

Laboratório de Física Moderna

Espectroscopia

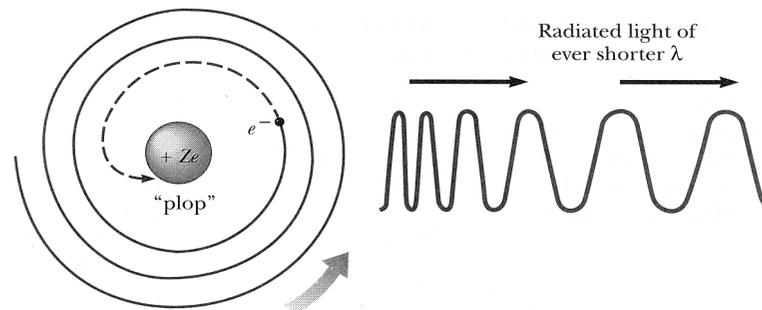
Aula 01

Marcelo Gameiro Munhoz
munhoz@if.usp.br

Contextualização

- Para iniciar nosso experimento, vamos compreender o contexto que o cerca
- Qual o tipo de fenômeno queremos estudar e por que ele é interessante?

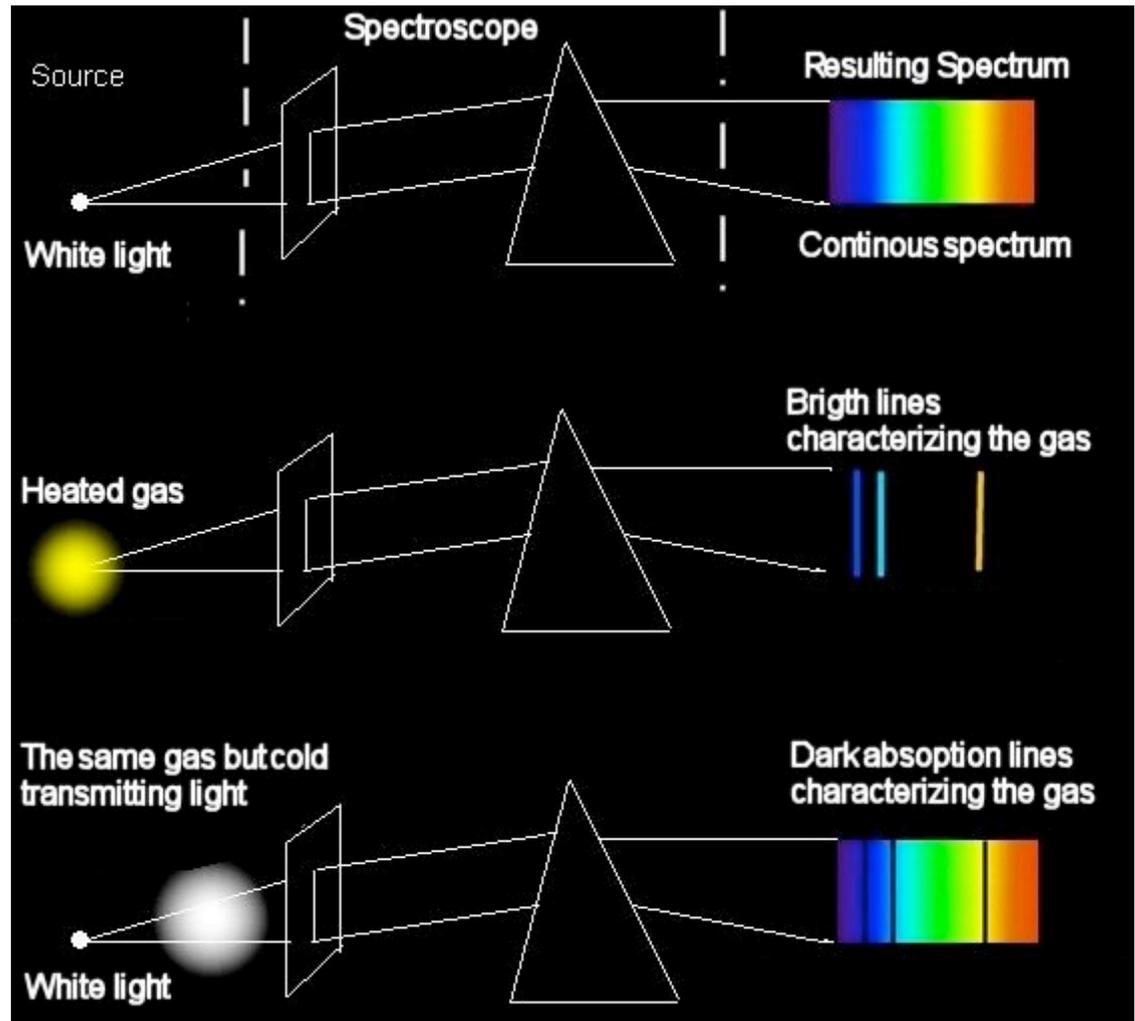
Estabilidade do átomo proposto por Rutherford



