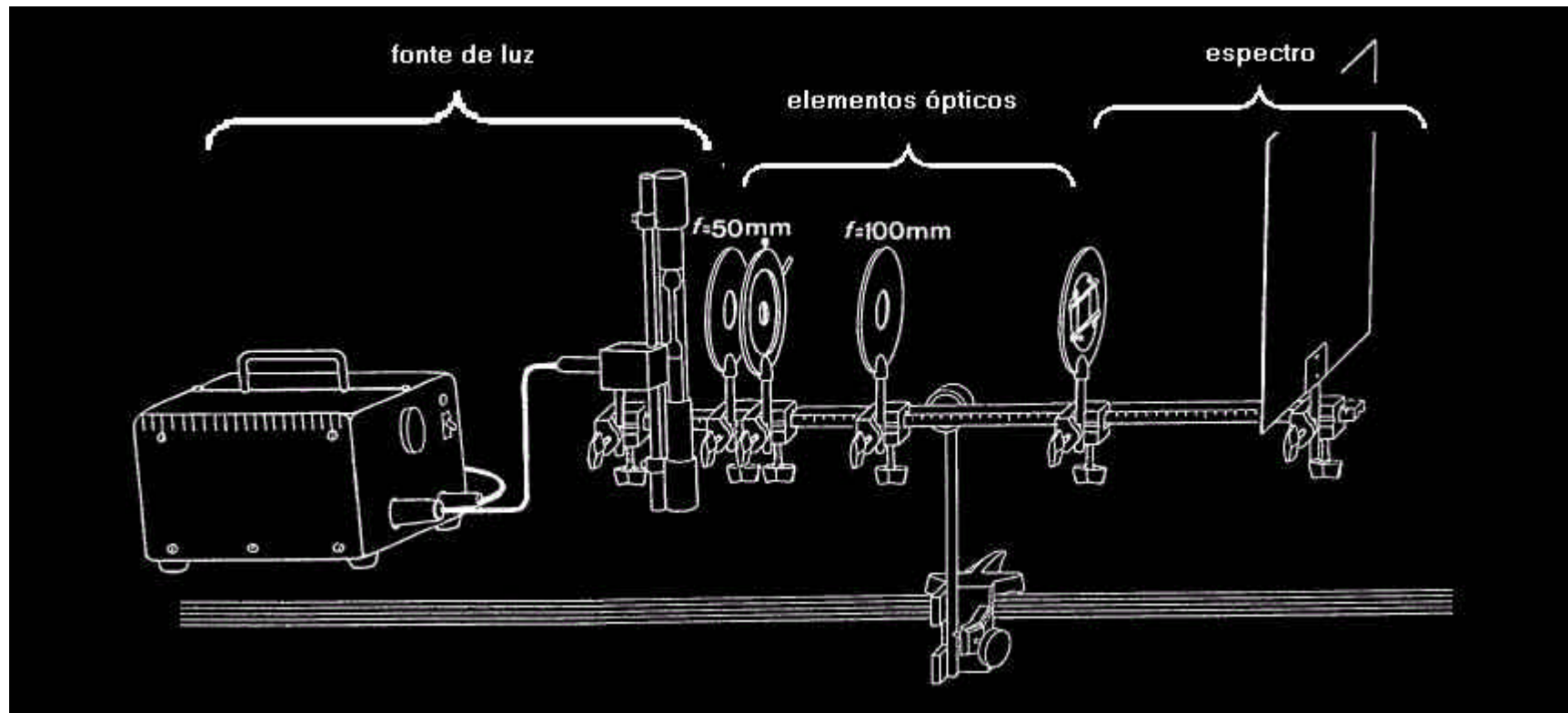


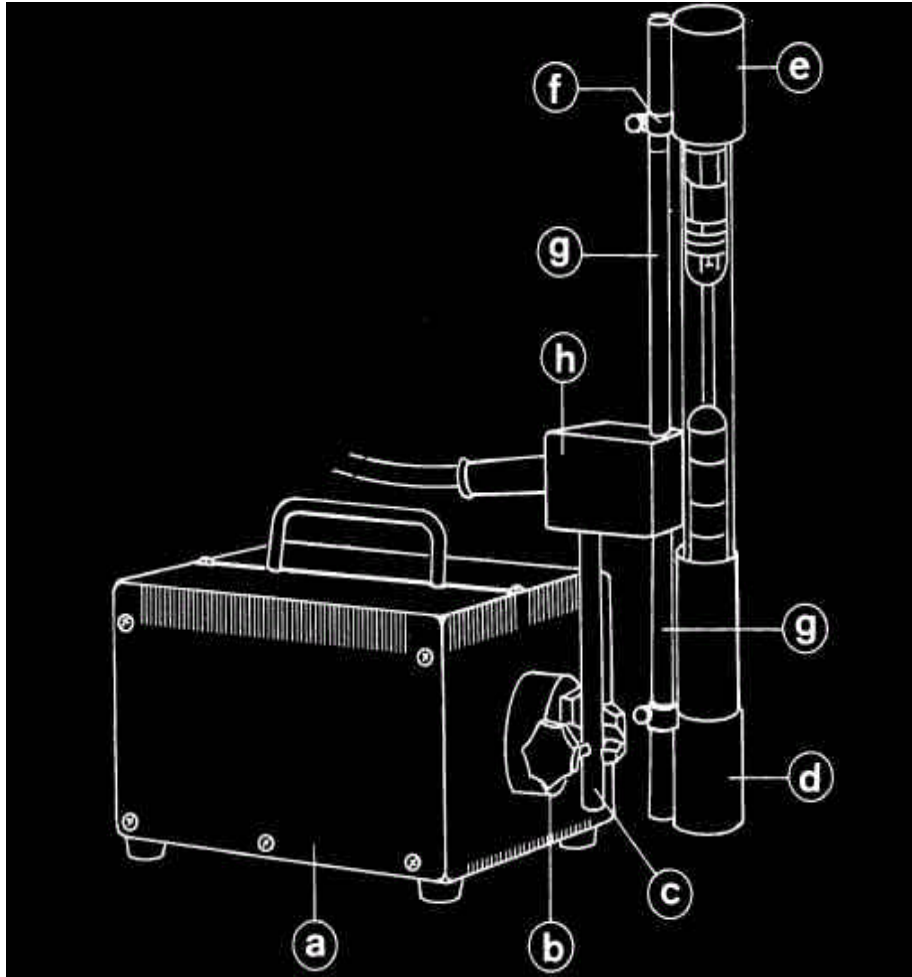
Objectivos

- Obter os espectros de riscas dos átomos de H, Na, Ne, Hg
- Determinação dos comprimentos de onda das riscas observadas
