



Астрофізика и космологія.

Лекція 4. (06.02)

Амплитуда I (направление)

$$[I\nu] = \frac{\partial p^2}{cm^2 \cdot c \cdot \pi r \cdot c \cdot \text{ср}}$$

$$\int_{\text{сфера}} d\Omega = 4\pi$$

Поток $F_{\nu,k} = \int I_{\nu,k} \cos\theta d\Omega$

Узлов $F = \int_{4\pi} \cos\theta d\Omega = 0$



$$F_{\nu,k} = \pi I_{\nu,k}$$

Сферич-болычан

$$F = \iint B_\nu \cos\theta d\Omega dV = \pi \int_{\text{сфера}} B_\nu dV = \sigma_B \pi T^4$$

СГС: $\sigma_B = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$

$$u_\nu = \frac{1}{c} \int I_\nu d\Omega \quad - \text{уу-тб уга.}$$

Query: I_ν, F_ν
 $\nu I_\nu, \nu F_\nu$

$$I_\nu d\nu = I_\lambda d\lambda$$

$$I_\nu = I_\lambda \frac{\lambda}{\nu} \quad \downarrow \quad \left| \frac{d\lambda}{d\nu} \right| = \frac{\lambda}{\nu}$$



$$I = B_\nu(T) = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{h\nu/kT} - 1}$$

$$B_\lambda = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1}$$

$$B_\nu^{RT} = \frac{2\nu^2}{c^2} kT$$

$$B_\nu^W = \frac{2h\nu^3}{c^2} e^{-h\nu/kT}$$

$$\frac{\partial B_\nu}{\partial \nu} = 0 \rightarrow h\nu_{max} \approx 3kT$$

\uparrow 2, 7, ...

$$\frac{\partial B_\lambda}{\partial \lambda} = 0 \rightarrow \lambda_{max} = \frac{0,29 (cm)}{T}$$

TDP

1. Максвелл

2. Больцман

3. Сазс

4. Курхзоп

5. Планк.

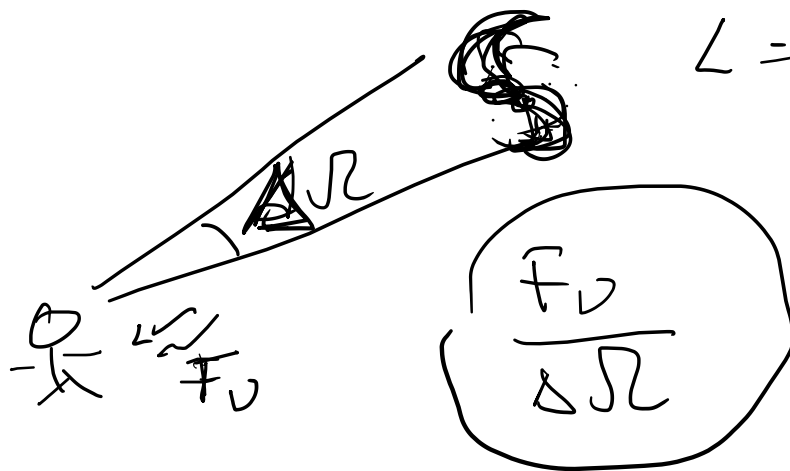
ATD

1.4

T_1, T_2



$$L = 4\pi R^2 \sigma_B T^4$$



Потерхн. ерксв.

