

Espectroscopia

Estudantes:

Isabela Sapata Alves Justino

Izabelly Oakes de Paula

Orientador:

Jairo Oliveira de Castro

Resumo

Espectro é toda a intensidade da luz, em tamanhos distintos, das ondas.

Espectroscopia é utilizada para a análise de componentes químicos, determinando quais elementos formam algo, também é utilizada na astronomia para identificar a composição e velocidade de um corpo.

Há três tipos de espectroscopia:

1. Absorção atômica (AA): Relaciona toda a quantidade de energia que é absorvida perante o comprimento da onda da radiação.
2. Emissão atômica (AE): Realiza uma análise da quantidade de energia que é emitida por uma amostra contrária ao comprimento da onda da radiação.
3. Dispersão: Estabelece a quantidade da energia que é dispersa. É pouco usado em comparação com a AA e AE.

Para realizar a análise espectroscópica da luz dos astros, podemos utilizar vários tópicos, entre eles temos:

- Variação do espectro contínuo com a temperatura, que é semelhante a Lei de Planck.
- As três Leis de Kirchhoff.
- Lei de Boltzmann.
- Lei de Saha
- A origem das linhas espectrais dos átomos e da luz, que deu início no século XX, conforme foram aprendendo mais sobre os átomos.
- Quantização.
- A Classificação Espectral, que foi dada depois que William Huggins e Irmão Angelo Secchi estabeleceram que os espectros estelares não eram iguais e que era necessário muitos espectros para criar uma classificação. Hoje em dia elas são classificadas por função decrescente em temperatura: **O B A F G K M**
- A Classificação de luminosidade que é utilizada pela sua fórmula, que diz que quanto maior é o raio, maior é a luminosidade obtida para a mesma temperatura. As classes de luminosidade são:

I. Supergigante superluminosa

- II. Supergigante
- III. Gigantes luminosas
- IV. Gigantes
- V. Subgigantes
- VI. Anãs

- Velocidade Radial e Efeito Doppler.

Introdução

A espectroscopia nos passa informações do nosso universo e natureza. Com as cores, propriedades da luz, conseguimos descobrir se uma estrela/galáxia é mais jovem e mais quente ou mais velha e menos quente.

Utilizamos a espectroscopia para analisar o espectro de uma luz visível ou não, no caso, toda radiação existente. Nebulosas, quasares, estrelas, nuvens de gás, etc. são todos os corpos analisados. Quanto mais grossa é a linha de emissão ou absorção mais elementos estão presentes.

Todos os elementos químicos, pertencentes à tabela periódica, que encontramos na Terra, também são encontrados na superfície solar e cada elemento forma uma linha no espectro.

Discussão

- Histórico: Issac Newton, em 1665-6, mostrou que uma luz branca ao passar por um prisma, se divide em outras luzes de diferentes cores. William Hyde Wollaston se destacou por fazer uma observação de que existiam linhas escuras no espectro solar, que ele imaginou que fosse o limite das cores, mas que por fim levou a descoberta dos elementos químicos do Sol. Joseph von Fraunhofer pode realizar grandes contribuições para o desenvolvimento do instrumental óptico e na produção de vidros e lentes objetivas, ele também descobriu cerca de 574 linhas escuras no espectro do Sol, que foram nomeadas de linhas de Fraunhofer. Para uma parte dessas linhas ele nomeou com letras maiúsculas e o outra parte minúsculas, que representavam as mais fracas. *(foto do anexo 1 das linhas de Fraunhofer)* Quarenta anos depois as linhas foram identificadas por Gustav Robert Kirchhoff. *(foto do anexo 2 da tabela de identificação)*.
- Variação do espectro contínuo com a temperatura: A curva de uma distribuição de energia é parecida com a de um corpo negro.*(foto do anexo 3)* Para quanto maior é a temperatura, maior é a intensidade de radiação e menor é o tamanho da onda em que ocorre o auge da intensidade, que é dada pela Lei de Wien: *(foto do anexo 4)*. Robert Wilhelm Eberhard Bunsen, o inventor do bico de Bunsen, junto ao Gustav Robert Kirchhoff estavam descobrindo as cores dos elementos, até que Kirchhoff sugeriu que as cores dos elementos seriam melhores para distinguir se passadas por um prisma, após fazer isso eles foram descobrindo as linhas com os elementos químicos. Os gases quentes não reproduziam espectros contínuos, e descobrira que cada elemento produzia uma série de linhas diferentes. As linhas descobertas eram todas brilhantes, porém as linhas de Fraunhofer eram escuras, então Kirchhoff criou as suas três leis para poder determinar a mistura de elementos.
- Leis de Kirchhoff: 1º Um corpo que é opaco, sólido/líquido/gasoso e quente, emite um espectro contínuo. 2º Um gás transparente produz um espectro de linhas brilhantes. 3º Se um espectro contínuo passa por um gás que está em uma temperaturamais baixa, causa a aparição de linhas escuras.*(foto de anexo 5)*
- Lei de Boltzmann: Os raios infravermelhos são os que apresentam efeitos térmicos com maior intensidade, dependendo do meio material que foi irradiado, ele pode continuar se propagando ou não.