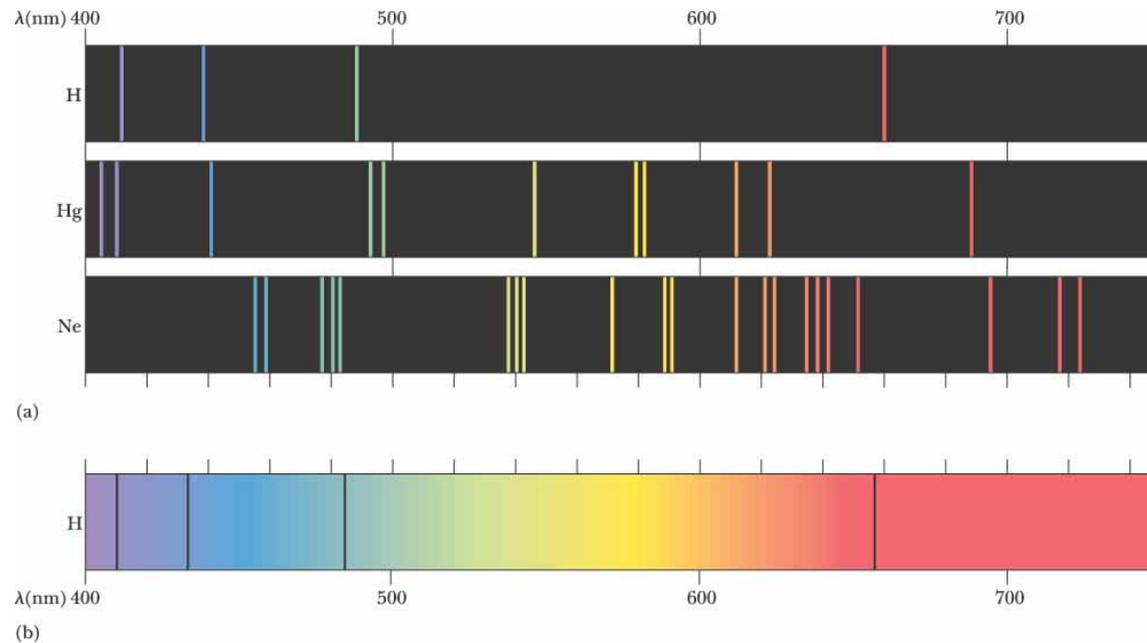
- Este modelo proposto por Rutherford tinha um sério problema conceitual:
 - Como é possível um sistema físico composto de elétrons “orbitando” o núcleo ser estável?
 - Esse sistema deveria colapsar segundo as leis da física clássica...
- Como resolver isso?