$$[F_{\text{eff}}] = \frac{\sigma_B T^4}{\text{cm}^2 \cdot \text{c}}$$

$$T_{\text{eff}} : L \equiv 4\pi R^2 \sigma_B T_{\text{eff}}^4$$

$$T_b : h\nu \ll kT \quad T_b = \frac{c^2}{2\nu^2 k} T_0$$



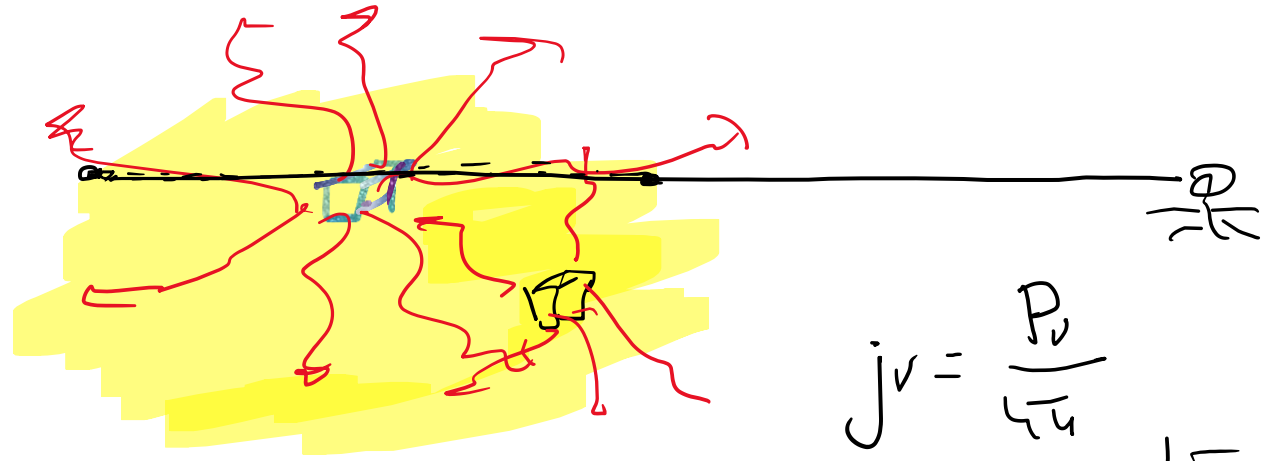
Перенос энергии

Зачем
нужно
Γ.2

Кодиф. узлы

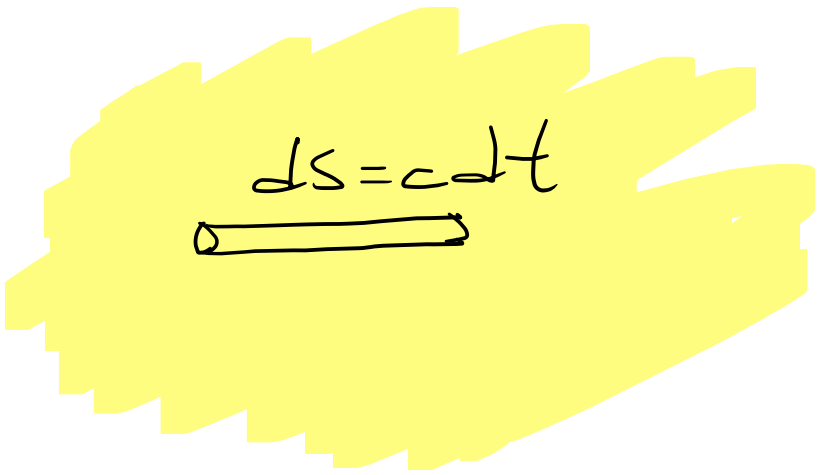
$$[j\nu] = \frac{\partial \rho^2}{cm^2 \cdot c \cdot \Gamma_1 \cdot \sigma_{\text{ср}}}$$

$$dE_\nu = j\nu dV dt d\Omega$$



$$j\nu = \frac{P}{\Omega} \quad \text{узлов}$$

$$P_\nu = \frac{dE_\nu}{dt dV} \quad \text{мощн.}$$



$$dV = c dt dA$$

$$dI_\nu = j\nu dS$$

$$\frac{dI_\nu}{dS} = j\nu$$

γp - e переноса
в узлах
узловой среде

Темн. узл. $j\nu \sim \omega^2$ ω - частота.

Кэф. прозрачности.



$$dI_\nu = -\alpha_\nu I_\nu ds$$

$$[\alpha_\nu] = \text{cm}^{-1}$$

$$\frac{dI_\nu}{I_\nu} = -\alpha ds$$

$$I_\nu(s) = I_\nu(s_0) \cdot \exp\left[-\int_{s_0}^s \alpha_\nu ds'\right] \quad \leftarrow$$

$$\alpha_\nu = \rho \cdot \kappa_\nu$$

$$[\kappa_\nu] = \frac{\text{cm}^2}{2} - \text{коэф. непрозрач.}$$

$$\frac{\alpha_\nu}{n} = \sigma_\nu$$

$$[\sigma_\nu] = \text{cm}^2 - \text{сечение нук.}$$

$$dI_\nu = -n\sigma_\nu I_\nu ds$$

Откуда τ_{ν}

$$d\tau_{\nu} = \alpha_{\nu} ds$$

$$I_{\nu} = I_{\nu}(0) \cdot e^{-\tau_{\nu}}$$

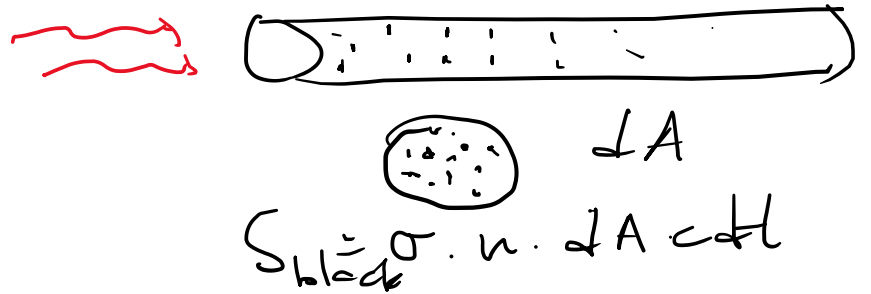
Тонкая $\tau_{\nu} \ll 1$
 Толстая $\tau_{\nu} \gg 1$

$$\langle l_{\nu} \rangle = \frac{1}{\alpha_{\nu}} = \frac{1}{\kappa_{\nu}}$$

$$l_{\nu} \ll \langle l_{\nu} \rangle \Rightarrow \tau = 1$$

$$\tau_{\nu} \equiv \int_{s_0}^s \alpha(s') ds'$$

$$\frac{dI_{\nu}}{ds} = -I_{\nu}$$



$$\frac{dI_v}{ds} = -\alpha_v I_v + jv$$

$$d\tau = \alpha ds$$

$$\frac{dI_v}{d\tau_v} = -I_v + \frac{jv}{\alpha_v} = S_v - \text{функция потерь}$$