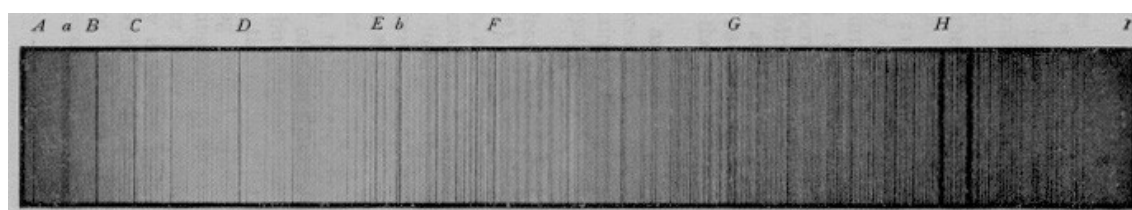
- Lei de Saha: Meghnad Saha usou a mecânica estatística para derivar o número de átomos por unidade de volume em um grau de ionização.
- A origem das linhas espectrais: Os cientistas começaram a definir as bases para entender a formação dos espectros conforme foram aprendendo mais sobre a luz e toda a estrutura de um átomo. Rutherford após uma série de experimentos descobriu que os elétrons estão girando em torno do núcleo de forma circular. Com suas descobertas, gerou com que as leis da mecânica clássica não podia se aplicar aos corpos microscópicos, isso fez com que criassem a mecânica quântica. Einstein usou a quantização e afirmou que cada quantum de luz tem uma energia E .
- Quantização: Certo físico francês, na sua tese de doutorado, provou que o *momentum* de cada fóton é dado por uma formula (*foto do anexo 6*). Depois ele também apresentou que os elétrons de um átomo só ocupam níveis quantizados.
- Classificação Espectral: Observações mais complexas dos espectros das estrelas foram feitas por Huggins e Irmão Angelo Secchi, viram que eles não eram todos iguais Edward Charles Pickering noto que eram necessários muitos espectros para formar uma classificação e foi juntando espectros fotografados. A classificação em si foi feita por Annie Jump Cannon. Atualmente as estrelas são classificadas em ordem decrescente da temperatura: O B A F G K M (*foto do anexo 7*). Cada tipo espectral se divide em 10 classes, tendo como 0 a mais quente e 9 a mais fria.
- Classificação de Luminosidade: Dada a formula da luminosidade (*foto do anexo 8*), sabemos que quanto maior é o raio, maior é a luminosidade obtida. Como a classificação existia atualmente só levava em conta a temperatura, William Wilson Morgan, Philip Childs Keenan e Edith Marie Kellman criaram a classe de luminosidade baseados na largura da linha espectral
 - I. Supergigantes superluminosas
 - II. Supergigantes
 - III. Gigantes luminosas
 - IV. Gigantes
 - V. Subgigantes
 - VI. Anãs

Atualmente usamos mais duas classes para classificar a luminosidade, as sd (sub- anãs) e as D (anãs brancas).

- Velocidade Radial e Efeito Doppler: Outra parte da espectroscopia é a derivação da velocidade radial usando o efeito Doppler. Johann Christian Andreas Doppler, descobriu que um corpo luminoso indo no sentido (ou contra) do observador, o tamanho da luz diminui (ou aumenta), dado por: (*foto do anexo 9*).