Espectros Atômicos

- Luz (visível) branca: espectro contínuo
- Luz emitida por certos gases: espectro **discreto**
- Luz absorvida por certos gases: espectro **discreto**



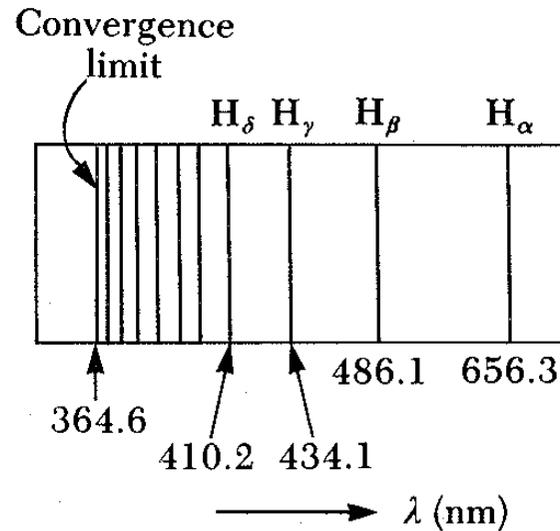
Espectros Atômicos



©2004 Thomson - Brooks/Cole

- Esses espectros discretos são observados para diferentes elementos

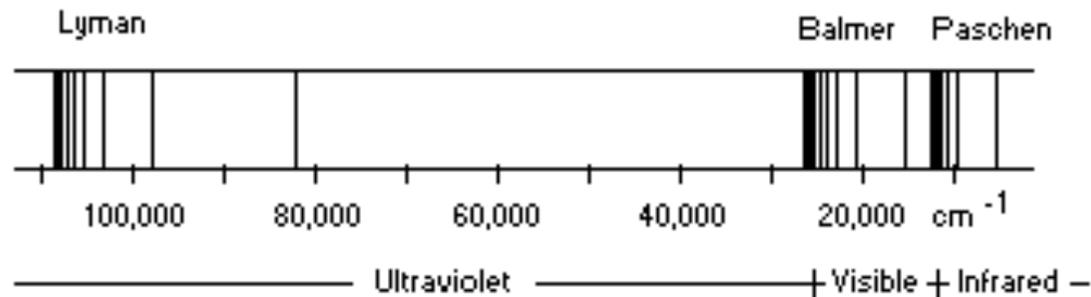
Espectro do Hidrogênio



- Em 1885, Johannes Balmer, um professor suíço de ensino fundamental, foi o primeiro a extrair uma fórmula matemática que reproduz a regularidade observada na faixa do visível:

$$\lambda = 3646 \frac{n^2}{n^2 - 4} \quad \text{com } n = 3, 4, 5, \dots$$

Espectro do Hidrogênio



Emission spectrum of heated hydrogen

- Em 1890, Rydberg generalizou esse estudo criando uma expressão mais geral para várias séries observadas:

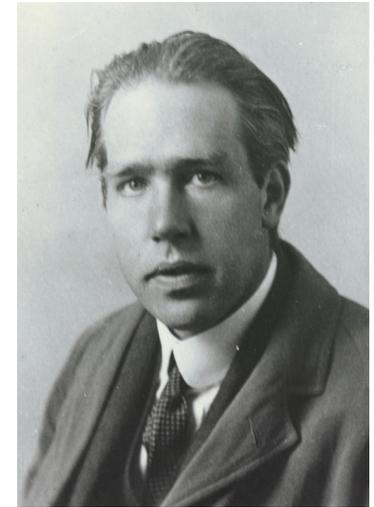
$$\kappa = \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_0^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

com $n_0 = 1, 2, 3, 4, \dots$ e $n > n_0$

Espectro do Hidrogênio

| Nomes | Faixa de comprimentos de onda | Fórmulas | |
|----------|--------------------------------|---|----------------------|
| Lyman | Ultravioleta | $\kappa = R_H \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ | $n = 2, 3, 4, \dots$ |
| Balmer | Ultravioleta próximo e visível | $\kappa = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ | $n = 3, 4, 5, \dots$ |
| Paschen | Infravermelho | $\kappa = R_H \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ | $n = 4, 5, 6, \dots$ |
| Brackett | Infravermelho | $\kappa = R_H \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ | $n = 5, 6, 7, \dots$ |
| Pfund | Infravermelho | $\kappa = R_H \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ | $n = 6, 7, 8, \dots$ |

