Observatório do Valongo / UFRJ
Métodos Computacionais da Astronomia 2020/1
Professor: Pedro da Silveira Ferreira

Lista de exercício 4
Entrega: 29/01/2021

---

1. [Paralelização e algorítimos iterativos –] – **Verificando a temperatura de estrelas**

a) Leia os arquivos estrela_n.dat (n vai de 1 até 100, dentro do arquivo estrelas.zip) que contêm os espectros das estrelas de um determinado aglomerado, as colunas são comprimento de onda observado, radiância espectral observada e erro da radiância espectral observada, isto é os arquivos fornecem o quanto de radiação é emitida por comprimento de onda. Armazene todos os espectros em um único array (os dados têm as unidades da tabela nos comentários). b) Utilizando a lei de Planck da radiação do corpo negro*, e considerando que estrelas são boas aproximações de um corpo negro, encontre o valor da temperatura de cada estrela em Kelvin (ainda sem paralelizar – armazene o tempo utilizado obter o resultado de todas as estrelas), classifique as estrelas de acordo com sua temperatura em OBAFGKM (seguindo a classificação espectral de Harvard). c) Utilizando a lei de Wien** obtenha a temperatura da estrela (aproxime o pico exato como o maior valor da intensidade medido). d) Salve o seu código em um arquivo .py e execute-o em paralelo utilizando o comando parallel, de forma que o argparse seja utilizado para receber o número da estrela (armazene o tempo utilizado para obter o resultado de todas as estrelas) e) Faça a paralelização dentro do seu código em python, agora no notebook jupyter, utilizando o multiprocessing para computar as temperaturas de cada estrela em paralelo. **(5 pontos)**

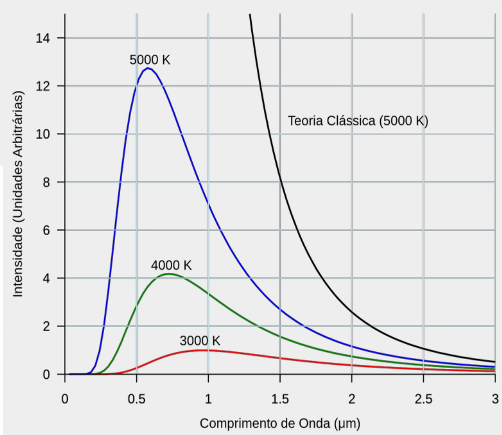
Comentários:

*Lei de Planck da radiação do corpo negro: No caso de uma estrela nos fornece o quanto de energia ela irradia por comprimento de onda como na figura ao lado.

$$I(\lambda,T)=\frac{2hc^2}{\lambda^5}\frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda kT}}-1}$$ ← **Lei de Planck**

A tabela seguinte descreve as variáveis e unidades utilizadas:

Variável	Descrição	Unidade	
I	radiância espectral	W sr^-1 m^-3	→ Fornecido no arquivo
ν	Comprimento de onda	Metros	→ Fornecido no arquivo
T	temperatura do corpo negro	kelvin	→ Deve ser obtido
h	constante de Planck	joule / hertz	**$6.62607015\times10^{-34}\,J\cdot Hz^{-1}$**
c	velocidade da luz no vácuo	metros / segundo	**$299792458\,m\cdot s^{-1}$**
e	número de Euler	sem dimensão	**np.exp(1) → constante**
k	constante de Boltzmann	joule / kelvin	**$1.380649\times10^{-23}\,J\cdot K^{-1}$**

