

Wstęp do Fizyki Słońca

lista 1

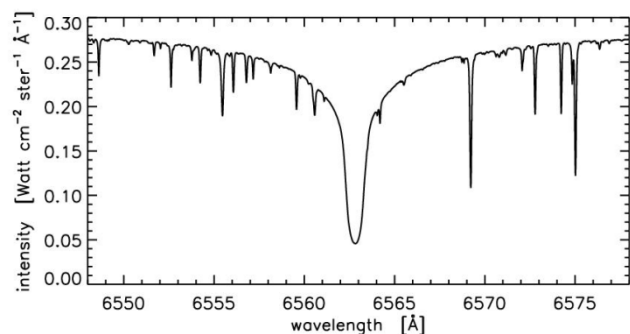
- [temat do krótkiej prezentacji] Czy Słońce jest nieprzeciętną gwiazdą?
Podstawowe źródło: www.youtube.com/watch?v=TAQKJ41eDTs
- Zdefiniować i opisać:
 - prawo Plancka,
 - prawo Rayleigha-Jeansa.
- Zdefiniować i opisać:
 - prawo Stefana-Boltzmana,
 - prawo Wiena (tzw. prawo przesunięć).
- Obliczyć jasność absolutną Słońca wiedząc, że jego odległość od Ziemi wynosi $d = 1 \text{ AU} = 1/206265 \text{ ps}$, a jasność obserwowana $m = -26.86 \text{ mag}$.
- Wyprowadź wzór na zależność strumienia obserwowanego (f) od odległości od Słońca (d) oraz jego temperatury efektywnej (T_{eff}) i promienia (R). Przedstaw otrzymaną zależność na wykresie $f = f(d)$. Zaznacz na wykresie wartości f dla ośmiu planet. Na ten sam wykres (druga oś Y) nanieś wartości średnich temperatur powierzchniowych planet (wyszukaj informacje w literaturze lub Internecie). Dla planet olbrzymów za „powierzchnię” przyjmij poziom w atmosferze odpowiadający ustalonemu ciśnieniu, np. 1 bar. Wyciągnij wnioski z otrzymanego wykresu. Jaką nazwą określaną jest strumień f dla odległości 1 AU? Opisz tę wielkość.
- O ile wzrośnie stała słoneczna za 2 mld lat, kiedy w wyniku ewolucji Słońca jego promień wzrośnie do 1.08 obecnego promienia, a temperatura efektywna będzie wynosić 5900 K. Jaka będzie w tym czasie temperatura równowagowa Ziemi (wzór podany poniżej)? Wyciągnij wnioski.
Wzór na temperaturę równowagową:

$$T = \left(\frac{(1 - A)L}{16\pi d^2 \sigma} \right)^{1/4}$$

gdzie: A – albedo Bonda (dla Ziemi 0.31), L – moc promieniowania Słońca, d – odległość Ziemia-Słońce, σ – stała Stefana-Boltzmana.

Więcej o T równowagowej: en.wikipedia.org/wiki/Planetary_equilibrium_temperature

- Wyprowadzić wzory na I i II prędkość kosmiczną oraz policzyć ich wartości dla Słońca. Omówić III i IV prędkość kosmiczną oraz wpływ masy Słońca na wszystkie wspomniane prędkości kosmiczne.
- Rysunek przedstawia fragment widma środka tarczy Słońca w okolicy linii $H\alpha$ wodoru ($\lambda=6562.8 \text{ \AA}$). Podczas obserwacji spektroskopowych fragmentu chromosfery o widomych rozmiarach kątowych $0''.5 \times 0''.5$ w centrum linii $H\alpha$ wodoru na pojedynczy piksel detektora CCD przypadają przedział długości fal $\lambda=0.006 \text{ nm}$, a zastosowany czas ekspozycji wynosi $\Delta t=0.001 \text{ s}$. Wiadomo, całkowita przepuszczalność systemu optycznego wynosi $T=0.5\%$ a wydajność kwantowa CCD wynosi $E=50\%$. Stwierdzono, że detektor zarejestrował $n=470$ fotonów w każdym pikselu. Ile wynosiła średnica obiektywu głównego użytego teleskopu?



- Słońce sfotografowano teleskopem o średnicy obiektywu 20 cm i ogniskowej 150 cm. Użyto też filtr słoneczny szary. Ekspozycja trwała 0.001 s. Jaki powinien być czas naświetlania, gdyby średnica obiektywu wynosiła 15 cm, a ogniskowa 200 cm? Filtr taki sam. Jaki jest rozmiar obrazu Słońca w obu przypadkach?

10. Jakie powinny być minimalne parametry zestawu teleskop plus aparat cyfrowy, aby możliwe było w obserwacjach amatorskich zaobserwowanie zmian średnicy kątowej Słońca wynikające z eliptyczności orbity Ziemi? Jakie problemy może napotkać obserwator podejmujący próbę zarejestrowania tych zmian?

11. Wykres przedstawia histogram rozkładu mocy promieniowania (jasności absolutnej) dla pobliskich gwiazd (linia schodkowa). Dodatkowo przedstawiony jest rozkład sumarycznej mocy promieniowania gwiazd dla każdego przedziału jasności M oraz analogiczny rozkład sumarycznej masy. Liczność gwiazd na osi Y przedstawiona jest w przeliczeniu na sześciąt przestrzeni międzygwiazdowej o boku 10 pc. Jakie informacje można odczytać z tego wykresu?