$$S_v = jv \cdot \langle l_v \rangle$$

Закон Кирхгофа

при АТР $S_v = B_v$

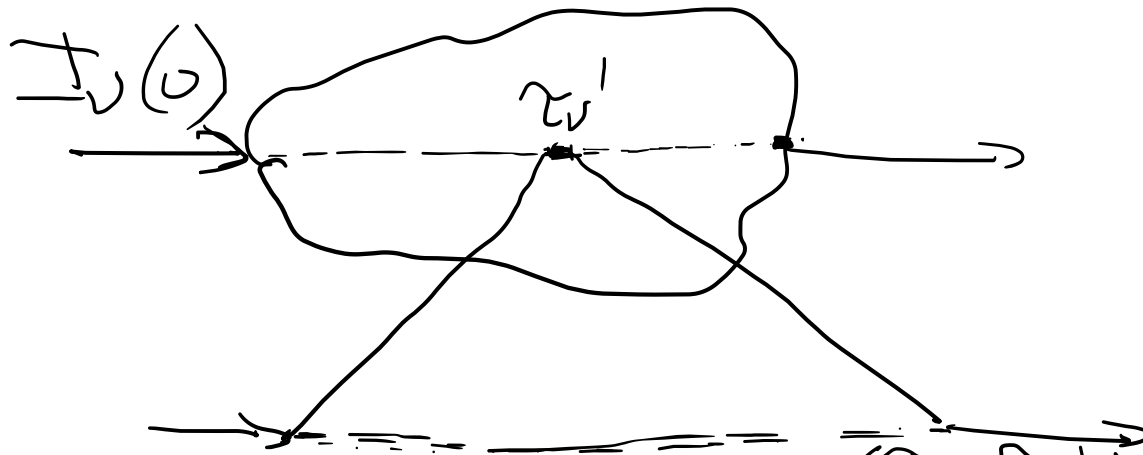
$$jv = \alpha_v B_v$$

Но важно

что $I_v \neq B_v$,

т.е. через
не перек.

$$\frac{dI_V}{d\tau_V} = -I_V + S_V$$

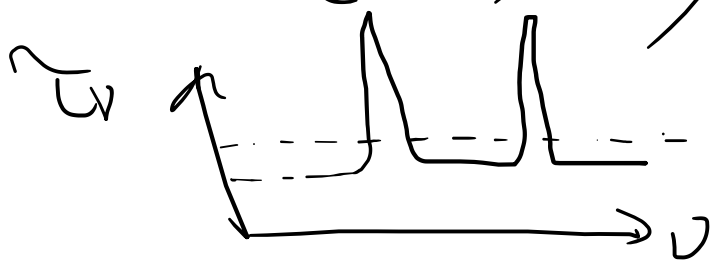


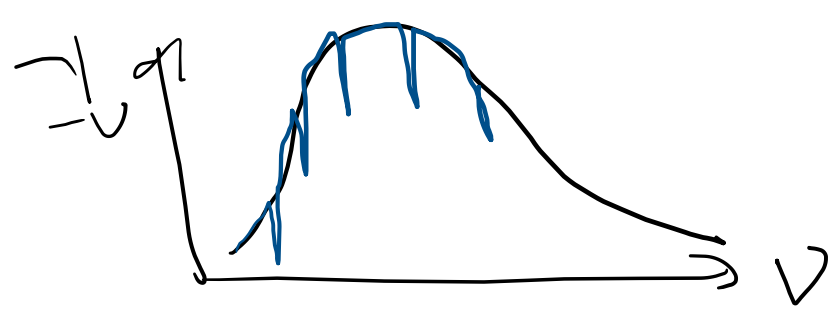
$$I_V(0) \cdot e^{-\tau_V} + \int_0^{\tau_V} \underbrace{S_V(\tau_V')} \cdot e^{-(\tau_V - \tau_V')} d\tau_V'$$

Рассм. $S_V = \text{const}$ ($T = \text{const}$, $g = \text{const}$, $\chi \text{ и } n \cdot \text{const} = \text{const}$)

$$I_V(\tau_V) = I_V(0) \cdot e^{-\tau_V} + S_V(1 - e^{-\tau_V}) = S_V + e^{-\tau_V} (I_V(0) - S_V)$$

- a. $\tau \rightarrow \infty$ $I_V \rightarrow S_V$ Плавн. черк.
- б. $I_V > S_V$ Период. лампее чзр.
- в. $I_V < S_V$ $dI_V/d\tau_V > 0$ чзр. лампее



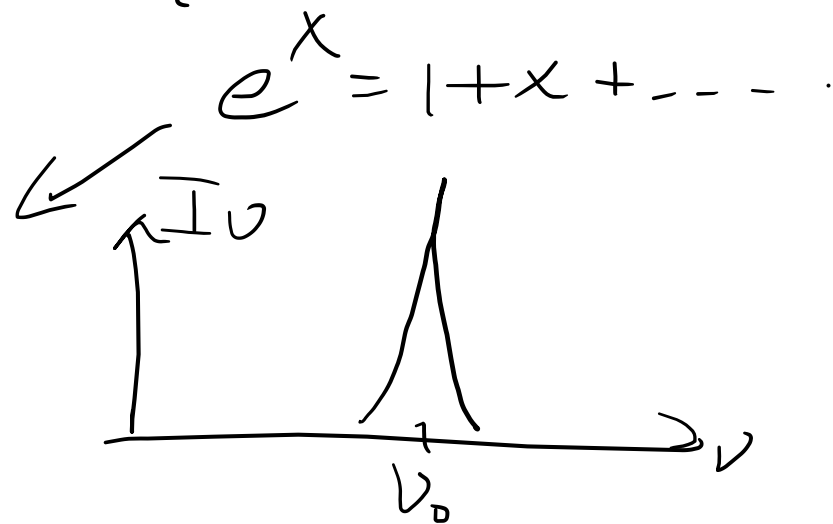


$$I_v(\tau_v) = I_v(0) + S_v(1 - e^{-\tau_v/\tau_v})$$

a. OUT. токналар гана $\tau_v \ll 1$

α_v умрет нук на V_0

ε. $I_v(0) = 0$, то. $I_v = S_v \tau_v$

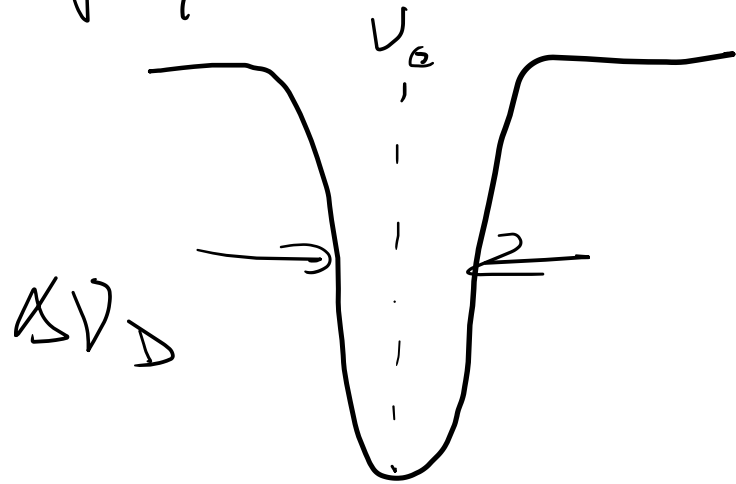


δ. OUT. токналар гана
кеч аркын

б. норуларине
к р - ATP



Пропуск антич.