Modelo de Bohr



- Como explicar a estabilidade do átomo proposto por Rutheford?
- Como explicar os comprimentos de luz discretos emitidos por alguns gases estudados?
- Em 1913, Niels Bohr propõe um modelo atômico baseado nas idéias de Rutherford que procura resolver o problema da estabilidade e explica quantitativamente os espectros de luz observados

Postulados de Bohr

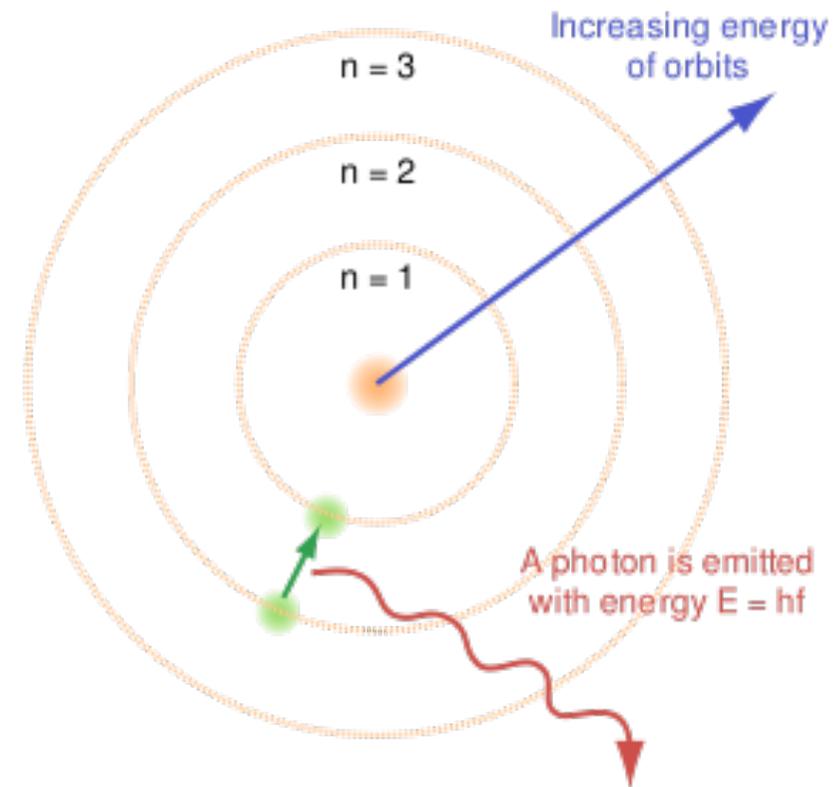
- Eisberg e Resnick, pag 138
- Um elétron em um átomo se move em uma órbita circular em torno do núcleo sob influência da atração coulombiana entre o elétron e o núcleo, obedecendo às leis da mecânica clássica
- Em vez da infinidade de órbitas que seriam possíveis segundo a mecânica clássica, um elétron só pode se mover em uma órbita na qual seu momento angular orbital L é um múltiplo inteiro de $h/2\pi$ (a constante de Planck dividida por 2π), os chamados estados estacionários

Postulados de Bohr

- Apesar de estar constantemente acelerado, um elétron que se move em uma dessas órbitas possíveis não emite radiação eletromagnética. Portanto sua energia total E permanece constante
- É emitida radiação eletromagnética se um elétron, que se move inicialmente sobre uma órbita de energia total E_i , muda seu movimento descontinuamente de forma a se mover em uma órbita de energia total E_f . A frequência da radiação emitida ν é igual à quantidade $(E_i - E_f)$ dividida pela constante de Planck h .

