

Prvi Domaći zadatak

TZS

December 7, 2025

U izradi domaćeg zadatka se možete konsultovati medjusobno i sa mnom.
Svaki domaći koji predajete, medjutim, mora biti samostalno napisan.

Rok za predaju ovog domaćeg zadatka je ponedeljak 22.12.2025.
Prvi zadatak nosi 8 poena a ostala tri po 4 poena.

Zadatak 1

Razmatrajmo polubeskonačnu, plan-paralelnu atmosferu u kojoj funkcija izvora na nekoj, referentnoj talasnoj dužini zavisi od optičke dubine kao:

$$S = a + b\tau \tag{1}$$

Ovo je poznato kao Milne-Eddingtonova (ili Milne-Barbier-Unsold aproksimacija) i na osnovu nje mozemo da dodjemo do raznih korisnih relacija koje nam omogućavaju da bolje razumemo zvezdane atmosfere. Medjutim, u zvezdanim atmosferama bi imalo više smisla koristiti $\ln \tau$ kao skalu dubine. Pretpostavimo, dakle, da naša funkcija izvora zavisi od referentne optičke dubine kao:

$$S = a + b \ln \tau \tag{2}$$

- Rešiti jednacnu prenosa zračenja na referentnoj talasnoj dužini, tj. izraziti izlazni intenzitet preko konstanti a, b . Ovaj intenzitet ćemo zvati I^+ . Napomena: Integral koji se dobija nije moguće rešiti analitički, tako da morate iskoristiti npr. Mathematicu, Wolfram Alpha ili slično.
- Ova pretpostavka ima jedan konceptualan problem a to je da na malim optičkim dubinama, $\ln \tau$ ide u $-\infty$ pa, bez obzira koliko je koeficijent

b mali, funkcija izvora bi postala negativna. To možemo da popravimo tako što ćemo pretpostaviti da je funkcija izvora parabolična funkcija od $\ln \tau$:

$$S = a + b \ln \tau + c \ln^2 \tau \quad (3)$$

Rešiti jednačinu prenosa za ovakav oblik funkcije izvora.

- Pretpostavimo (važi za relativno velike talasne dužine) da je funkcija izvora proporcionalna Temperaturi. Jednostavnosti radi uzmimo da je konstanta proporcionalnosti jednak jedan. Naći a, b, c tako da je $T(\ln \tau = 0) = 6000$ (otosfera), $T(\ln \tau = -7) = 4500$ (tzv. temperaturski minimum), $T(\ln \tau = -14) = 8000$ (hromosfera). Izračunaj numeričku vrednost I^+ . Da li važi da je izlazni intenzitet približno jednak funkciji izvora na $\tau = 1$ (tj. $\log \tau = 0$)?
- Kakav bi bio izlazni intenzitet na talasnoj dužini na kojoj je koeficijent neprozračnosti r_λ puta veći od referentnog? Skicirajte / isplotujte zavisnost I_λ^+ od r_λ ($r_\lambda > 1$).

Zadatak 2

Pokazati da u izotermalnoj atmosferi, gde vlada sila gravitacije upravljenja na dole, pritisak gasa zavisi od visine kao:

$$p(h) = p_0 e^{-h/H} \quad (4)$$

gde je p_0 pritisak na površini. Pokazati da H zavisi od temperature i srednje molekulske mase gasa. Izračunati H za Zemlju i za Sunčevu atmosferu (pretpostaviti da je temperature Sunčeve atmosfere jednak efektivnoj temperaturi Sunca, 5800 K).

Zadatak 3

Pretpostavimo da teleskopom prečnika 1 metar, posmatramo Sunce. Naš instrument je takav jedan piksel na slici formiranoj u teleskopu odgovara kvadratu na Sunčevoj površini ivice 50 km. Takodje, posmatramo na talasnoj dužini 393 nm, u intervalu spektralne širine 0.01 nm. Koliko fotona primi jedan piksel našeg detektora u sekundi pri ovakovom posmatranju?

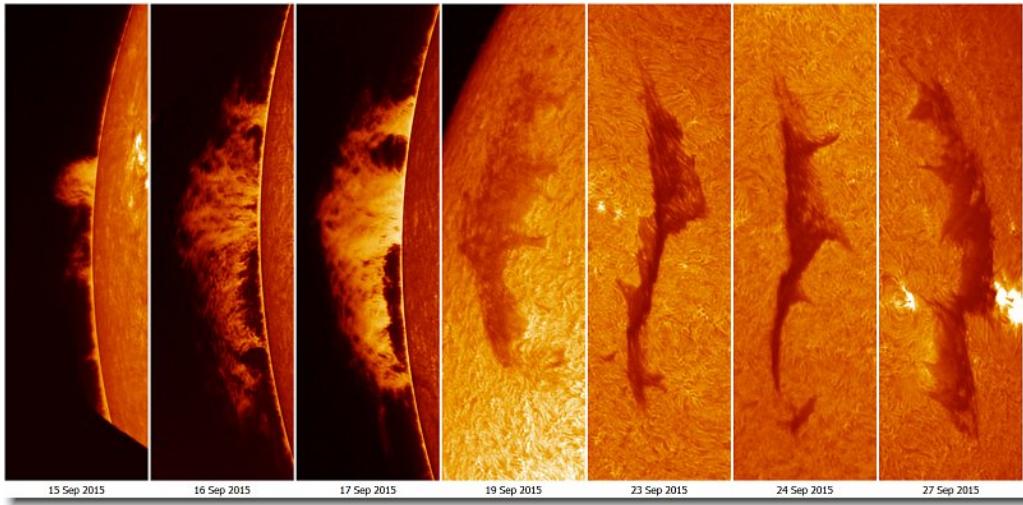


Figure 1: Levo: primer protuberance. Desno: ista ta protuberanca, koja se vidi kao filament.

Zadatak 4

Protuberance (eng: *prominences*) i filamenti su po našem trenutnom shvatanju jedni te isti objekti (videti sliku): relativno hladne koncentracije gasa koje pod uticajem magnetnog polja “vise” u Sunčevoj koroni. Filamente vidimo na disku: nevidljivi su u kontinuumu, ali se vide kao tamne “trake” na talasnim dužinama u centru jakih spektralnih linija (npr. H α). Protuberance, sa druge strane, se vide iznad Sunčevog ruba kao svetle formacije u centru jakih spektralnih linija. Ukoliko su posmatrački uslovi izuzetni, mogu se videti i u kontinuumu. Koristeći formalizam prenosa zračenja, objasniti razliku izmedju protuberanci i filamenata. Pomoć: Obratite pažnju na interakciju izmedju ulaznog intenziteta, optičke dubine (debljine) objekta i funkcije izvora u objektu.