Anexos

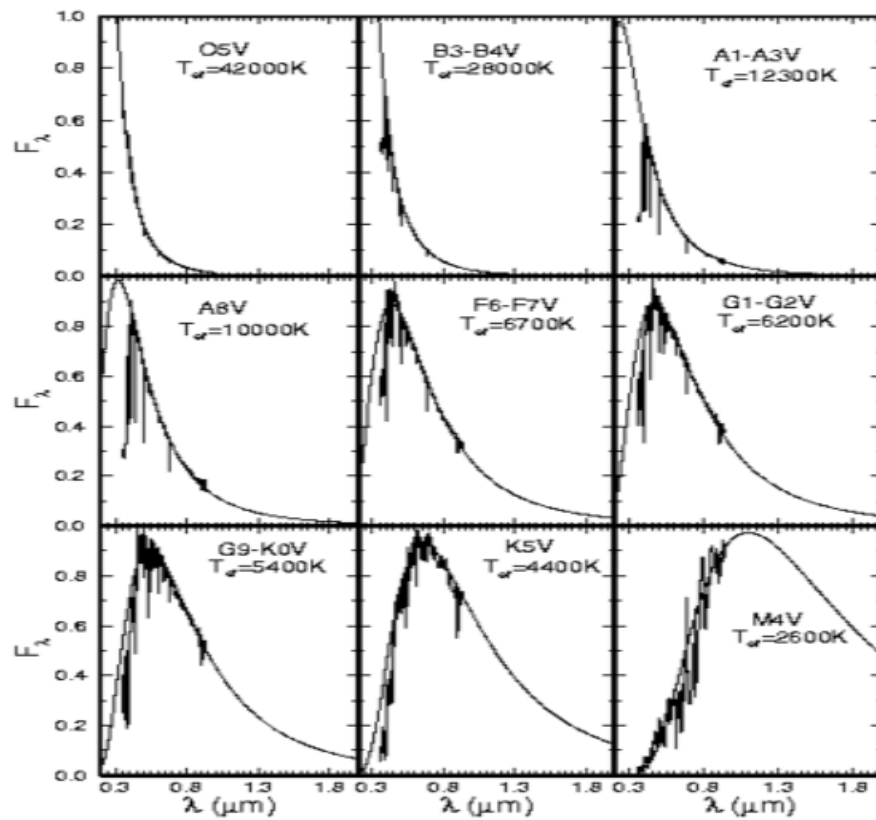
Anexo 1



Anexo 2

Linha	$\lambda(\text{\AA})$	Elemento	Cor
A	7594	oxigênio	Vermelho
B	6867	oxigênio	
C	6563	hidrogênio, $H\alpha$	
D1	5896	sódio	Amarelo
D2	5890	sódio	
D3	5876	hélio	
E	5270	ferro e cálcio	
b1	5184	magnésio	
F	4861	hidrogênio, $H\beta$	Verde
G	4308	ferro (e cálcio)	Azul
H	3968	cálcio	
K	3934	cálcio	Violeta

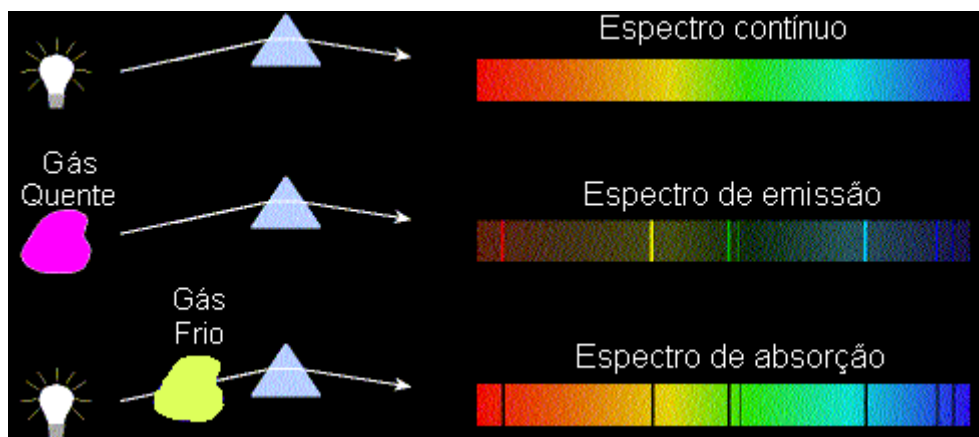
Anexo 3



Anexo 4

$$\lambda_{\text{max}} \cdot T = 2,9 \times 10^{-3}$$

Anexo 5



Anexo 6

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{E}{c}.$$

Anexo 7

O	estrelas azuis , com T _{ef} =20 000 a 35 000 K, apresentam linhas de HeII (hélio uma vez ionizado) e ultravioleta forte. Exemplo: 10 Lac (V=4,88, O9) e Mintaka (δ Ori, uma das Três Marias, V=2,10, O9).
B	estrelas branco-azuladas, com T _{ef} =15 000 K, com linhas de HeI . Exemplos: Rigel (β Ori, V=0,12, B8Ia) e Spica (α Vir, V=0,90, B1V).
A	estrelas brancas, com T _{ef} =9000 K, com linhas de HI forte . Exemplos: Sirius (α Can Maj, V=-1,46, A1V) e Vega (α Lyr, V=0, A0V).
F	estrelas branco-amareladas, com T _{ef} =7000 K, com linhas de metais observadas. Exemplos: Canopus (α Car, V=-0,72, F0Ib) e Procyon (α Can Mín, V=0,38, F5IV).
G	estrelas amarelas , com T _{ef} =5500 K, como o Sol, com fortes linhas de metais e HI fraco . CaI (H e K) fortes . Exemplos: Sol (G2V) e Capela (α Aur, V=0,08, G1II).
K	estrelas alaranjadas , com T _{ef} =4000 K, com linhas metálicas dominantes . Contínuo azul fraco. Exemplos: Aldebarã (α Tau, V=0,80, K5III) e Arcturus (α Boo, V=-0,04, K2III).
M	estrelas vermelhas , com T _{ef} =3000 K, com bandas moleculares (TiO) muito fortes . Exemplos: Betelgeuse (α Ori, V=0,50, M2Ib) e Antares (α Sco, V=0,88, M1Ib).

Anexo 8

$$L = 4\pi R^2 \sigma T_{\text{ef}}^4$$

Anexo 9

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{v}{c} \cos \theta \left(\frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \right)$$

Conclusão

A conclusão que tivemos com a realização do nosso trabalho foi que a Espectroscopia é uma área muito importante da astrofísica, e realizando a análise podemos reconhecer a temperatura, os elementos e a velocidade radial dos corpos utilizados.