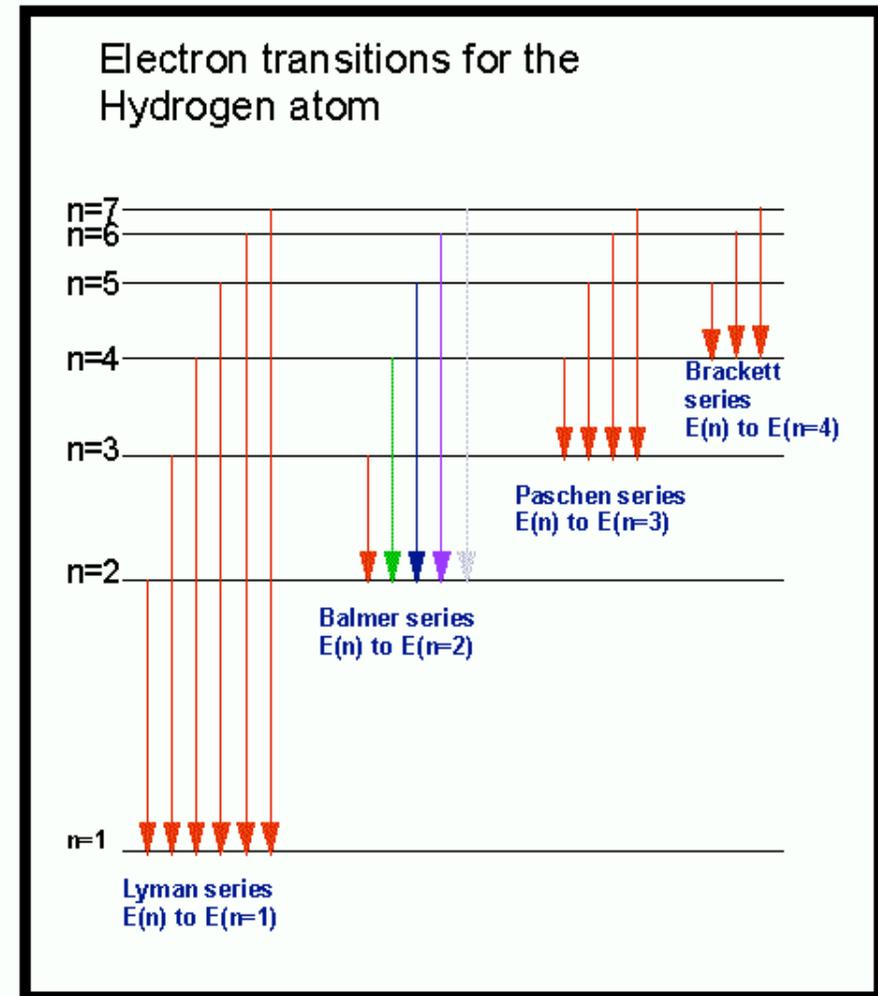
Modelo de Bohr

- Órbita circular
- $L = n\hbar$
- Energia total constante
- $$\nu = \frac{E_i - E_f}{h}$$



Espectros Atômicos

- Podemos compreender as várias linhas do espectro de hidrogênio como transições entre os estados discretos de energia dos átomos desse elemento
- Essas transições fazem com que fótons de energia e , portanto, comprimento de onda bem definidos sejam emitidos