- Determinação da resolução e da constante da rede

Esquema genérico do espectrómetro



Fonte de luz - lâmpada de *Balmer*



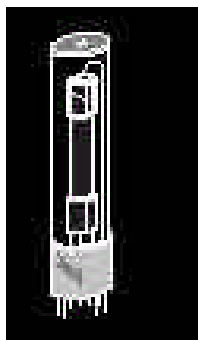
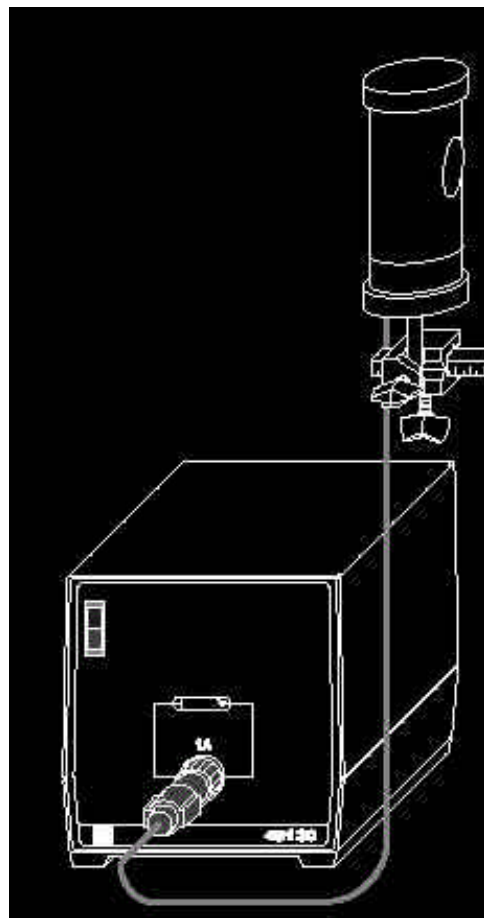
Descrição *Lâmpada de Balmer*