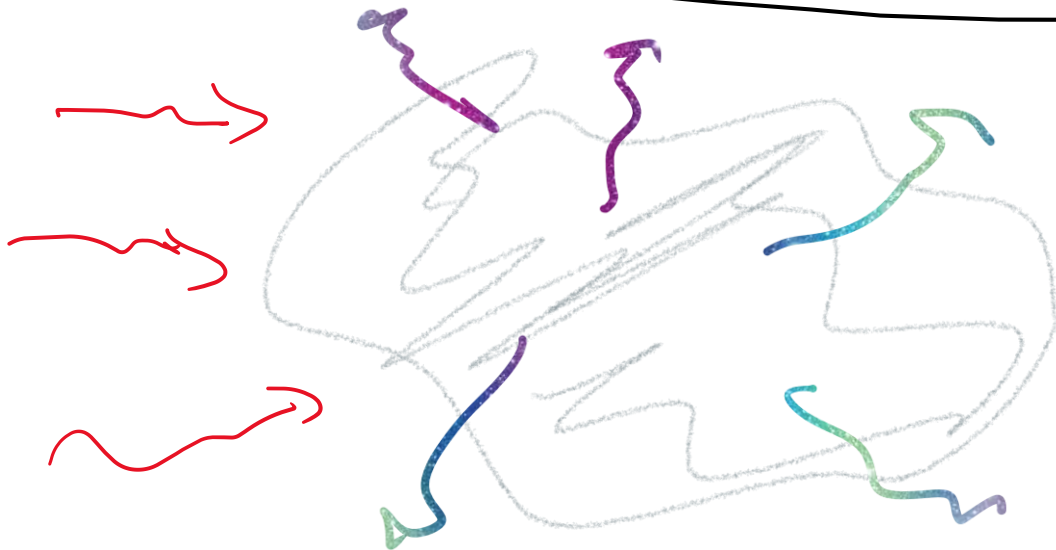
$$\phi(V) \sim e$$

$$- \frac{(V - V_0)^2}{2(\Delta V_0)^2}$$

$$\Delta V_D \sim V_0 \frac{\langle U \rangle}{c}$$

U - скорость.

$$\langle U \rangle \sim \sqrt{kT/m}$$



$$\text{характер} = \text{отражение}$$

$$\downarrow \quad \downarrow$$

$$\sim \omega \quad \sim \omega^2 \sqrt{T}$$

$$\downarrow$$

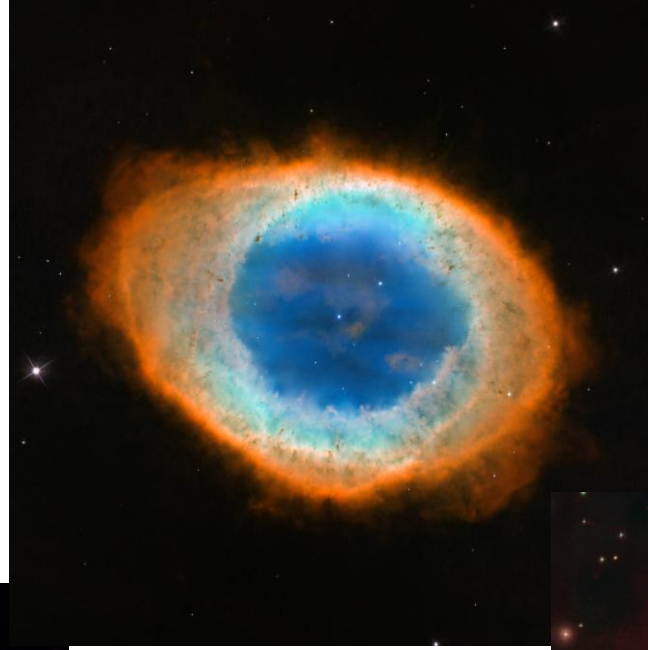
$$T \sim \frac{1}{\omega^2}$$

M57 в цветах естественных и не очень

APOD



nasa.gov



<http://www.calvin.edu>



APOD

Δρ κερδη. θερμ.



