Budowa i Ewolucja Gwiazd
III rok Astronomii (Studia I-go stopnia)
Rok akademicki 2018/2019
Lista nr 3

1. Dla modeli ZAMS (Zero Age Main Sequence) wylicz dynamiczną, termiczną oraz nuklearną skalę czasu w funkcji masy. Proszę również prześledzić wartości $\tau_{\rm dyn}/\tau_{\rm th}$, $\tau_{\rm th}/\tau_{\rm nuc}$ w funkcji masy. Parametry dla modeli ZAMS znajdują się na stronie IAUWr.

2. Pokazać, że dynamiczna skala czasowa charakteryzuje również ruch satelity na niskiej orbicie oraz krytyczną prędkość rotacji.

3. Oszacuj roczne zmiany promienia Słońca zakładając, że cała energia pochodzi z kurczenia grawitacyjnego. Obecnie najlepsze pomiary promienia Słońca mają dokładność $\pm 1''$; jak długo należałoby obserwować Słońce, aby wykryć takie zmiany promienia ?

4. Obliczyć grawitacyjną energię potencjalną, Ω, jednorodnej kuli o masie M i promieniu R przyjmując M=1$M_\odot$ i R=1.00$R_\odot$ oraz M=15$M_\odot$ i R=4.72$R_\odot$. Jak ma się wartość Ω dla jednorodnej kuli do Ω gwiazdy, w której $\varrho(r)$ jest nierosnącą funkcją ?

5. Stosując twierdzenie o wartości średniej pokazać, że
$$\Omega = -\frac{GM^2}{2\bar{r}}.$$

6. Korzystając z danych w pracy Asplund i in. (ARA&A 2009, 47, 481) wyznaczyć obfitości masowe pierwiastków występujących w fotosferze Słońca. Zwrócić uwagę na wyróżnioną pozycję żelaza wśród pierwiastków o wyższych liczbach atomowych. Dlaczego tak jest ?

7. Co to jest średni ciężar cząsteczkowy, μ ? Wyprowadzić wyrażenie na μ dla materii całkowicie zjonizowanej i całkowicie neutralnej. Wyliczyć wartości μ dla obfitości masowych X=1, Y=1, Z=1 oraz (X,Z)=(0.7,0.02).

8. Pokazać,że średni ciężar cząsteczkowy na jeden elektron można przybliżyć wzorem $\mu_e \approx 2/(1+X)$.

9. Pykazać, że równania stanu gazu doskonałego w postaci $pV = nkT$ oraz $p\mu = \mathcal{R}\varrho T$, gdzie n oznacza ilość moli, $\mathcal{R}$ - stałą gazową, a μ - średni ciężar cząsteczkowy, są równoważne.

10. Korzystając z formuły Kleina-Nishiny pokazać, że dla $\varepsilon = \frac{h\nu}{m_e c^2} \to 0$ zachodzi $\sigma_C \to \sigma_T$, natomiast dla $\varepsilon \to \infty$
$$\sigma_C \approx \frac{3}{8}\sigma_T \frac{1}{\varepsilon}\left(\ln(2\varepsilon) + \frac{1}{2}\right).$$

11. Pokazać, że nieprzezroczystość gazu zdominowanego przez rozpraszanie na swobodnych elektronach wynosi $\kappa_e = 0.2(1+X)$ [cm^{2}g^{-1}].

Jadwiga Daszyńska-Daszkiewicz