

75%

ajuda Graf 3 | - 15
erros - 5
conclusões - 5

L119 - T8B

Alexandre Filipe Campos Miranda-up202106840

21/03/2022

Trabalho BB

Experiência de Franck-Hertz e determinação da energia de ionização do Xénon

Objetivos

- Análise do funcionamento de uma válvula preenchida com gás Xénon a baixa pressão.
- Determinação experimental das energias de excitação e ionização do átomo de Xénon.

Material

- válvula de gás Xénon.
- circuitos elétricos de ligação.
- fontes de tensão 6,3VAC, 12VDC, 24VDC, 100VDC.
- 3 multímetros.

Procedimento - Primeira energia de excitação

- Montagem do circuito, selecionando a EXPT.1 no painel de montagem, com o afço de utilizar o amplificador modificado para determinar a corrente elétrica.
- Regular a corrente de aquecimento para o valor máximo.
- Variar o potencial acelerador e registrar a corrente que passa na válvula.
- Utilizar análise de dados para obter a energia.

Procedimento - Ionização do Xénon

- Montagem do circuito.
- Selecionar EXPT.2 e regular a corrente de aquecimento para 0,26 A.
- Registrar a corrente para vários valores de potencial acelerador.

- Utilizar análise gráfica para obter o potencial de aceleração limiar e a primeira energia de ionização do Xénon.

[Handwritten signature]

Incertezas do aparelho

- Multímetro digital \rightarrow Voltímetro ($\pm 0,001 \text{ mV}$)
- Multímetro digital \rightarrow Amperímetro ($\pm 1 \mu\text{A}$)
- Multímetro digital \rightarrow Amperímetro ($\pm 0,001 \text{ mA}$)

Falta registro atividade no Lab.

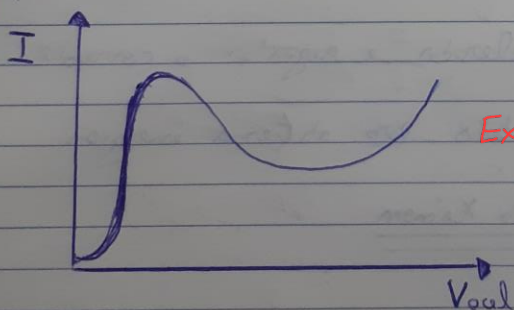
[Handwritten signature]

Energia de excitação

Na zona da grade a energia cinética dos elétrons terá como valor $E_{\text{cin}} = eV_{\text{acel}}$, sendo e o carga do elétron.

Enquanto E_{cin} for menor que a diferença de energias ($\Delta E = E_1 - E_0$), os elétrons não perdem energia por colisões elásticas com os elétrons do gás, porém sendo o gás condutor a perda de energia não é considerável.

Para $E_{\text{cin}} = \Delta E$, as colisões tornam-se inelásticas, ocorrendo transferência de energia dos elétrons do feixe para os elétrons do ~~Xénon~~ Xénon.



logbook não é necessário
Pode ser muito mais
concluinte:

Exemplo:

$$V_{\text{acel}} =$$

$$I =$$

Resultado esperado

[Handwritten signature]
T_{mínimo}

- Mínimo observado da primeira energia de excitação do Xénon:
 $\sim 8,3 \text{ eV}$

Determinação da 1ª energia de excitação da rúmon

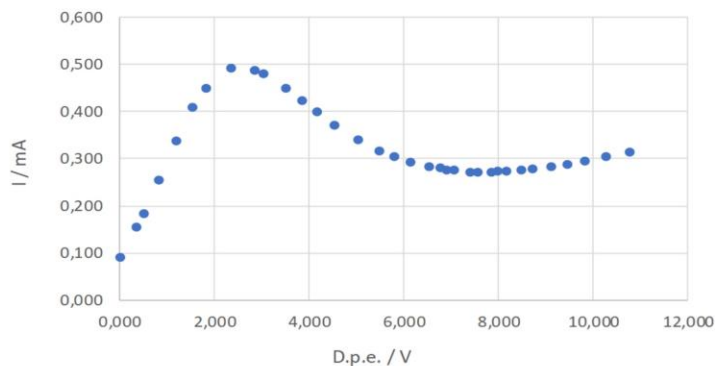


Gráfico 1 - Corrente elétrica que atravessa a válvula em função do potencial de aceleração

Foi aplicada uma diferença de potencial de aceleração (V_{acel}).

Enquanto E_{cim} dos elétrons for menor do que a 1ª energia de excitação, a intensidade da corrente aumenta. Já quando E_{cim} = ΔE, transfere-se energia dos elétrons para os de Hémon, deixando estes de contribuir para ~~a~~ a corrente do ânodo.

