

Cálculo da estrutura de atmosferas estelares quentes

curso: Atmosferas Estelares
prof.: Marcos Diaz

Introdução

Nesta atividade serão calculados modelos de atmosferas para estrelas na SP e supergigantes e gigantes de tipos espectrais: A0 V, A0 I, B3 V, B3 II, B0 V e O9 II.

Será utilizado o código TLUSTY205 desenvolvido por Ivan Hubeny (ASU) e Thierry Lanz (GSFC/NASA). Uma descrição dos métodos e aproximações usadas nestes modelos será feita em sala e uma cópia do manual de uso desse programa estará disponível para consulta durante as atividades.

A variação das grandezas físicas fundamentais com a profundidade em atmosferas deverá ser calculada a partir dos resultados de modelos em ETL, derivados com opacidades dependentes do comprimento de onda.

Roteiro de cálculo

Estes exercícios serão feitos usando a conta *atm*. Para conexões remotas lembre de autorizar o uso do seu ambiente de janelas (e.g. "*suamaquina*> xhost + >& /dev/null") no terminal de origem. Também lembre de incluir -Y como parâmetro no ssh (e.g. ssh -Y atm@10.180.1.16).

Crie seu diretório e efetue todos os cálculos dentro dele. Copie para seu diretório os arquivos iniciais ~/orig/inicio_ex1.tar.

Os arquivos com extensão .5 fornecem os parâmetros iniciais para o cálculo dos modelos para cada temperatura e gravidade. Por exemplo:

O arquivo ex3030lt.5 define os parâmetros para uma atmosfera a 30000 K e $\log(g)=3.0$ em ETL.

1. Observe os arquivos de entrada. (*.5) e identifique as variáveis críticas para o cálculo de um modelo com opacidades diferenciadas.
2. Calcule as estruturas em ETL com o comando "struclte". (./struclte >& /dev/null &).
3. Observe os arquivos exTTGGlt.* gerados para cada par T_{eff} , gravidade:
 - .6 descreve os dados de entrada e evolução do cálculo. Um exemplo deste arquivo deve ser analisado detalhadamente procurando identificar as variáveis calculadas.
 - .7 modelo de atmosfera propriamente dito. (vide anexo)
 - .13 fluxo emergente nas frequências correspondentes aos nós de integração por quadratura. (vide anexo)
 - .9 log de convergência. Veja a variação relativa de cada grandeza física como função da profundidade em cada iteração. A convergência foi estabelecida em 0.1% ou 30 iterações.

4. Localize a temperatura, densidade de massa, densidade eletrônica, opacidade densidade colunar e a profundidade óptica para os modelos ("gray" e "non-gray"). A profundidade geométrica "z" para o centro de cada camada "i" de propriedades físicas constantes é dada pelas seguintes expressões:

$$z_i = \frac{l_i}{2} + \sum_{j=0}^{i-1} l_j; \text{ com}$$

$$m_i = \frac{\rho_i l_i}{2} + \sum_{j=0}^{i-1} l_j \rho_j \quad \text{ou} \quad l_i = \left(m_i - \sum_{j=0}^{i-1} l_j \rho_j \right) \frac{2}{\rho_i}$$

onde:

m é a densidade de coluna da superfície ($z=0$) até z ,
 l é a espessura geométrica da camada e
 ρ é a densidade de massa da camada.

5. Os arquivos de saída de um modelo podem ser analisados com o programa IDL atmpars.pro. Para isso execute o IDL a partir de uma janela xterm/xgterm com o comando "idl". No "prompt" do IDL. (caso o IDL não estiver disponível use o GDL). Comandos iguais no IDL e GDL são indicados com o prompt fictício XDL.

```
XDL> !path = "/home/atm/bin: + !path"
XDL> cd, "/home/atm/seunome"
IDL> .run pconv
ou no caso de GDL instalado:
GDL>.run pconvgdl
```

Examine a convergência do modelo verificando a temperatura e máximo da matriz de variáveis ao longo das iterações até a convergência de 10^{-3} em variação relativa.

```
IDL> pconv,"ex3040lt"
ou no caso de GDL instalado:
GDL>pconvgdl,"ex3040lt"
```

```
XDL> .run atmpars.pro
```

O programa atmpars.pro tem 6 parâmetros de posição que devem ser separados por vírgulas. Aspas são necessárias em todos os parâmetros não numéricos.

O significado de cada parâmetro é dado nos comentários no início do programa fonte fonte em /home/atm/bin/atmpars.pro

Por ex.:

```
XDL>atmpars,"ex3040lt",1,"temp","loglin","Temperatura x Tau",0
```

Mostra um gráfico do modelo policromático (ex3040lt), com abscissa dada pela profundidade óptica (1), da grandeza temperatura ("temp"), em um gráfico com abscissa logarítmica e ordenada linear (loglin). O gráfico terá como título "Temperatura x Tau", e a saída será dada no terminal (0).

```
XDL>atmpars,"ex3030lt",0,"rho","linlog","Densidade x Z",1
```

Faz um gráfico do modelo (ex3030lt), com abscissa dada pela profundidade geométrica (0), da grandeza densidade de massa ("rho"), em um gráfico com abscissa linear e ordenada logarítmica (linlog). O gráfico terá como título "Densidade x Z", e a saída será um arquivo de nome "ex3030lt.rho.ps" (1).

Veja o início do programa em anexo para uma descrição detalhada dos parâmetros.

6. Escolha uma atmosfera qualquer. Faça gráficos da densidade de coluna e profundidade óptica como função da profundidade geométrica. Procure as escalas convenientes em x e y. Grandezas que variam em várias décadas ao longo da atmosfera têm que ser representadas logaritmicamente.
7. Escolha dois modelos de atmosfera. Podem ser duas atmosferas de mesma temperatura e gravidades diferentes ou de mesma gravidade e temperaturas diferentes. Faça os seguintes gráficos contendo uma curva para cada modelo:
 - i. temperatura versus profundidade óptica.
 - ii. densidade eletrônica versus profundidade óptica.
 - iii. densidade de massa versus profundidade óptica.
8. Interprete as diferenças entre as curvas dos dois modelos acima.