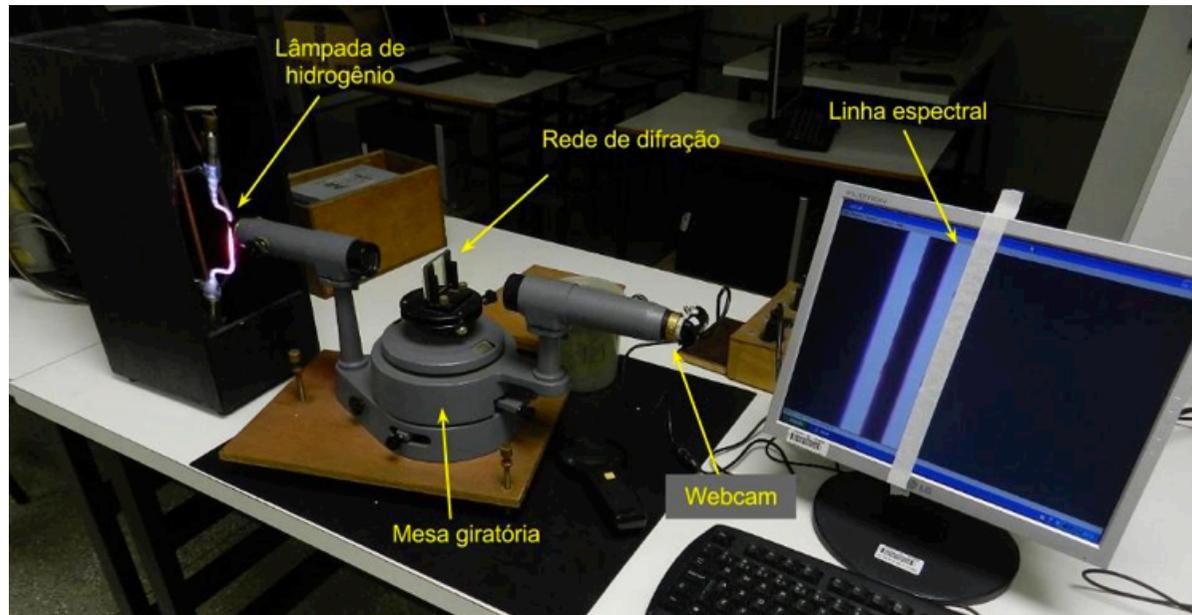


Objetivos

- Medir os comprimentos de onda da radiação emitida por uma lâmpada de hidrogênio, verificar se os valores são descritos pela série de Balmer e extrair o valor da constante de Rydberg comparando com o modelo de Bohr