- Alta tensão → 1500V
- Corrente alterna (AC) → 0,5A
- H₂O em sal higroscópico



Fonte de luz – Na, Ne, Hg



Na \Rightarrow 1,3A (AC)

Ne \Rightarrow 1,0A (AC)

Hg \Rightarrow 0,6 a 1,0A (AC)

Tolerância entre +10% e -5% da corrente especificada

Normas de segurança

Fonte de luz

Desligar a fonte da corrente/tensão antes de qualquer alteração à montagem experimental!

Não tocar nas lâmpadas quando estas estiverem quentes!

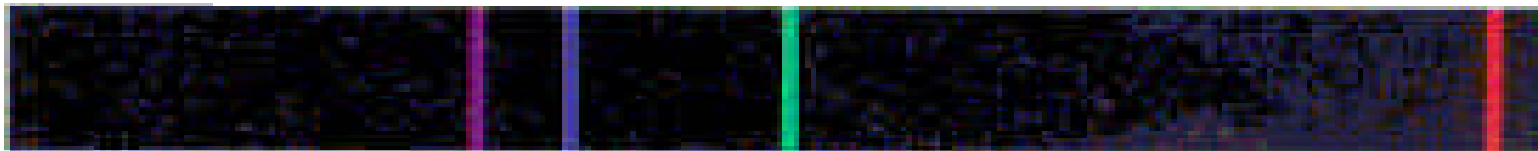
Evitar tocar com os dedos no vidro das lâmpadas!

Utilizar as lâmpadas na vertical!

Espectro do Hidrogénio

Série de Balmer

Linha	Transição	Energia (eV)	Comprimento de onda (nm)
Ha	3→2	1,88969	656,11 (encarnado)
Hb	4→2	2,55043	486,13 (turquesa)
Hd	5→2	2,85645	434,05 (azul)
Hg	6→2	3,02275	410,17 (violeta)



Espectro do Hidrogénio

Desdobramento fino e hiperfino dos níveis 2 e 3
(spin-órbita + massa relativística + desvio de Lamb):

Estado inicial	Estado Final	Energia (eV)	Comprimento de onda (nm)
$3 \ ^2S_{1/2}$	$2 \ ^2P_{1/2}$	1,8897181	656,099
$3 \ ^2D_{3/2}$	$2 \ ^2P_{1/2}$	1,8897302	656,095
$3 \ ^2P_{3/2}$	$2 \ ^2S_{1/2}$	1,8897265	656,096
$3 \ ^2P_{1/2}$	$2 \ ^2S_{1/2}$	1,8897125	656,101
$3 \ ^2S_{1/2}$	$2 \ ^2P_{3/2}$	1,8896728	656,115
$3 \ ^2D_{3/2}$	$2 \ ^2P_{3/2}$	1,8896849	656,111
$3 \ ^2D_{5/2}$	$2 \ ^2P_{3/2}$	1,8896894	656,109

$$R \text{ da rede} = m \cdot 600 \cdot 35 = \\ = m \cdot 21000$$

$$R_{\min} = \frac{\lambda}{\Delta\lambda_{\max}} = \frac{656,1}{0,019931} \approx 33000$$

$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda_{\min}} = \frac{656,1}{0,001554} \approx 422200$$

Espectro do Hidrogénio deuterado

Efeito da massa finita do núcleo:

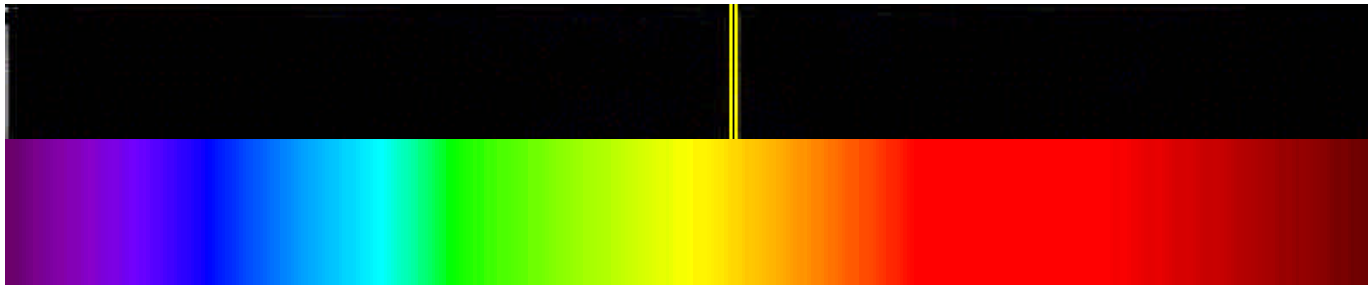
Risca	Dl (nm)
Ha - Da	0,177
Hb - Db	0,131
Hg - Dg	0,117
Hd - Dd	0,111

Espectro do Sódio

Apenas 2 riscas mais intensas no visível



Desdobramento da *linha D*



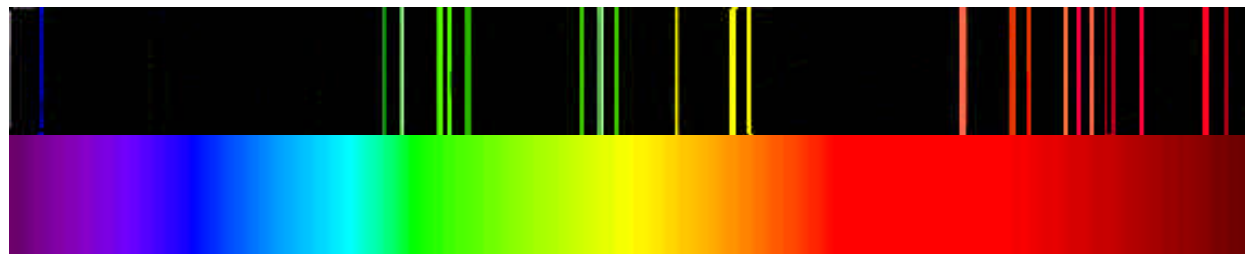
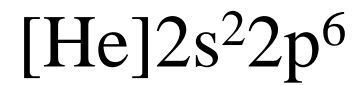
Espectro do Sódio

Desdobramento fino (Spin-órbita + massa relativística):