$$h\nu \ll kT$$

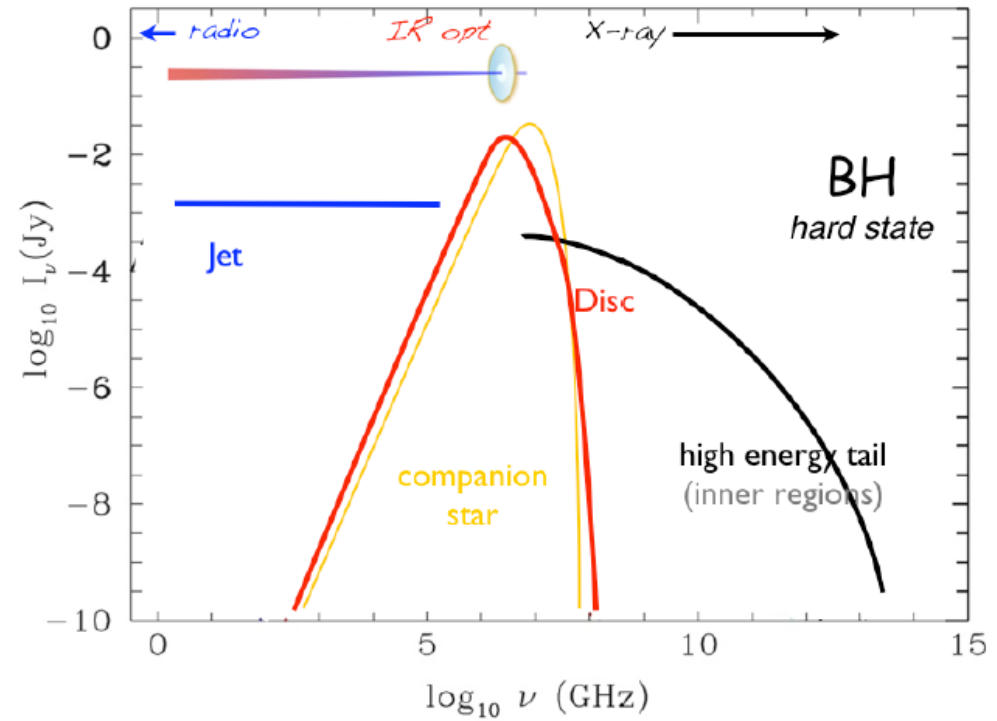
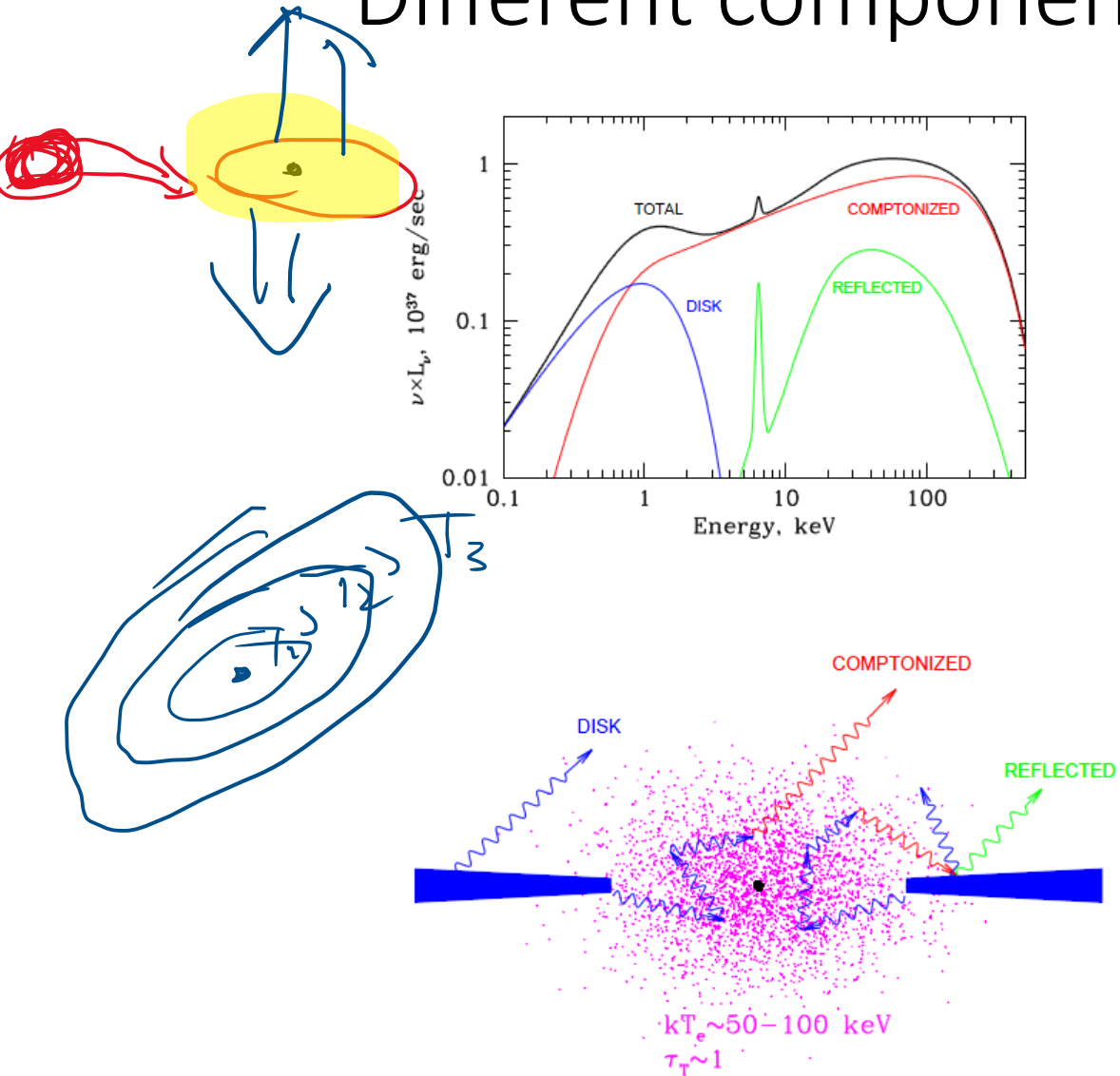
$$\overline{T}_b = \frac{c^2}{2\nu^2 h} I_\nu$$

$$\frac{d\overline{T}_b}{d\tau_\nu} = -\overline{T}_b + T \quad \leftarrow S_\nu = B_\nu$$

$$\overline{T}_b = \overline{T}_b(0) \cdot e^{-\tau_\nu} + T(1 - e^{-\tau_\nu})$$