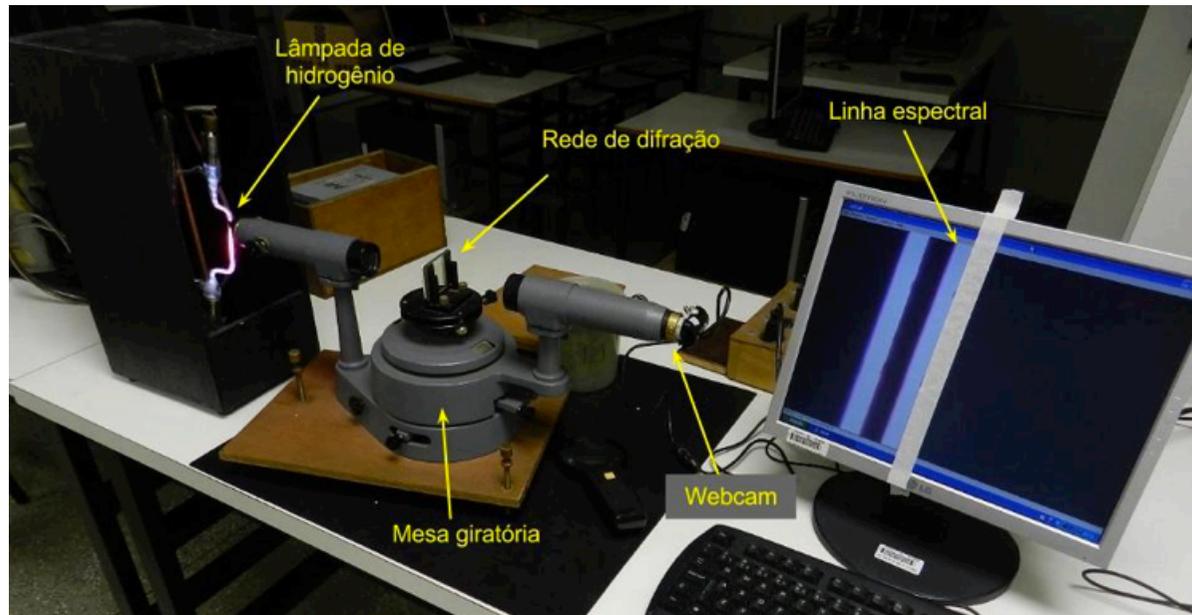
Procedimento

- Montar o arranjo experimental mostrado na figura
- Ajustar a fenda colimadora e o foco das lentes de forma a observar uma fina linha espectral na tela do computador



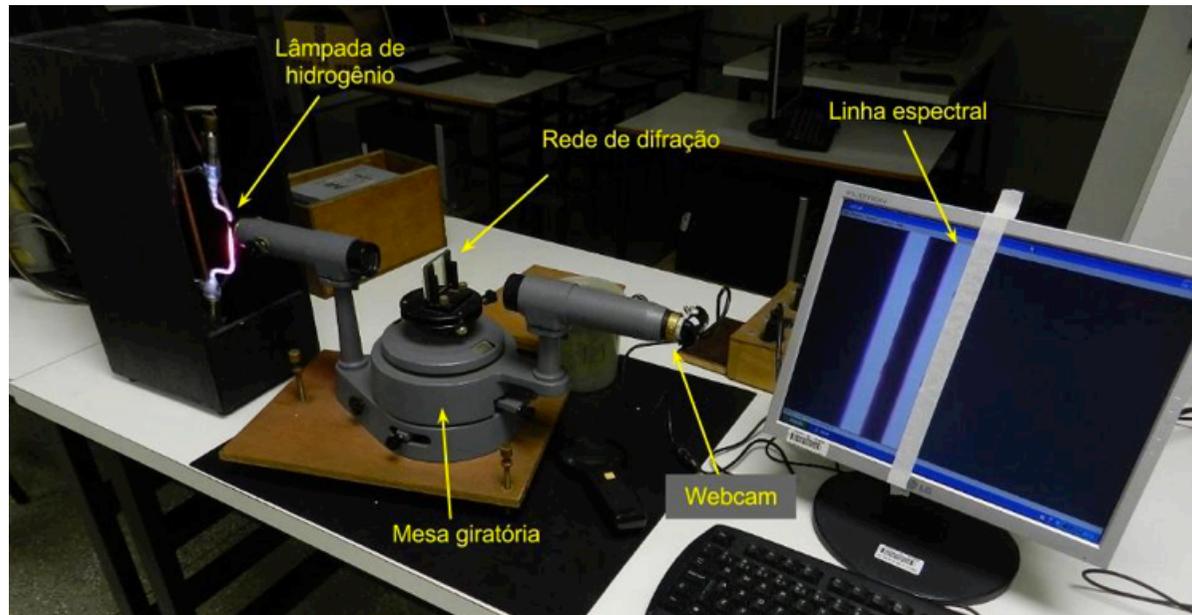
Procedimento

- Com uma fita crepe, marcar o canto direito da linha principal da lâmpada, definindo esta posição como o ângulo zero do sistema.
- Feito isso, ajuste o zero da mesa giratória



Procedimento

- Girando lentamente a extremidade da mesa giratória que possui a webcam, é possível buscar pelas linhas espectrais do hidrogênio
- Ao encontrar as linhas, anotar o ângulo em que se encontra ao braço que segura a webcam



Análise

- A partir da medida do ângulo em que a radiação incide na webcam, calcular o seu comprimento de onda (lei de Bragg)
- Fazer um gráfico de $1/\lambda \times (1/2^2 - 1/n^2)$ para valores de $n = 3, 4, 5, \dots$ conforme o número de linhas espectrais medidas
- Ajustar uma reta e extrair a constante de Rydberg
- Comparar com o valor esperado segundo o modelo de Bohr