

1) CALCULE A FREQUÊNCIA DO FÓTON DE UV (360nm)

$$\lambda = 360 \text{ nm}$$

$$c = \lambda f \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{360 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = \frac{3}{360} \cdot 10^{17} \text{ Hz} = 0,83 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

2) LUZ LARANJA POSSUI  $\lambda = 641 \text{ nm}$ . QUAL A ENERGIA DE UM FÓTON DESSA LUZ? SE UM PULSO DE LASER EMITE  $1,3 \cdot 10^{-2} \text{ J}$  DE ENERGIA POR PULSO, QUANTOS FÓTONS SÃO EMITIDOS?

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{641 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 3,1 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

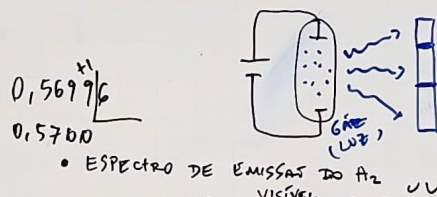
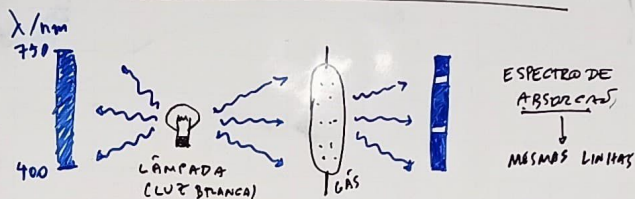
$$N = \frac{E_{\text{pulso}}}{E_{\text{fóton}}} = \frac{1,3 \cdot 10^{-2} \text{ J}}{3,1 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = 4,2 \cdot 10^{16}$$

3) SÃO NECESSÁRIOS 250 kJ PARA EJECTAR  $e^-$  DE UMA CERTA SUPERFÍCIE METÁLICA. QUAL O MAIOR COMPRIMENTO DE ONDA DE LUZ (EM nm) QUE PODE SER USADO PARA EJECTAR  $e^-$  DA SUPERFÍCIE DESSE METAL VIA EFEITO FOTOELÉTRICO?

$$E = 250 \text{ kJ} = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{250 \cdot 10^3 \text{ J}} = 7,96 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 796 \text{ nm}$$

## \* LINHAS ESPECTRAIS E MODELO DE BOHR



ESPECTRO DE EMISSÃO DO H<sub>2</sub>

650 (VERMELHO) 486 (AZUL)

BAHMER, RYDBERG, LYMAN

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$n$  INTEIRO

$n_1 = 1$  (LYMAN - UV)

$n_1 = 2$  (BAHMER - VIS)

$n_1 = 3$  (RYDBERG - INFRAVermelho)

$$\text{LYMAN: } \frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$n$  INTEIRO

$n > 1$

$n = 2, 3, 4, \dots$

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

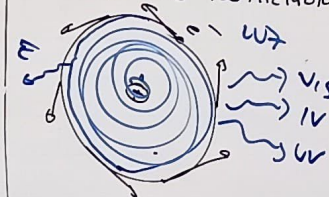
LYMAN:  $n_1 = 1$

$n_2 = 2, 3, 4, \dots$

BAHMER:  $n_1 = 2$

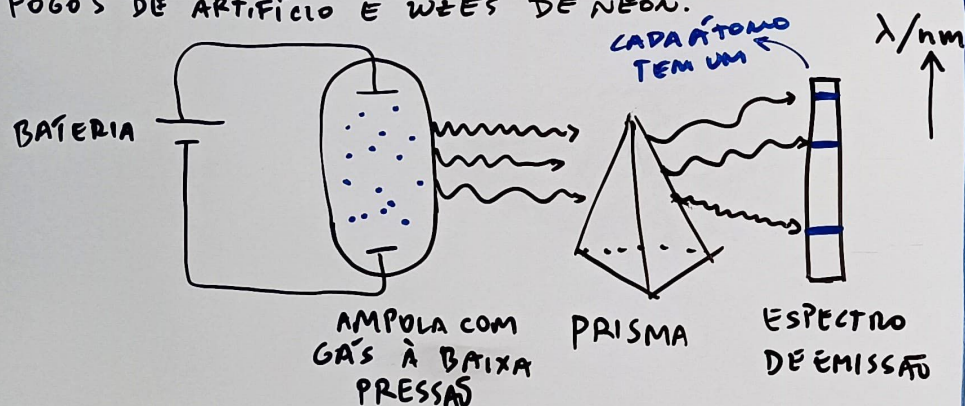
$n_2 = 3, 4, 5, \dots$

ÁTOMO DE RUTHERFORD:



## LINHAS ESPECTRAIS

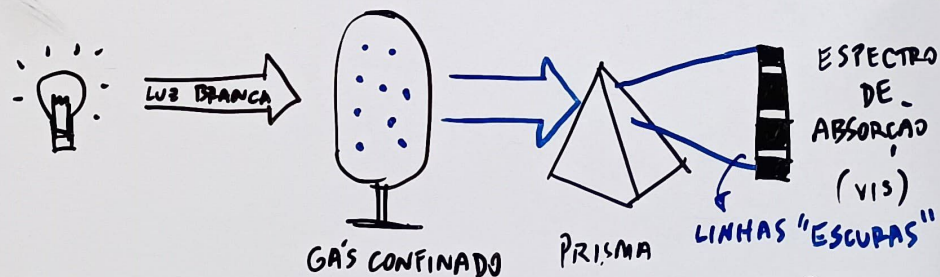
- GASES CONFINADOS EMITEM LUZ CARACTERÍSTICA QUANDO SUBMETIDOS A UMA CORRENTE ELÉTRICA.
- SE LUZ EMITIDA É DECOMPOSTA NOS COMPRIMENTOS DE ONDA QUE A FORMAM (POR MEIO DE UM PRISMA, POR EXEMPLO) GERA-SE UM ESPECTRO DE EMISSÃO PRÓPRIO DO GÁS. ESSE PRINCÍPIO ESTÁ POR TRÁS DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA (LAMPADAS DE SÓDIO), FOGOS DE ARTIFÍCIO E WEBS DE NEON.



- EM UM EXPERIMENTO DIFERENTE, INCIDE-SE LUZ BRANCA NO MESMO GÁS CONFINADO. TAL LUZ APRESENTA TODOS OS DIFERENTES COMPRIMENTOS DE ONDA NA FAIXA DO VISÍVEL. SE USARMOS UM PRISMA, VEREMOS QUE TODAS AS CORES DO ARCO-ÍRIS SE REVELAM NO ESPECTRO DE EMISSÃO, UM CONTÍNUO DE LUZ DE DIFERENTES ENERGÍAS, DE 400 nm A 750 nm.



- SE ESSA LUZ ATRAVESSA O GÁS E DEPOIS TEM SEUS COMPRIMENTOS DE ONDA SEPARADOS, VERIFICA-SE QUE AO INVÉS DO CONTÍNUO DE LUZ ESPERADO EXISTEM ALGUNS COMPRIMENTOS DE ONDA SEM COR. AS MARCAS ESCURAS NO LUGAR MOSTRAM QUE OS FÓTONS DESSES COMPRIMENTOS DE ONDA FORAM ABSORVIDOS PELO GÁS. NÃO POR COINCIDÊNCIA OBSERVA-SE QUE ESSAS LINHAS NO ESPECTRO DE ABSORÇÃO SÃO AS MESMAS ENCONTRADAS NO ESPECTRO DE EMISSÃO. ISSO OCORRE PORQUE O MESMO FENÔMENO PERMEIA OS DOIS.



- ESPECTROS DE ABSORÇÃO FORAM USADOS PARA DETERMINAR A PRESENÇA DE HÉLIO NO SOL, E DE OUTROS ELEMENTOS EM ESTRELAS E PLANETAS.



## \* ESPECTRO DE EMISSÃO DO HIDROGÊNIO

- O ESPECTRO DE EMISSÃO DO HIDROGÊNIO DESEMPENHOU UM PAPEL IMPORTANTE NA EVOLUÇÃO DO NOSSO ENTENDIMENTO DO ÁTOMO, POIS FOI NELE QUE UM MAIOR ESFORÇO FOI EMPREENHIDO PARA EXPLICAR A RELAÇÃO MATEMÁTICA QUE GERAVA SEU ESPECTRO DE EMISSÃO. SUA EMISSÃO OCORRE NÃO SÓ NO VISÍVEL (VIS), MAS TAMBÉM EM FAIXAS DO ULTRAVIOLETA (UV) E DO INFRAVERMELHO (IV). NOTADAMENTE, JOHANN BALMER ANALISOU AS LINHAS DO HIDROGÊNIO NA REGIÃO VISÍVEL DO ESPECTRO, QUE POSSUI UMA EM 650 nm (VERMELHO), OUTRA EM 480 nm (AZUL) E VÁRIAS OUTRAS ABAIXO DE 430 nm (VIOLETAS). ELE NOTOU QUE PODERIA PREVER CADA COMPRIMENTO DE ONDA OBSERVADO A PARTIR DA SEGUINTE EQUAÇÃO:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad n=3,4,5,\dots$$

CONSTANTE DE RYDBERG:  $1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$

SÉRIE DE BALMER

LINHAS DO ESPECTRO DE EMISSÃO DO H

$\lambda / \text{nm}$

VISÍVEL

$$\frac{1}{\lambda_3} = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2} \right) \quad \frac{1}{\lambda_2} = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2} \right) \quad \frac{1}{\lambda_1} = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda_1} = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) = R_H \left( \frac{3^2 - 2^2}{3^2 \cdot 2^2} \right) = R_H \left( \frac{9 - 4}{9 \cdot 4} \right) = \frac{5 R_H}{36}$$

