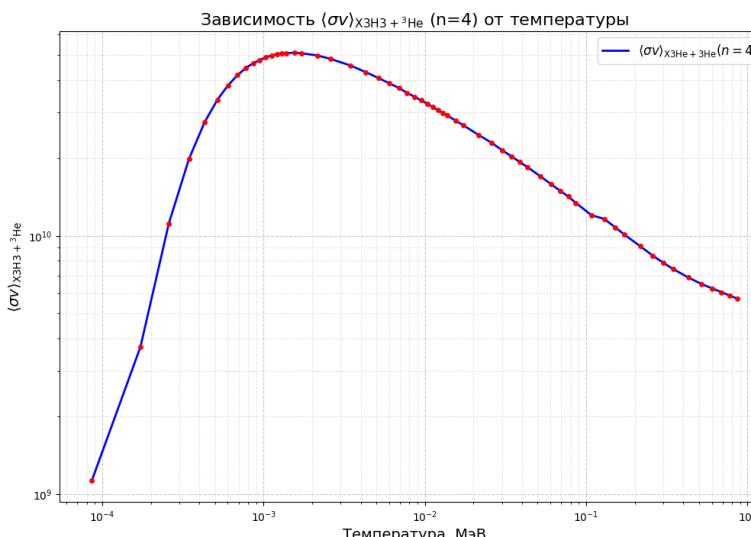
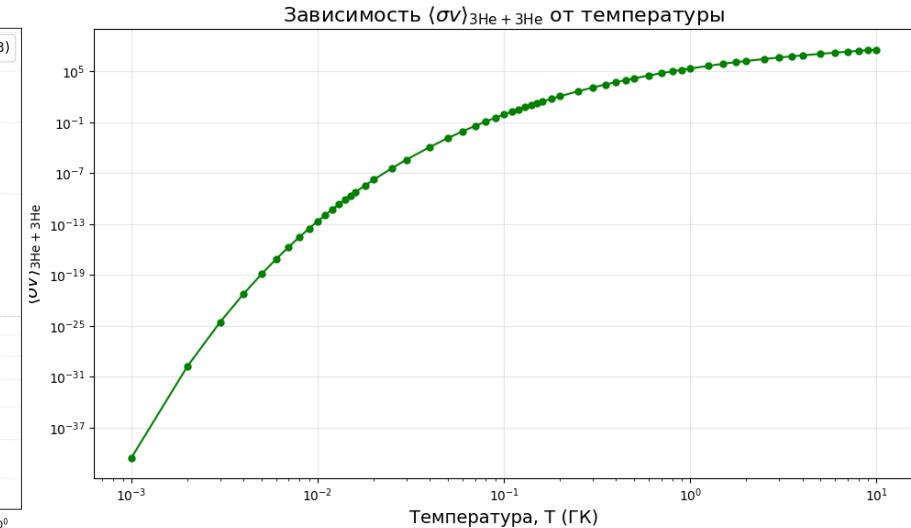
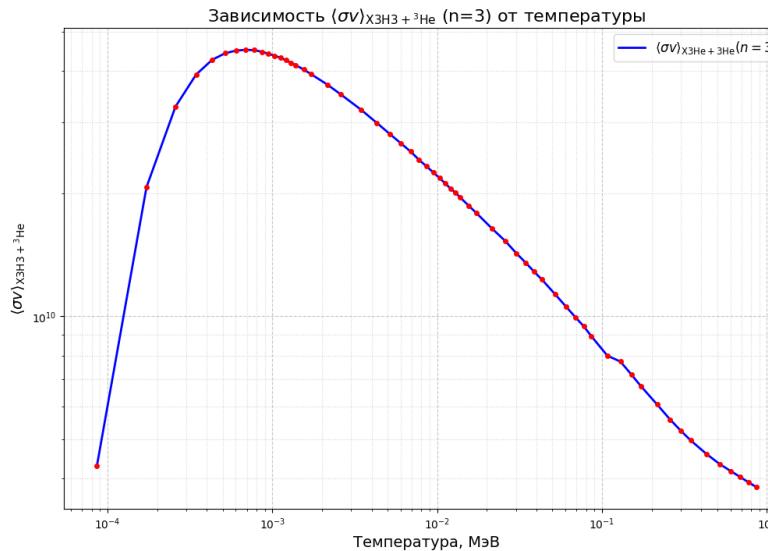
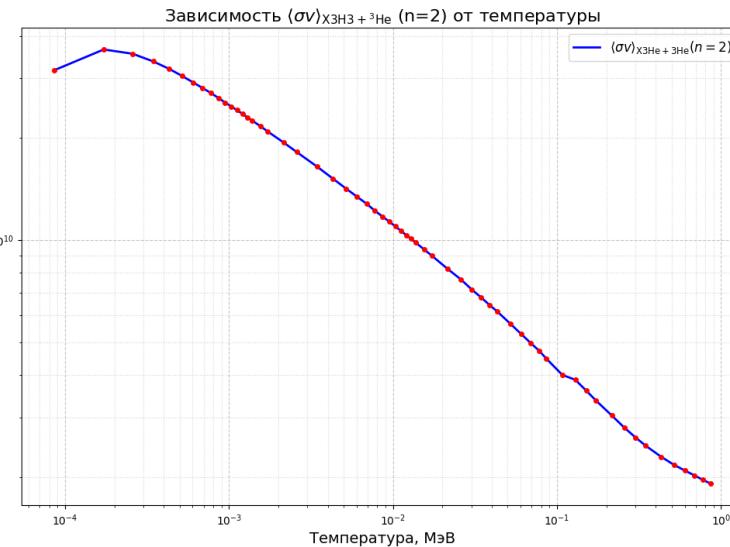
Имея данные о скоростях реакции без темного атома,[2] возможно рассчитать скорость реакции, где одна из частиц заменена на темный атом.

