

Thomsonův rozptyl

EP3

- rozptyl záření na volných elektronech

- interakce vlny s amplitudou E s $e^- \rightarrow$

$$\text{zrychlení } |a| \approx \frac{qE}{m_e}$$

$$\rightarrow \text{Larmorův vzorec: } P = \frac{2q^2 a^2}{3c^3} = \frac{2q^4}{3m_e^2 c^3} E^2$$

$$\text{tuhé záření: } S = \frac{c}{4\pi} E^2 \rightarrow \sigma_T \equiv \frac{P}{S} = \frac{8\pi}{3} \left(\frac{q^2}{m_e c^2} \right)^2$$

$$= 6,65 \times 10^{-25} \text{ cm}^2$$

$$\left(\checkmark \text{ si by bylo } \sigma_T = \frac{1}{6\pi} \left(\frac{q^2}{\epsilon_0 m_e c^2} \right)^2 \right)$$

$$\text{optická: } \sigma_T = \nu_e \sigma_T / \rho = \left(\frac{\nu_e}{\nu_p} \right) \left(\frac{\sigma_T}{m_p} \right) = 0,4 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$$

Eddingtonova luminocita

- částka je přitahována zářivým centrem o luminositě L
a hmotnost M

$$\rightarrow \text{tuhé en. str. jedn. plochy: } S = \frac{L}{4\pi r^2}$$

$$\rightarrow \text{tuhé hybnosti} = \frac{S}{c}$$

$$\rightarrow \text{předaná hybnost } \dot{p} = \frac{dS}{c} = F_{\text{kin}}$$

$$F_g = - \frac{GMm_p}{r^2}$$

$$F_{\text{tot}} = F_{\text{kin}} + F_g = \left(\frac{L\sigma_T}{4\pi c} - \frac{GMm_p}{r^2} \right) \frac{1}{r^2}$$

$$L_{\text{edd}}: F_{\text{tot}} = 0 \rightarrow L_{\text{edd}} = \frac{4\pi GMm_p c}{\sigma_T} \approx 1,3 \times 10^{38} \left(\frac{M}{M_\odot} \right) \text{ erg/s}$$

$$\approx 2 \left(\frac{M}{10^9 M_\odot} \right) \frac{M_\odot c^2}{\text{yr}}$$

- pozor! uvažujeme σ_T od e^- , ale hmotnost p^+

- teplota zřv. bude někde mezi $T_{\text{th}} = \frac{GMm_p}{3k_B R}$

(příklad $2 \times \frac{3}{2} k_B T$ kin. en pro dvojici $e^- + p^+$)

$$a \quad T_b^4 = \frac{L}{4\pi R^2 \sigma_b}$$

(zářivá hustota)

$$\text{NS: } T_b \sim 1 \text{ keV (X)} \leq T_{\text{rad}} \lesssim 50 \text{ MeV (}\gamma\text{)} \sim T_{\text{th}}$$

$$\text{WD: } T_b \sim 6 \text{ eV (opt)} \leq T_{\text{rad}} \lesssim 100 \text{ keV (X)} \sim T_{\text{th}}$$

Pro srovnání:

EP4

- luminance AEN: $10^{42} - 10^{47}$ erg/s

- možný zdroj energie - pád na kompaktní objekt s následnou přeměnou kin. en. na záření. V tomto kontextu omezuje L_{Edd} míru akrece, pro kterou by došlo k "zahnutí" - generované záření zaměří další dráčky

- pád m na ρ o poloměru R:

$$\Delta E = \frac{GMm}{R} = 10^{20} \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right) \left(\frac{m}{1g}\right) \left(\frac{R}{10km}\right)^{-1} \text{ erg}$$

akrecí luminance:

$$\dot{E} = \frac{GM\dot{m}}{R} = 10^{26} \left(\frac{\dot{m}}{10^{16} g/s}\right) \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right) \left(\frac{R}{10km}\right)^{-1} \frac{\text{erg}}{s}$$

$$\text{pro } R = R_{\text{Sch}} = \frac{2GM}{c^2} \quad \dot{E} = \frac{1}{2} \dot{m} c^2$$

koeficient účinnosti (transformace kin. en. na záření) η :

$$L_{\text{acc}} = 2\eta \dot{E} = 2\eta \frac{GM\dot{m}}{R} \quad (= \eta \dot{m} c^2)$$

Pro srovnání II:

$$m_p \approx 1 \text{ GeV}$$

$$d + t \rightarrow \alpha + n + 17 \pi eV \rightarrow \eta \approx 0,003$$

nejvyšší kor účinnost jaderných reakcí je asi 2×10^{-3} , ale pro AEN je to málo

Pro srovnání III

$$L_0 \approx 10^{40} \text{ erg/s} \quad (\text{od spektrálního typu O})$$

$$L_0 \approx 3,8 \times 10^{33} \text{ erg/s}$$