Γημ $\tau \ll 1$ $\hookrightarrow I_\nu(0) = 0 \Rightarrow \overline{T}_b = T\tau_\nu \ll T$

Different components of a BH spectrum

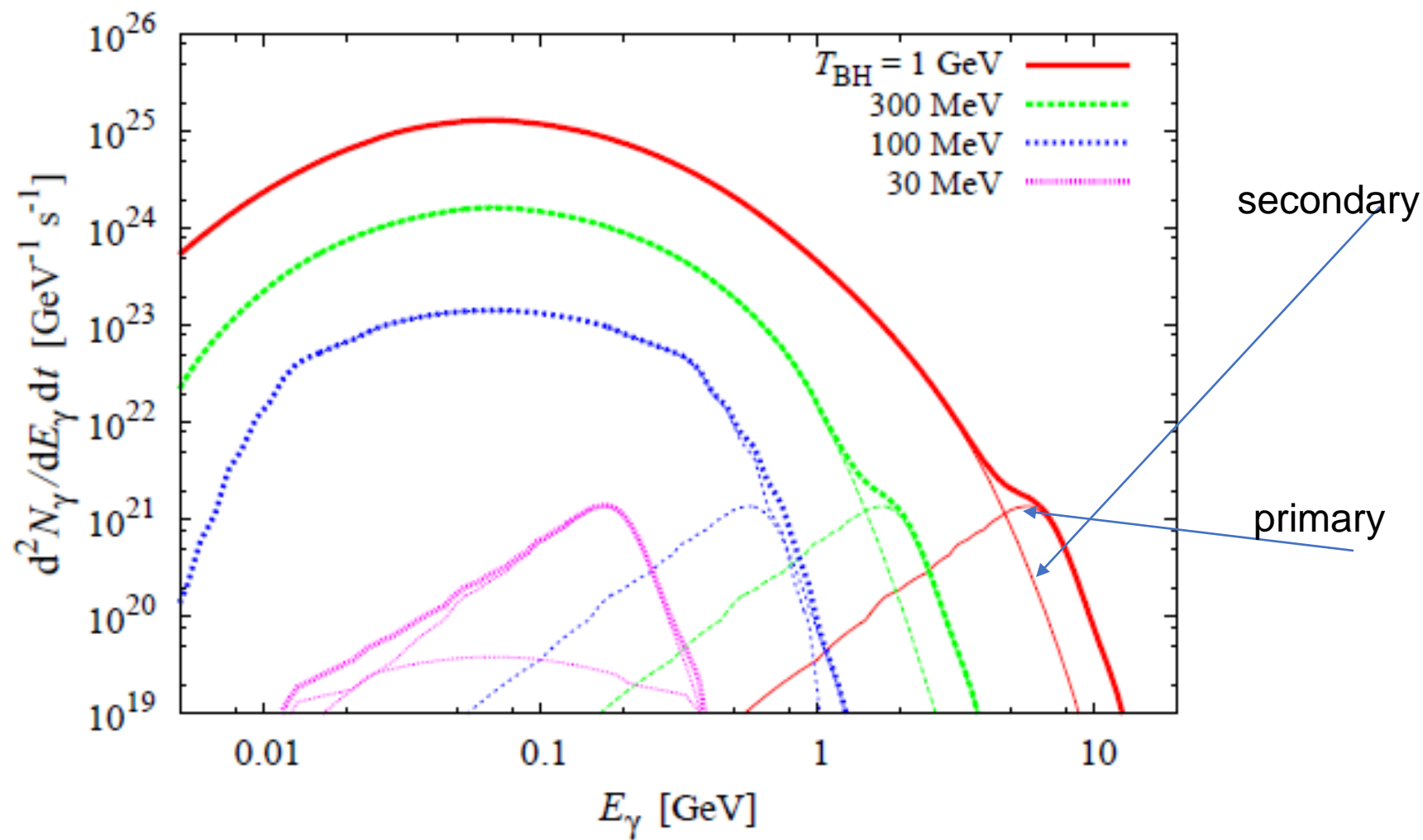


1104.0097

Accretion geometry and photon paths at the hard state