A 1ª energia de excitação é correspondente ao mínimo deste gráfico:

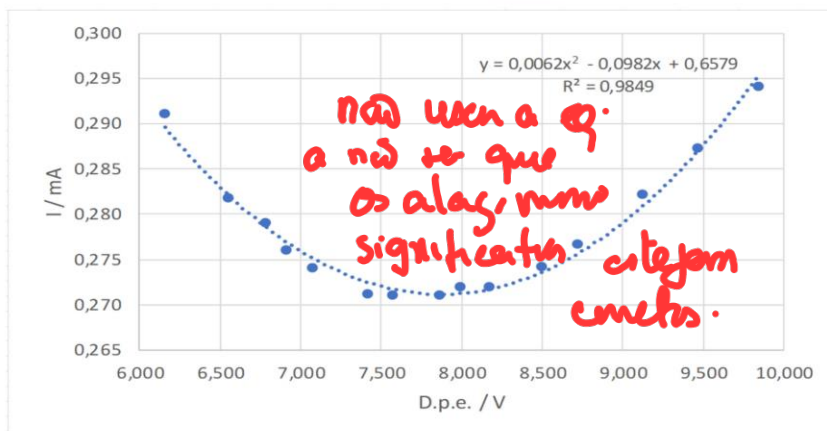


Gráfico 2 - Mínimo de corrente em função do potencial de aceleração

A partir do gráfico obtemos uma equação do tipo
 $y = ax^2 + bx + c$

O mínimo é obtido quando a 1ª derivada é nula:

$$\frac{dy}{dx} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{d(ax^2 + bx + c)}{dx} = 0$$

$$\Rightarrow 2ax + b = 0$$

$$\Rightarrow x = -\frac{1}{2} \frac{b}{a}$$

incerteza $\rightarrow \delta x = x \sqrt{\left(\frac{\delta b}{b}\right)^2 + \left(\frac{\delta a}{a}\right)^2}$ *notação científica*

<i>unidades:</i>	a	b	c
valor	0,006235	-0,09821	0,657889
incerteza	0,000229	0,003681	0,014567
ajuste	0,984905	0,000999	#N/D

Tabela 1 - Dados da regressão quadrática do gráfico 2

$$\therefore x = -\frac{-0,09821}{2 \times 0,006235} = 7,8757 \text{ V} \approx 7,9 \text{ V}$$

$$\delta x = 7,8757 \sqrt{\left(\frac{0,003681}{-0,09821}\right)^2 + \left(\frac{0,000229}{0,006235}\right)^2}$$

$$= 0,409 \text{ V} \approx 0,4 \text{ V}$$

$$x = (7,9 \pm 0,4) \text{ V}$$

$$Er = \frac{|7,9 - 8,3|}{8,3} \times 100$$

$$= 4,8\%$$

$|7,9 - 8,3| = 0,4$
 compare com incerteza.

Energia pode ser fixada

em eV.

A 1ª energia de excitação do vácuo zero:

$$E_c = 1,602 \times 10^{-19} \times 7,9$$

$$= 1,27 \times 10^{-18}$$

$$E_c = (1,3 \pm 0,1) \times 10^{-18}$$

$$\Delta E = 1,27 \times 10^{-18} \left(\frac{0,4}{7,9} \right)$$

$$= 6,43 \times 10^{-20}$$

$$\approx 1 \times 10^{-19}$$

confusão: relativo absoluto.

1- Na posição da grade a velocidade dos elétrons e^- :

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \quad (\Rightarrow) \quad v = \sqrt{\frac{2 E_c}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 1,3 \times 10^{-18}}{9,109 \times 10^{-31}}}$$

$$= 1,7 \times 10^6 \text{ m/s}$$

2- Assumindo a distância entre o ânodo e o cátodo como 2 mm:

Seja E , campo elétrico, constante:

$$V = E d \quad (\Rightarrow) \quad E = \frac{V}{d}$$

Isto só é relevante para um hipotético V .

$$F = e E \quad (\Rightarrow) \quad m a = e E$$

$$(\Rightarrow) \quad a = \frac{e V}{m d}$$

$$a = \frac{1,602 \times 10^{-19} \times 7,9}{9,109 \times 10^{-31} \times 2 \times 10^{-3}} = 6,95 \times 10^{14} \text{ m/s}^2$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2 \rightarrow \frac{a}{g} = \frac{6,95 \times 10^{14}}{9,8} \approx \frac{10^{15}}{10} = 10^{14}$$

A aceleração dos elétrons quando chocam inelasticamente com os átomos de vácuo e^- por volta de 10^{14} vezes maior do que a aceleração da gravidade. Este valor é justificável, uma vez que as forças elétricas são muito fortes, sendo necessárias grandes acelerações para fazer um elétron deixar um nível de energia estável.

3- Frequência da radiação

$$E = hf \Rightarrow f = \frac{E}{h}$$

$$f = \frac{1,3 \times 10^{-18}}{6,625 \times 10^{-34}} = 1,96 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

Quando os átomos excitados regressam ao estado fundamental emitem radiação eletromagnética com frequência na ordem dos 10^{15} Hz. Esta frequência inclui a radiação ultravioleta, que poderia ser detetada com um painel fotovoltaico.

4- *

Energia de ionização

V_{cut} , potencial retardador, será suficientemente grande de forma a que os eletrões do feixe sejam retardados e ao mesmo tempo sejam acelerados os átomos ionizados resultantes.