Estado inicial	Estado final	Energia (eV)	Comprimento de onda (nm)
$5\ ^2S_{1/2}$	$3\ ^2P_{3/2}$	2,0125	616,07 (encarnado)
$5\ ^2S_{1/2}$	$3\ ^2P_{1/2}$	2,0146	615,43 (encarnado)
$3\ ^2P_{1/2}$	$3\ ^2S_{1/2}$	2,1029	589,59 (amarelo)
$3\ ^2P_{3/2}$	$3\ ^2S_{1/2}$	2,1050	589,00 (amarelo)
$4\ ^2D_{5/2,3/2}$	$3\ ^2P_{3/2}$	2,1797	568,82 (verde)
$4\ ^2D_{5/2,3/2}$	$3\ ^2P_{1/2}$	2,1818	568,27 (verde)
$6\ ^2S_{1/2}$	$3\ ^2P_{3/2}$	2,4058	515,36 (verde)
$6\ ^2S_{1/2}$	$3\ ^2P_{1/2}$	2,4079	514,91 (verde)
$5\ ^2D_{5/2,3/2}$	$3\ ^2P_{3/2}$	2,4882	498,29 (verde)
$5\ ^2D_{5/2,3/2}$	$3\ ^2P_{1/2}$	2,4903	497,86 (verde)
$7\ ^2S_{1/2}$	$3\ ^2P_{3/2}$	2,6092	475,19 (azul)
$7\ ^2S_{1/2}$	$3\ ^2P_{1/2}$	2,6113	474,80 (azul)
$6\ ^2D_{5/2,3/2}$	$3\ ^2P_{3/2}$	2,6557	466,86 (azul)
$6\ ^2D_{5/2,3/2}$	$3\ ^2P_{1/2}$	2,6578	466,49 (azul)
$6\ ^2F_{7/2,5/2}$	$3\ ^2P_{3/2}$	2,7566	449,77 (violeta)
$6\ ^2F_{7/2,5/2}$	$3\ ^2P_{1/2}$	2,7587	449,43 (violeta)

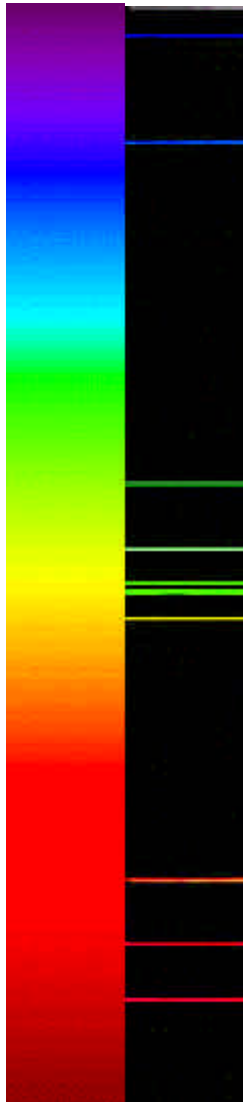
Espectro do Néon

Aproximadamente 153
riscas no visível



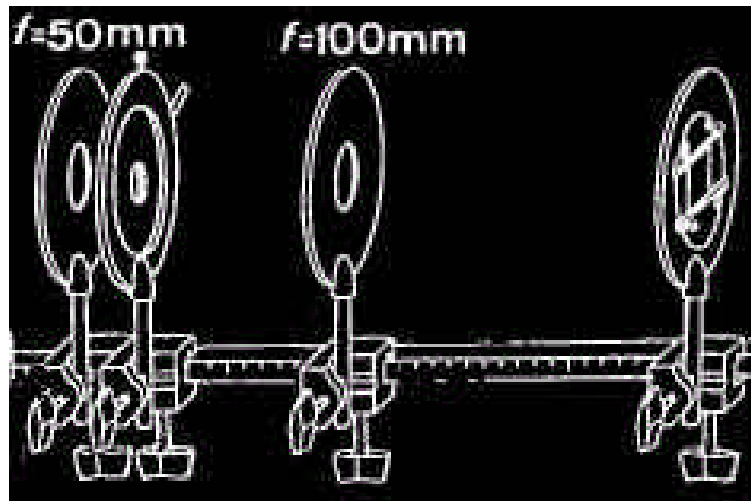
Espectro do Mercúrio

80 electrões -->camadas ocupadas até $n=5$ $l=2$ inclusive,
com dois electrões em $n=6$ $l=0$ (Configuração semelhante ao Hélio)