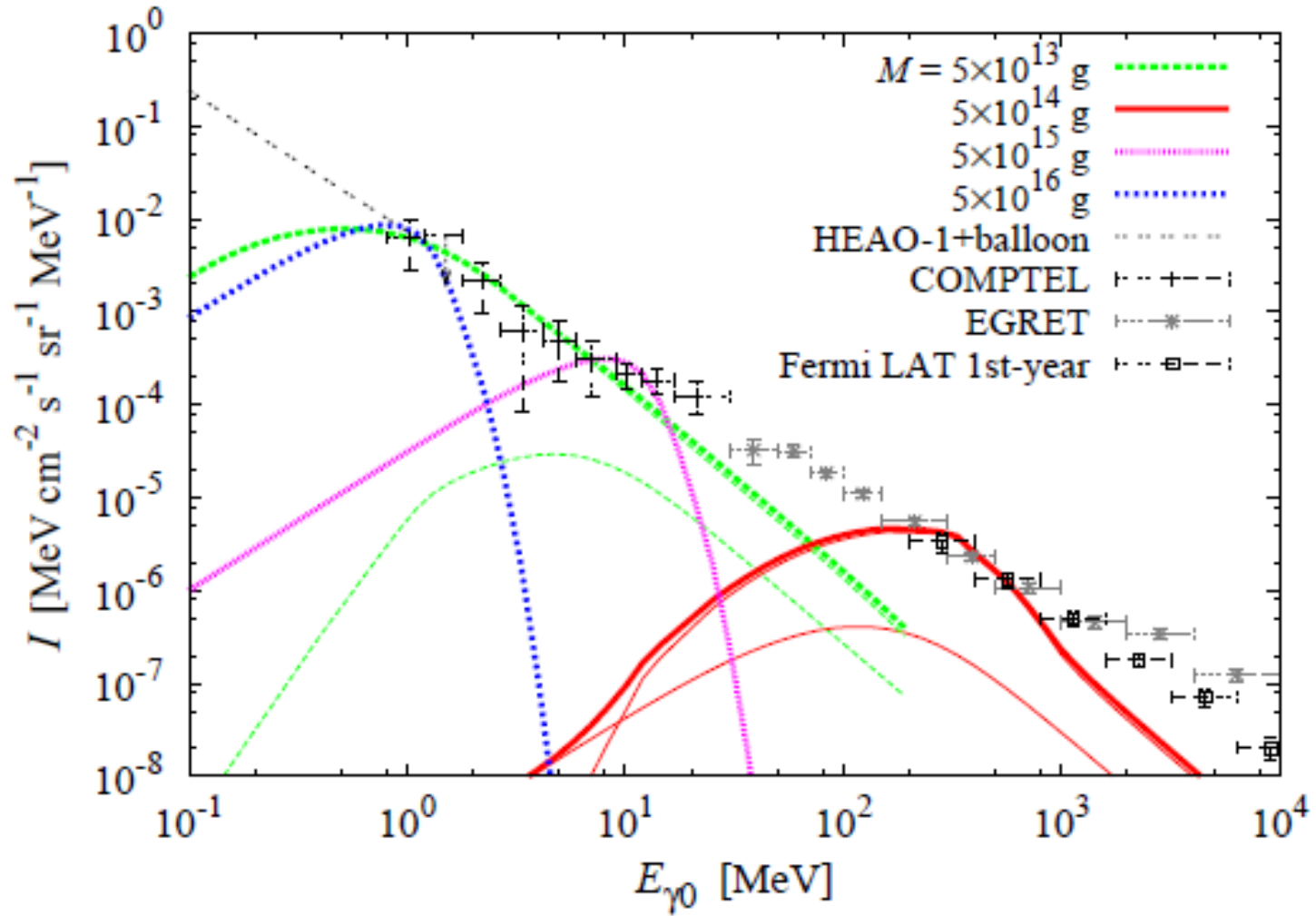
0909.2567

Emission rate of photons



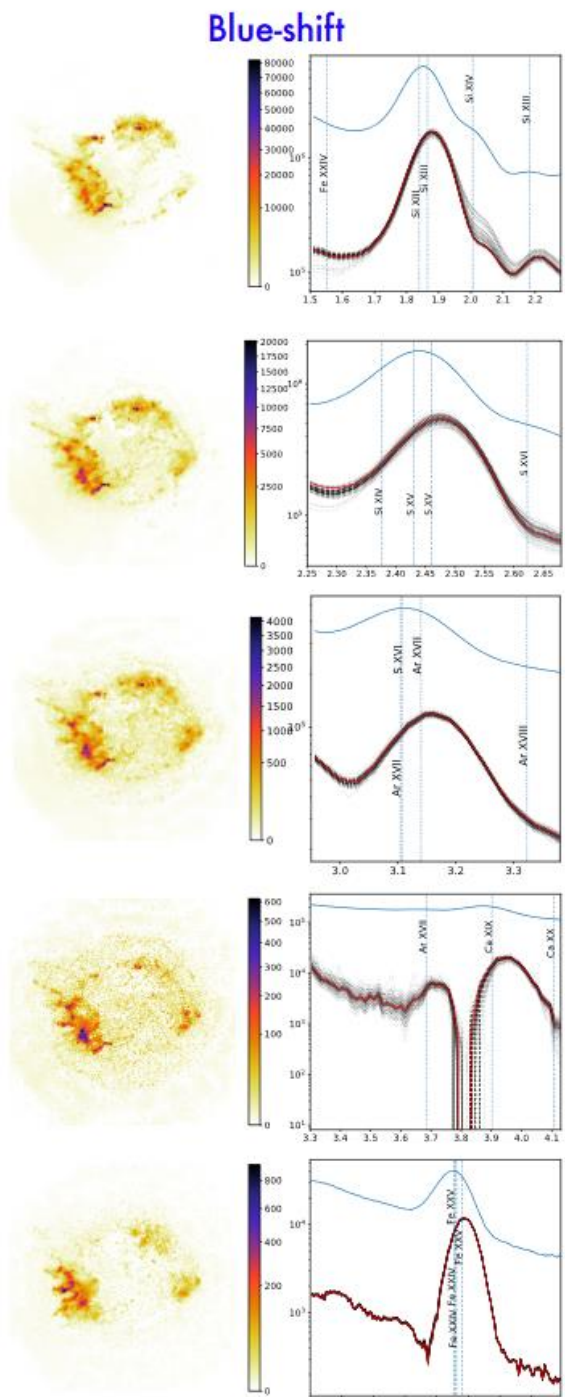
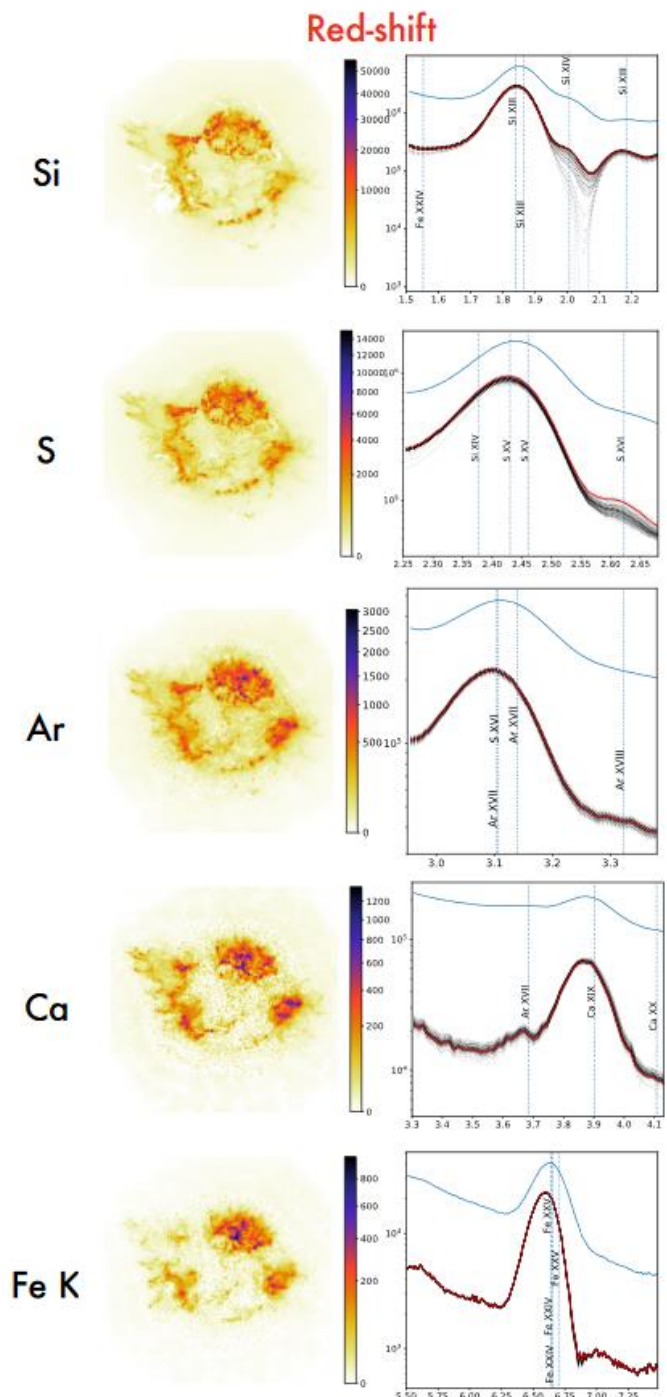
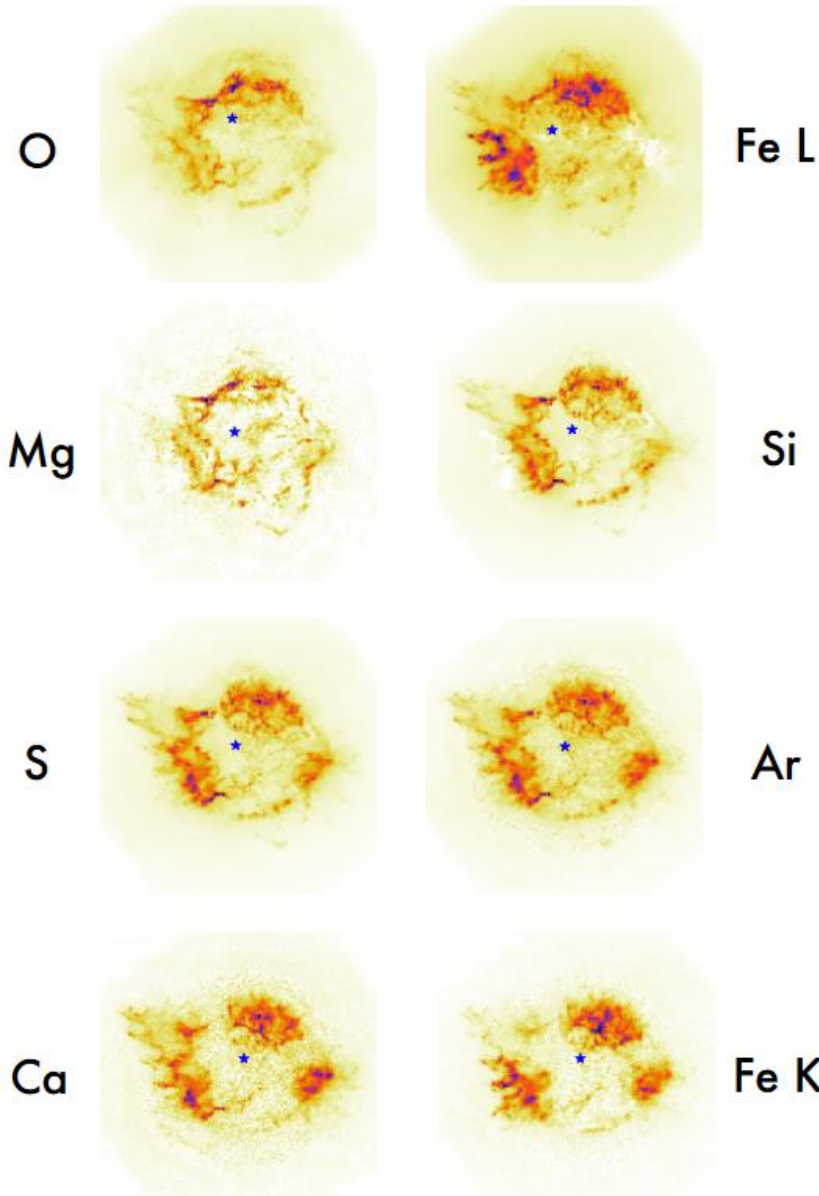
0912.5297

Gamma-ray background



$$\Omega_{\text{PBH}} < 5 \cdot 10^{-10}$$

Остаток сверхновой Кассиопа А.
Рентгеновские данные.
2102.01507



Визит с нектаром.

1. Тенноло

(зл̄о̄зго, нл-то NS ---)

2. Кетеноло

Пуньсары, гметъ, комитомизация,
атхеленандуль

3. "Кетена" у тена.