

Полезные формулы

Майнор “Астрофизика”, 2 курс

2020
Декабрь

1 Формулы

Единицы измерения неочевидных величин приведены в квадратных скобках в системе СИ. Будьте осторожны, в СГС могут быть другие константы или они могут вообще отсутствовать. В случае, если формула приведена в СГС, это обязательно будет указано сбоку.

1.1 Разрешающая способность

$$\theta = 1.22 \frac{\lambda}{d} \sim \frac{\lambda}{d}$$

θ — угол в радианах, λ — длина волны, d — диаметр линзы (зеркала)

1.2 Связь светового потока и светимости

$$f = \frac{L}{4\pi d^2}$$

f [Вт/м²] — поток, L [Вт] — светимость, d — расстояние до звезды

1.3 Связь светового потока и видимой звездной величины

$$\frac{f_1}{f_2} = 100^{\frac{-(m_1 - m_2)}{5}} \quad m_1 - m_2 = -2.5 \log_{10} \left(\frac{f_1}{f_2} \right)$$

f [Вт/м²] — потоки, m [m] — видимые звездные величины

1.4 Третий закон Кеплера

$$\left(\frac{a_1}{a_2} \right)^3 = \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^2$$

a — большие полуоси орбит, T — периоды

1.5 Связь большой полуоси и периода для задачи двух тел

$$a^3 = \frac{G\mu T^2}{4\pi^2} \quad T = \frac{2\pi a^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{G\mu}}$$

a — большая полуось, $\mu = m_1 + m_2$ — приведенная масса, T — период

1.6 Теорема Вириала

$$E_{\text{полн}} = -\frac{1}{2}|E_{\text{пот}}|$$
$$E_{\text{кин}} = \frac{1}{2}|E_{\text{пот}}| \quad (\text{частный случай})$$

1.7 Время транзита

$$\frac{t}{T} = \frac{1}{\pi} \arcsin \frac{R}{a} = \frac{1}{\pi} \arcsin R \left(\frac{4\pi^2}{GMT^2} \right)^{\frac{1}{3}}$$

t — время транзита, T — период, R — радиус звезды, a — большая полуось, M — масса звезды

1.8 Плотность энергии магнитного поля

$$\varepsilon = \frac{B^2}{8\pi} \quad (\text{СГС})$$

B [Гс] — магнитная индукция, ε [Дж/м³] — плотность энергии

1.9 Эддингтоновская светимость

$$L_{\text{э}} = 10^{38} \frac{M}{M_{\odot}} \left[\frac{\text{эрг}}{\text{с}} \right] \quad (\text{СГС})$$

1.10 Шварцшильдский радиус

$$R_{\text{ч.д.}} = \frac{2GM}{c^2}$$

1.11 Уравнение Фридмана

$$H^2 = \left(\frac{\dot{R}}{R} \right)^2 = \frac{8\pi G}{3c^2} \varepsilon + c^2 \frac{\Lambda}{3} - kc^2 \frac{1}{R^2}$$

H [с⁻¹] — “постоянная Хаббла”, R — “радиус” Вселенной, ε [Дж/м³] — плотность энергии вещества, Λ — космологическая постоянная, k — кривизна Вселенной

$$k = \begin{cases} 1, & \text{замкнутая (шар, Пуанкаре)} \\ 0, & \text{плоская (плоскость, Евклид)} \\ -1, & \text{открытая (гиперболоид, Лобачевский)} \end{cases}$$

2 Константы и соотношения

2.1 Звездные величины

Светило	Видимая зв. величина
Вега	0.03 ^m
Сириус	-1.46 ^m
Луна	-12.7 ^m
Солнце	-26.7 ^m

Абсолютная звездная величина — это видимая на расстоянии 10 пк.

2.2 Единицы измерения

$$1 \text{ эВ} = 1.6 \cdot 10^{-12} \text{ эрг} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$1 \text{ а. е.} = 1.5 \cdot 10^{13} \text{ см} = 1.5 \cdot 10^{11} \text{ м}$$

$$1 \text{ св. год} = 9.5 \cdot 10^{17} \text{ см} = 63\,000 \text{ а. е.}$$

$$1 \text{ пк} = 3.1 \cdot 10^{18} \text{ см} = 206\,000 \text{ а. е.} = 3.26 \text{ св. года}$$

2.3 Константы

Постоянная	Обозначение	Значение в СИ
Гравитационная	G	$6.67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \text{ с}^{-2} \text{ кг}^{-1}$
Скорость света	c	$300\,000\,000 \text{ м/с}$
Планка	h	$6.6 \cdot 10^{-34} \text{ кг м}^2 \text{ с}^{-1}$
Больцмана	k	$1.38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
Стефана-Больцмана	σ	$5.67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт м}^{-2} \text{ К}^{-4}$
Хаббла	H	$2.2 \cdot 10^{-18} \text{ с}^{-1}$