A energia de ionização obtém-se com a seguinte expressão:

$$E_i = 1e \cdot V_{\text{cut, limiar}}$$

1ª energia de ionização do Xénon $\sim 12 \text{ eV}$

Determinação da energia de ionização do átomo de Xénon

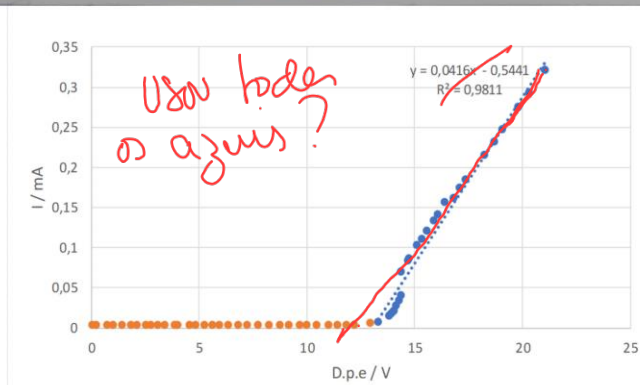


Gráfico 3 – Gráfico da corrente em função do potencial de aceleração com um potencial retardador elevado

m	0,04162	-0,5441	b
Δm	0,001155	0,0190	Δb
r^2	0,981125	0,014033	σ_y

Tabela 2 - Dados da regressão linear do gráfico 3

Neste caso, o valor que se considera é o valor de potencial de aceleração para corrente de ionização nula. Assim, fazemos-se o método de ajuste e obtem-se o valor de x para $y=0$.

$$y=0 \Rightarrow 0,04162x - 0,5441 = 0$$

$$\Rightarrow x = \frac{0,5441}{0,04162}$$

$$\Rightarrow x = 13,07 \text{ V}$$

$$\delta x = 13,07 \sqrt{\left(\frac{0,001155}{0,04162}\right)^2 + \left(\frac{0,0190}{-0,5441}\right)^2}$$

$$= 0,67 \text{ V}$$

$$\therefore x = (13,07 \pm 0,67) \text{ V}$$

$$E_r(\%) = \frac{|13,07 - 12|}{12} \times 100$$

$$= 8,9\%$$

Não tem o fuso
nos resultados.

Não diz quais valores
vale no ajuste?

5- Energia de ionização

$$E_i = |eV|$$

$$= |1,602 \times 10^{-19} \times 13,07|$$

$$= 2,09 \times 10^{-18} \text{ J}$$

Não parece ter
feito uma boa
escala

$$\Delta E = 2,09 \times 10^{-18} \left(\frac{0,67}{13,07} \right) = 1,07 \times 10^{-19}$$

$$\therefore E_i = (2,09 \pm 0,11) \times 10^{-18} \text{ J}$$

5- Velocidade dos elétrons

$$E_e = \frac{1}{2} m v^2 \quad (\Rightarrow) \quad v = \sqrt{\frac{2E_e}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 2,09 \times 10^{-18}}{9,109 \times 10^{-31}}}$$

$$= 2,1 \times 10^6 \text{ m/s}$$

6- Frequência da radiação

$$E = hf \quad (\Rightarrow) \quad f = \frac{E}{h}$$

$$f = \frac{2,09 \times 10^{-18}}{6,625 \times 10^{-34}} = 3,16 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

Radiação eletromagnética na ordem dos 10^{15} , ou seja,
emissão de radiação da gama do ultravioleta.

*4 - Mínimo da curva

Após atingir uma certa energia cinética, as colisões dos elétrons com os átomos de Xênon passam a ser elásticas, ocorre então a transferência da energia para os átomos de Xênon ~~diminuindo~~ diminuindo a velocidade dos elétrons.

Porém, alguns ~~elétrons~~ conseguem chegar ao ânodo, daí a corrente não ser nula.

Dado o ~~seu~~ aumento contínuo da voltagem, ~~esta~~ estabelece-se a energia suficiente para que ~~todos~~ todos os elétrons consigam chegar ao ânodo novamente, sendo atingido o mínimo do gráfico.

Conclusões

A experiência de Franck - Hertz ~~permite~~ ^{relativo} ~~permite~~ determinar a 1ª energia de ~~excitação~~ ^{excitação} do átomo de Xênon ($11,3 \pm 0,1 \times 10^{-18} \text{ J}$) com erro de 4,8%. Determinou-se que a energia emitida na desexcitação dos átomos é na gama do ultravioleta.

Quanto à energia de ionização do átomo de Xênon, obteve-se um valor de $(2,09 \pm 0,11) \times 10^{-18} \text{ J}$ com erro de 8,9%. Novamente, verificou-se que a energia necessária para ionizar os átomos é da gama dos ultravioletas.

Os valores obtidos foram próximos dos esperados. Os erros obtidos devem-se à possibilidade ~~de~~ de erros na leitura dos valores experimentais, bem como na manuseamento do painel de montagem. Também é importante referir que ~~a~~ o ~~tratamento~~ tratamento de todos também pode ter influência nos valores obtidos.

Conclusão muito genérica. Mal fundamentada. Ignor incertezas

