

Prvi Domaći zadatak

TZS

November 6, 2024

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

Rok za predaju ovog domaćeg zadatka je petak 22.11.2022. Prvi i drugi zadatak nose po 8 poena a treći 4 poena.

Zadatak 1

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

$$S = a + b\tau \quad (1)$$

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:

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

- Rešiti jednačinu 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 jednaka jedan. Naći a, b, c tako da je $T(\ln \tau = 0) = 6000$ (fotosfera), $T(\ln \tau = -7) = 4500$ (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

Razmotrimo atmosferu koja se sastoji od vodonika i jednog metala (npr. Magnezijuma). Zadržimo se na prvom stepenu jonizacije tog metala, i zane-marimo negativni jon vodonika. Uzmimo da je zastupljenost tog metala u odnosu na vodonik neki broj A_m .

- Postaviti sistem jednačina koji nam omogućava da rešimo jednačinu stanja za ovakav gas.
- Rešiti ovaj sistem jednačina za temperaturu 5500 K i pritisak 10^4 Pa. Za ovo ćete morati koristiti numeričko rešenje sistema nelinearnih jednačina. (npr `fsolve` u `scipy`). Prepostavite da je zastupljenost metala 10^{-4} , njegova energija jonizacije 5.5 eV, a statističke težine tj particione funkcije za neutralni i jonizovani metal su jednake jedan.
- Koji element donira više elektrona? Vodonik ili metal?

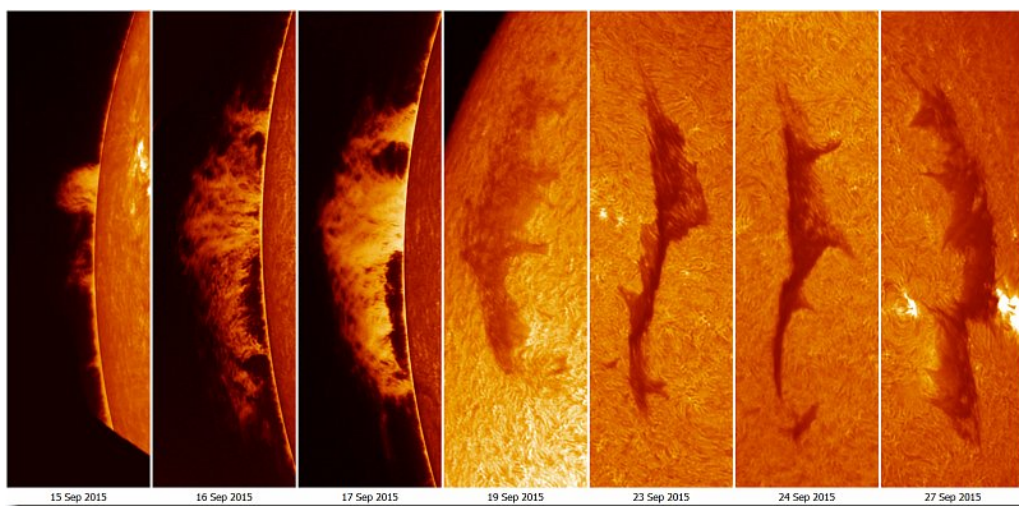


Figure 1: Levo: primer protuberance. Desno: ista ta protuberanca, koja se vidi kao filament.

Zadatak 3

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. $H\alpha$). 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 između protuberanci i filamenata. Pomoć: Obratite pažnju na interakciju između ulaznog intenziteta, optičke dubine (debljine) objekta i funkcije izvora u objektu.