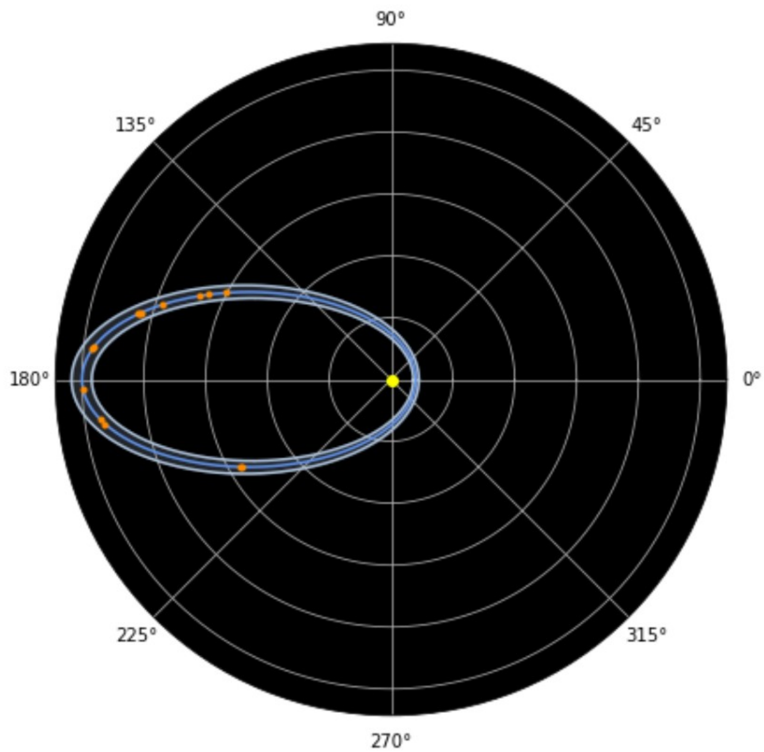


*Lei de Wien: No caso de uma estrela nos fornece a temperatura da mesma de acordo com o comprimento de onda do pico de emissão de radiação λ_{max}. A lei de Wien é:

$$\lambda_{\max}=\frac{0,0028976}{T}$$ ← **Para obter a temperatura através do pico é só isolar T.**

2. [Paralelização e algorítimos iterativos 2D] – **Checando a rota de um asteroide**

Usando o arquivo "orbita_de_um_asteroide.dat" vamos verificar se a orbita traçada pode oferecer algum risco a Terra em algum momento, isto é, se ela intercepta o círculo de 1UA com relação ao Sol no futuro (não entraremos em detalhes da posição da órbita da terra). O asteroide foi recém descoberto e por isso ainda não foi observada a órbita completa, apenas um pequeno trecho da mesma. No arquivo as colunas são theta (em graus), raio em UA e erro do raio em UA, onde o raio é medido com relação ao Sol*. a) Faça um polar plot dos pontos observados. b) ajuste a elipse utilizando o método de minimização do χ^2 (veja mais sobre o método nos comentários e nessa referência) para encontrar os semieixos a e b (para cada valor de a teste múltiplos valores de b, calcule os valores do χ^2 para múltiplos valores de a em paralelo). Se precisar relembre as propriedades da elipse nessa referência. c) Faça um plot da elipse ajustada juntos aos pontos. d) Após algumas considerações sobre o método utilizado na obtenção dos dados foi considerada a hipótese de que o erro poderia estar subestimado, de forma que os semieixos a e b ajustados para a elipse podem ter +/-15% de erro. Plot as duas elipses com mais e menos essa margem nos valores de a e b (faça em uma cor mais clara que a elipse central), preencha o intervalo entre as elipses interna e externa com uma cor com transparência. e) Coloque o fundo do plot na cor preta (lembrando um tema espacial) e um ponto amarelo representando o sol bem no centro r=0, para um melhor contraste utilize cores com um aspecto "neon" nas elipses. (5 pontos). No final você deve obter uma figura similar a colocada abaixo. **(5 pontos)**



***Comentários:**

1- Na questão 2 use a equação da elipse ao redor do foco $r = \dfrac{a(1-e^2)}{1+e\cos\theta}$, com $e = \dfrac{\sqrt{a^2-b^2}}{a}$ na equação do χ^2. Minimize o χ^2 variando a e b.

Sobre o método do χ^2: Ele difere do MMQ pois leva em consideração o erro da medida (σ), <u>nós dividimos pelo erro de forma que ele serve como um peso para qualidade da medida daquele ponto</u>, dessa forma a grandeza a ser minimizada no loops será:

$$\chi^2 = \sum_{pontos\,obs} \left(\frac{y^{observador} - y^{ajustado}}{\sigma} \right)^2$$