Средняя скорость $\langle \sigma v \rangle$ реакции темного атома X_d и протона



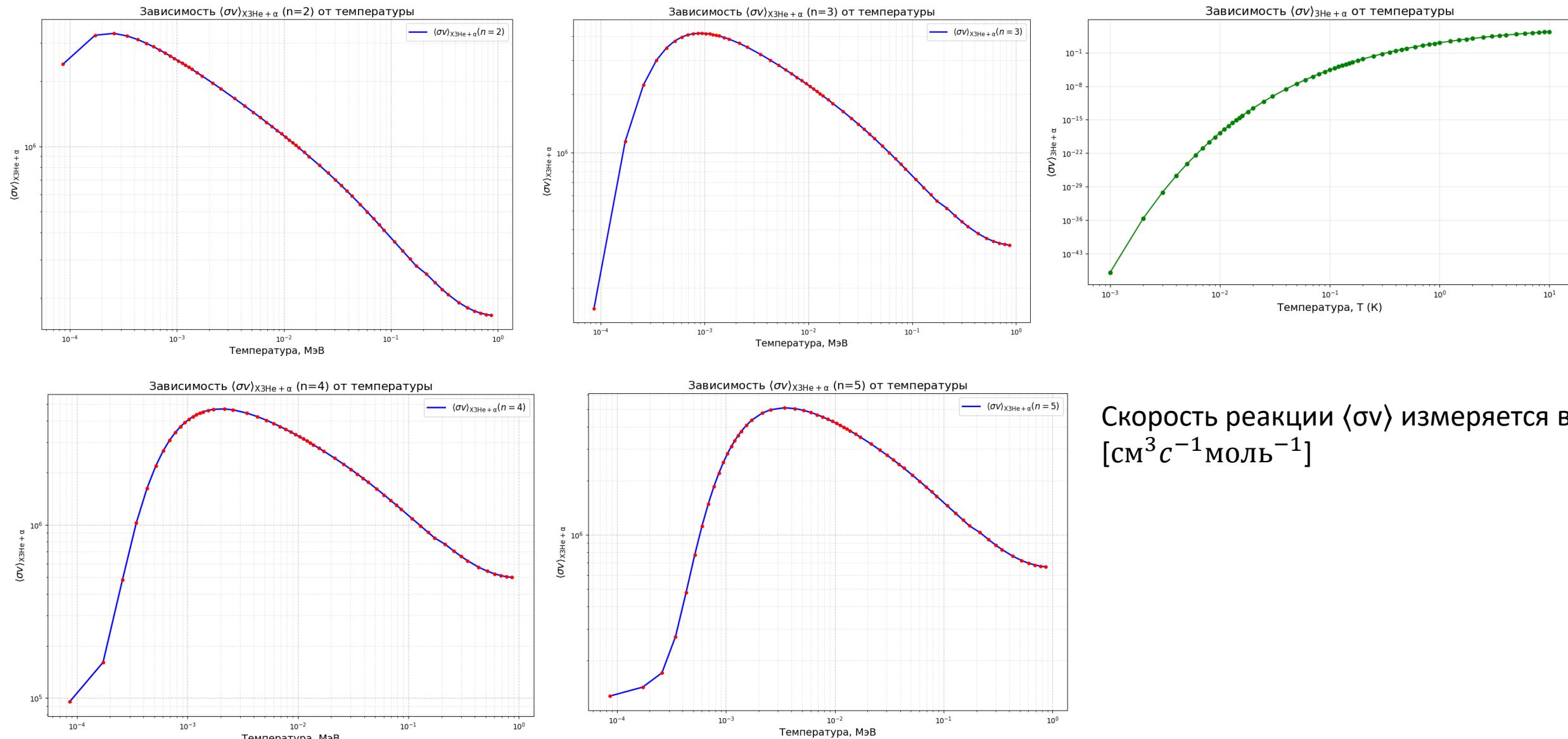
Скорость реакции $\langle \sigma v \rangle$ измеряется в $[\text{см}^3 \text{с}^{-1} \text{моль}^{-1}]$

Средняя скорость $\langle\sigma v\rangle$ реакции темного атома X^3He и 3He



Скорость реакции $\langle\sigma v\rangle$ измеряется
в $[см^3 с^{-1} моль^{-1}]$

Средняя скорость $\langle\sigma v\rangle$ реакции темного атома X^3He и α



Список литературы

- [1] Александр Сергеевич Давыдов. Квантовая механика. Рипол Классик, 1968.
- [2] Christian Iliadis и др. Bayesian Estimation of Thermonuclear Reaction Rates. 8 pages, 2 figures. Based on arXiv:1608.05853. Place of publication unknown, 2016.

Спасибо за внимание!