Estado inicial	Estado final	Energia (eV)	Comp. de onda (nm)
6s7s 1S0	6s6p 1P1	1,23	1012 (infravermelho)
6s6p 1P1	6s6s 1S0	6,703	184,96 (ultravioleta)
6s6d 1D2	6s6p 1P1	2,141	579,07 (amarelo)*
6s6d 3D1	6s6p 1P1	2,1415	578,97 (amarelo)
6s6d 3D2	6s6p 1P1	2,1489	576,96 (amarelo)*
6s7s 1S0	6s6p 3P1	3,04	407,80 (violeta)*
6s6p 3P1	6s6s 1S0	4,888	253,65 (ultravioleta)
6s8p 3P2	6s7s 3S1	1,7949	690,75 (vermelho)
6s7s 3S1	6s6p 3P2	2,2705	546,07 (verde)*
6s7s 3S1	6s6p 3P1	2,8447	435,84 (azul)*
6s7s 3S1	6s6p 3P0	3,0639	404,66 (violeta)*

Elementos ópticos



Funções:

- *Lente 50mm* - focar
 - *Fenda*
 - *Lente 100mm*
 - *Rede* – dar origem ao espectro de difracção
- } assegurar o paralelismo dos raios

Importante: assegurar o paralelismo entre os raios incidentes e os transmitidos

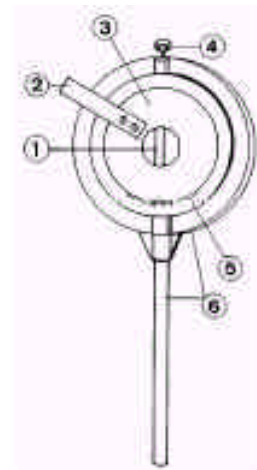
Normas de segurança

Elementos ópticos

Evitar tocar com os dedos nas lentes, na fenda e nos vidros da rede!

Limpar este material de poeiras utilizando um papel que não deite pêlos ou um pincel, humedecidos em líquido apropriado!

Desajustar sempre o parafuso 4 antes de alterar o alinhamento da fenda!



Rede

- 600 fendas por mm
- cópia da rede Rowland
- material algo influenciado pelas condições atmosféricas

23mm

35mm

*Menor
resolução do
que a original*



$$R = m \cdot 21000$$

Resoluções necessárias

$$R = \frac{l}{Dl}$$

Hidrogénio

Visualizar estrutura hiperfina: **R**
~ 425000

Hidrogénio deuterado

Visualizar estrutura isotópica
(risca alfa): **R ~ 4000**

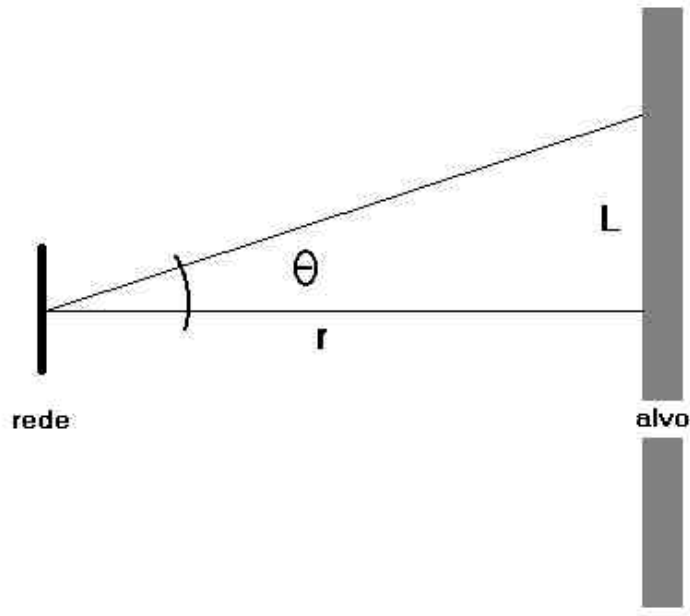
Mercúrio

Visualizar riscas mais intensas:
R ~ 500

Sódio

Visualizar o desdobramento fino
(linha D): **R ~ 1000**

Espectro



$$ml = d \cdot \sin q = d \frac{l}{\sqrt{r^2 + l^2}} \hat{U}$$

$$\hat{U} l = r \sqrt{\frac{ml}{d - ml}}$$

dispersão linear

$$\frac{dl}{dl} = \frac{d \cdot \cos q}{mr} = \frac{d}{m \sqrt{r^2 + l^2}}$$