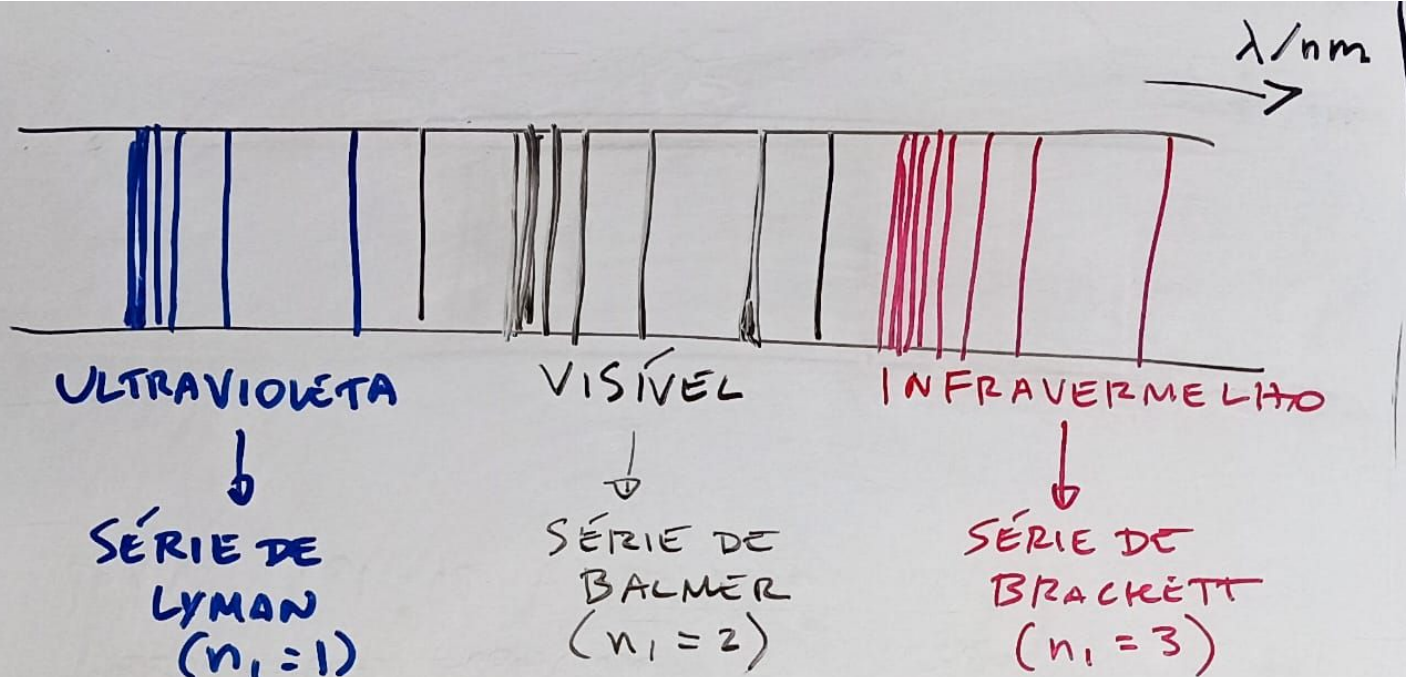
$$\lambda_1 = \frac{36}{5 R_H} = \frac{36}{5 \cdot 1,094 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}} \cdot \left( \frac{10^9 \text{ nm}}{1 \text{ m}} \right) = 656 \text{ nm}$$

- POSTERIORMENTE NOTOU-SE QUE A EQ. DE BALMER PODERIA SER APLICADA À SÉRIES EM OUTRAS REGIÕES DO ESPECTRO DE EMISSÃO DO HIDROGÊNIO: BASTAVA MUDAR O FATOR 2 NA PRIMEIRA FRAÇÃO, E CONTAR OS NOVOS VALORES DE  $m$  (ANÁLOGO AO  $n$ ) A PARTIR DESTA. POR EXEMPLO, NA SÉRIE DE LYMAN, DE EMISSÃO NO UV, SUBSTITUI-SE TAL FATOR POR 1, E CONSIDERA-SE  $m=2,3,\dots$  ( $m$  INTEIRO MAIOR QUE 1):

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

$m=2,3,4,\dots$





• DE UMA MANEIRA GERAL :

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad \begin{array}{l} n_1, n_2 \text{ INTEIROS} \\ n_2 > n_1 \end{array}$$

LYMAN:  $n_1 = 1, n_2 = 2, 3, 4, \dots$

BALMER:  $n_1 = 2, n_2 = 3, 4, 5, \dots$

BRACKETT:  $n_1 = 3, n_2 = 4, 5, 6, \dots$

• APESAR DE UM FEITO NOTÁVEL, A QUÊSTAÕ DO PORQUÊ ESSES PADRÕES MATEMÁTICOS ERAM VERIFICADOS NESSE CASO ESPECÍFICO DO HIDROGÊNIO, E TAMBÉM EM OUTROS, AINDA ESPERARIA ATÉ A CONTRIBUIÇÃO DE NIELS BOHR.