

Домашнее задание 4

ИТОГ: 9/10 баллов Мухомов Е.А.

Время, требуемое газу на уплотнение и противравновесие или гравитационного сжатия:

1

$$t_s = \frac{R}{c_s}, \quad R - \text{размер системы}$$

$$c_s = \sqrt{\gamma P/\rho} - \text{скорость звука в идеальном газе}$$

Характерное время сжатия зависит от параметров

G, M, R ; M - масса системы, имеющих размерности

$[\frac{m^3}{c^2 \cdot kg}], [kg], [m]$ соответственно, из соображений

$$\text{размерности: } t_c \sim \sqrt{\frac{R^3}{GM}} \sim \frac{1}{\sqrt{G\rho}} \quad (1)$$

Условие коллапса:

$$t_c < t_s \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{G\rho}} < \frac{R}{\sqrt{\gamma P/\rho}}$$

заменить на L во избежание путаницы с универсальной газ. пост.

$$\text{для идеального газа } P/\rho = \frac{RT}{M}, \text{ откуда}$$

$$L > \sqrt{\frac{\gamma RT}{GM\rho}}, \quad M - \text{моларная масса}$$

2) Тогда (1) заменяется в виде $t_c = \sqrt{\frac{3\pi}{32G\rho}}$, поэтому

$$\lambda_D = \sqrt{\frac{3\pi \gamma RT}{32 GM\rho}}; \quad P = \frac{\rho}{M} RT = nkT \Rightarrow \frac{T}{\rho} = \frac{RT}{n k M}$$

$$\lambda_D = \sqrt{\frac{3\pi \gamma R^2 T}{32 G M^2 n k}} \approx \sqrt{\frac{8.314 \cdot 7/5 \cdot (8.31)^2 \cdot 10}{32 \cdot 6.67 \cdot 10^{-11} \cdot (2 \cdot 10^{-3})^2 \cdot (10^4 \cdot 10^{-8}) \cdot 1.38 \cdot 10^{-23}}}$$

$$\approx \left[2.8 \cdot 10^{22} \text{ м} \right], \quad M = \rho \lambda_D^3 = \frac{n M}{N_A} \lambda_D^3 = \frac{10^{-4} \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{23}} \cdot (2.8 \cdot 10^{22})^3 \approx 7.5 \cdot 10^{36} \text{ кг}$$

Тут должно быть $1e6$ а не $1e-8$

В итоге получился слишком большой размер -- 10 килопарсек (то есть треть от всей Галактики!!!) и масса в $1e6$ масс Солнца -- как у крупного шарового скопления.