



# Universidade Federal do Paraná

## Departamento de Física

### Laboratório de Física Moderna

## Bloco 02: O DUBLETO DO SÓDIO

Os níveis de energia de um átomo de hidrogênio calculados pela equação de Schrödinger são somente função do número quântico  $n$ , sendo proporcionais a  $1/n^2$ . Isto implica que transições ocasionadas pela excitação da nuvem eletrônica produzirão um espectro cujas linhas serão únicas. Porém, a análise experimental dos espectros revela que estes possuem uma estrutura fina, na qual cada linha é formada por linhas de comprimento de onda separadas por alguns Angströms. Tal observação foi somente explicada em 1925 por S.A. Goudsmit e G.E. Uhlenbeck. Eles sugeriram que o elétron possui um momento angular intrínseco chamado spin e um momento magnético associado a este. A estrutura fina é explicada então como sendo o resultado da interação magnética entre o momento angular de spin e o momento angular orbital, fenômeno que estudaremos neste experimento.

### Questionário para estudos

1. O que é um dubleto?
2. O Na tem 11 elétrons. Escreva a configuração eletrônica do sódio.
3. Escreva a configuração eletrônica do Na em função do Neônio (Ne gás nobre) + elétrons.
4. O que é spin do elétron?
5. Qual é o momento angular de um fóton?
6. O que é o acoplamento spin-órbita? Qual sua origem física?
7. O que é o interferômetro de Fabry-Perot?

### Experimento

- 1) Ligue a lâmpada espectral de sódio. Esta lâmpada fica ligada durante todo o tempo da experiência. Melhor para a vida dela.
- 2) Alinhe o espectrômetro ótico. Ajuste lentes e colimador até que você veja uma fenda bem nítida. Marque o zero na escala.

3) Coloque a rede de difração bem perpendicular ao ramo da objetiva.

4) Agora procure as raias da difração. Veja a raia dupla cor de laranja. Este é o dubleto do sódio. Tente medir a separação do dubleto em primeira e segunda ordens de difração.

5) Meça o ângulo médio para o qual aparece a raia dupla em primeira ordem. Meça para a esquerda e para a direita. O comprimento de onda médio do dubleto se calcula pela equação:

$$d \cdot \sin\theta = n \cdot \lambda ,$$

na qual  $d$  é a distância entre linhas na rede de difração e  $\theta$  é o ângulo no qual aparece o dubleto e  $n$  é a ordem da difração.

6) Ligue o Laser de He-Ne. Faça a luz do Laser incidir sobre a parede branca passando pelos espelhos do interferômetro. Coloque a lente divergente entre o laser e o Fabry-Perot. Gire o micrômetro lateral do Fabry-Perot e observe como a luz do Laser oscila conforme se move o espelho móvel.

7) Meça a constante do Fabry-Perot. Bom mesmo é medir umas  $N = 100$  oscilações da intensidade e ver quanto "andou" o micrômetro. Cada oscilada completa significa que o espelho móvel andou  $\lambda / 2$ . Fazendo  $d^*$  a leitura de deslocamento no micrômetro e  $d$  o movimento real dos espelhos, cujo valor é  $N\lambda / 2$  e conhecendo-se  $\lambda$ , pode-se gerar um fator de correção  $d/d^*$  que deve ser multiplicado à leitura do micrômetro para uma medida mais precisa da separação do dubleto.

8) Agora observe a lâmpada de sódio pelo Fabry-Perot. Ajuste até obter os famosos anéis de interferência. Se você não conseguir, chame o mestre. Se ele não conseguir também, chame os bombeiros!

9) Para a observação dos anéis concêntricos usaremos a webcam. Ative-a e posicione-a adequadamente. Utilize os recursos da câmera para melhorar a visualização.

10) Como as duas raias no laranja tem comprimento de onda levemente diferente, os anéis devido a uma raia aparecem geometricamente concêntricas com os anéis da outra raia. Girando o micrômetro é possível sobrepor estes anéis. Marque a leitura no micrômetro. A partir daí, gire o micrômetro até que as duas raias se sobreponham novamente. Marque este novo valor no micrômetro. Agora você sabe quanto "andou" o micrômetro de sobreposição em sobreposição. Calcule quanto "andou" o espelho móvel. Use a constante do Fabry-Perot.

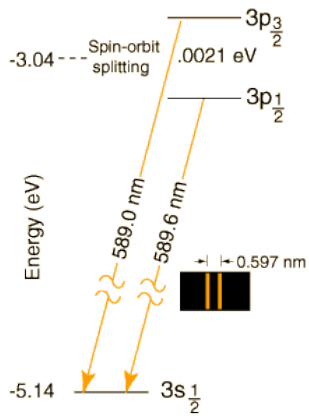
11) A separação entre as duas raias do dubleto do sódio será dada pela equação:

$$\Delta\lambda = \lambda_1 - \lambda_2 = \frac{\bar{\lambda}^2}{2(d_1 - d_2)}$$

na qual  $\lambda$  é o comprimento de onda médio do dubleto que você mediu com o espectrômetro ótico e  $d_1 - d_2$  é o deslocamento real do espelho do Fabry-Perot de sobreposição em sobreposição. Calcule a separação.

12) Calcule agora a energia média do dubleto de sódio em elétron-volt. Calcule a energia que separa as raias do dubleto, também em eV.

13) Compare seus resultados com o diagrama de energias do dubleto do sódio apresentado na figura abaixo. O que você conclui?



13) Complete seu relatório Vapt-vup!

UFPR- Departamento de Física

Laboratório de Física Moderna

Relatório Vapt-Vupt

## Bloco 02: O DUBLETO DO SÓDIO

1) Faça um desenho esquemático das montagens experimentais:

2) Meça as linhas do dubleto do sódio nas difrações de primeira e segunda ordem usando o espectrômetro.

Ordem da difração	Cor e linha do dubleto	$\theta$ esquerdo	$\theta$ direito	$\lambda$ médio(Å)

3) Faça a medida da constante do Fabry-Perot:

Medida	Número de oscilações	Medida no micrômetro

4) Calcule a constante  $d/d^*$  do interferômetro.

5) Faça a medida da separação do dubleto do sódio usando o interferômetro de Fabry-Perot.

Medida	Medida no micrômetro

6) Calcule a separação entre raias.

7) Calcule agora, em unidades de eV, a energia média do dubleto de sódio e a energia que separa as raias do dubleto.