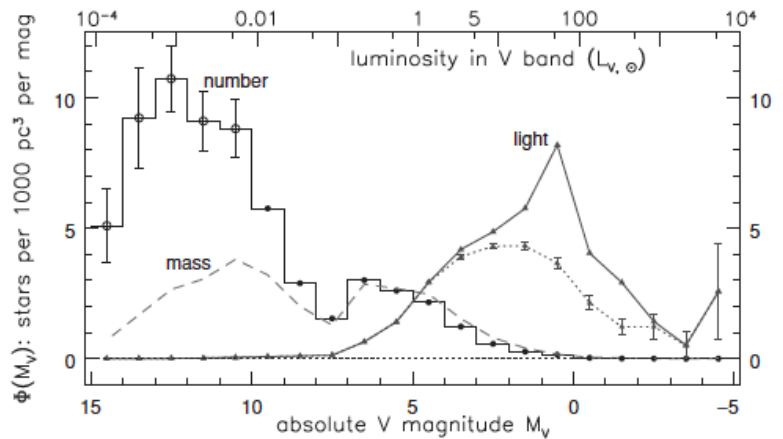


Fig. 2.3. The histogram shows the luminosity function $\Phi(M_V)$ for nearby stars: solid dots from stars of Figure 2.2, open circles from Reid *et al.* 2002 *AJ* 124, 2721. Lines with triangles show $L_V \Phi(M_V)$, light from stars in each magnitude bin; the dotted curve is for main-sequence stars alone, the solid curve for the total. The dashed curve gives $\mathcal{M} \Phi_{MS}(M_V)$, the mass in main-sequence stars. Units are L_\odot or M_\odot per 10 pc cube; vertical bars show uncertainty, based on numbers of stars in each bin.

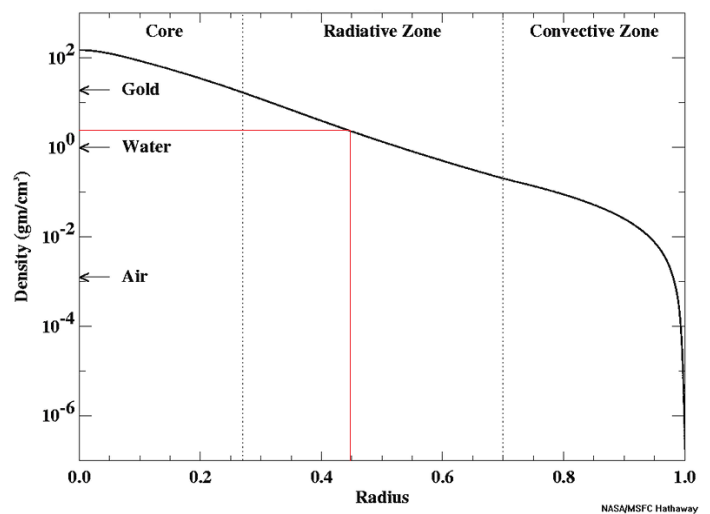
12. Ile wynosi utrata masy Słońca w ciągu roku wywołana emisją promieniowania elektromagnetycznego. [dane: stała słoneczna, odległość Ziemia-Słońce, prędkość światła]

13. Wyznacz średnią moc generowaną w 1 kg masy jądra Słońca w reakcja termojądrowych. Przyjmij, że masa jądra wynosi ok 35% masy Słońca. Jak drugą daną wejściową przyjmij moc promieniowania Słońca. Dla porównania oblicz moc generowaną przez człowieka w 1 kg masy ciała. Przyjmij masę człowieka równa 70 kg i dzienne zapotrzebowanie energetyczne 2000 kcal. Porównaj otrzymane wyniki, wyciągnij wnioski.

14. Jak długo świeciłoby Słońce, gdyby było zbudowane w 25% z węgla i wystarczającej ilości tlenu, a cała jego energia pochodziłaby ze spalania tego paliwa? Skomentować uzyskany. Wyciągnij wnioski.

15. Zdefiniować i obliczyć dla Słońca: a) dynamiczną skalę czasową, b) termiczną skalę czasową, c) nuklearną skalę czasową.

16. Na podstawie rozkładu gęstości we wnętrzu Słońca (wykres po prawej) oszacuj, jaka część masy Słońca znajduje się w jądrze, warstwie promienistej i warstwie konwekcyjnej?



17. Przeciętny strumień powierzchniowy wychodzący z półcienia i cienia plamy słonecznej wynosi odpowiednio 0.70 i 0.20 strumienia powierzchniowego wychodzącego z „zwykłej” fotosfery słonecznej. Wyznacz dł. fali, na którą przypada maksimum emisji półcienia i cienia plamy. Wyjaśnij, dlaczego obserwując Słońce wizualnie przez teleskop z folią mylarową cienie plam widzimy jako czarne. Przydatne pojęcia: czułość widmowa oka dla widzenia dziennego (fotopowego) oraz kontrast statyczny oka.

18. Wyznacz powierzchnię typowych plam słonecznych w milionowych częściach powierzchni hemisfery Słońca.

19. [temat do krótkiej prezentacji] Paradoks słabego młodego Słońca. Podstawowe źródło: Wikipedia: faint young Sun paradox