

Sérgio Sousa - Protocolo Experimental PL6 20/05/2021

T8B - Experiência de Franck Hertz e Grupo 4
determinação de energia de ionização do xénon

Cuidados a ter e preparações necessárias:

- Verificar o circuito antes de aplicar tensão sobre o mesmo.
- Registo dos instrumentos de medida utilizados e verificação do material necessário. ~~Seus~~ suas medidas e
- Elaboração prévia e permanente de registo ("logbook" e Excel).

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.

Procedimento experimental.

Material necessário.

- Montagem integrada, contendo válvula de gás de xénon
- Fontes de tensão com saídas: 6,3V_{AC}, 12V_{DC}, 25V_{DC}, 1kV_{DC}
- 3 Multímetros para medição de correntes e tensões.

Fase 1: - Primeira energia de excitação de átomos de xénon

1 - Efetuar as ligações elétricas indicadas pelo protocolo experimental indicado pelo docente.

2 - selecionar a experiência 1 (EXPT. 1) no ~~software~~ no interruptor existente no painel da montagem, com a opção de utilizar o amplificador Picon para a determinação da corrente elétrica que atravessa o vértice.

3- Regular a constante de aquecimento pra o valor máximo.

4- Variando o potencial de entrada, registra o corrente que atravessa o vlvulo.

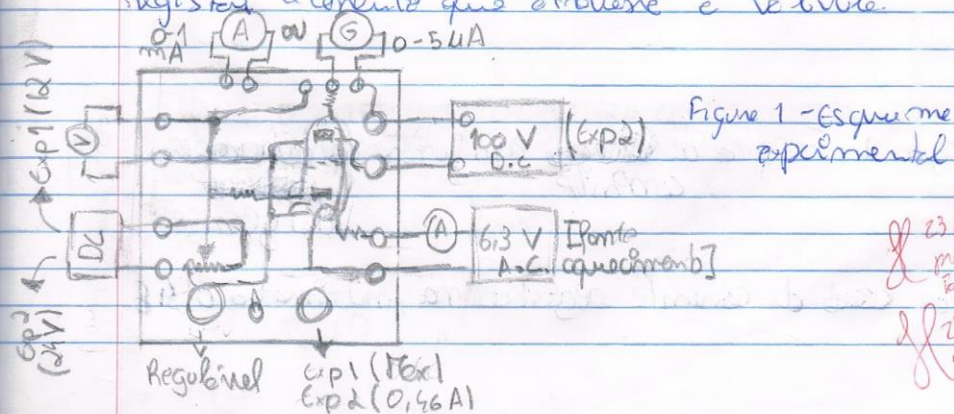
Fase 2: Energia de ionização de átomos de xénon.

1- Montar os circuitos de acordo com a figura 2 do protocolo indicado pelo docente.

2- selecionar a experiência 2 (ex PT. 2)

3- Regular e conteúdo de aquecimento para aproximadamente 0,46 A.

4- Para vários valores de potencial acelerador, registre a corrente que estrouxe e vibride.



23/05
mef.
iab PC

23/05
quad
pe

Montagem integrada: produzida em "J. Pomo LDA" (1017)
 Multímetro digital: "3966A Digital Multimeter" H. P. (Vlt)
 Multímetro digital: "122 Microvolt Keithley" (Amp)
 Multímetro digital pontual: "Kaise H469" (Vlt)
 Gerador de tensão: Não ~~registra~~ ~~menor~~ no aparelho
 Gerador de tensão do aquecimento: "LEYBOLD 6521.65"

Análise de dados 27/05/2022.

Fase 1: Primeira energia de excitação do xenônio.

Devido à elevada coleção amostral obtida (cerca de 90
 "pontos" / linhas) obtidos em parte pelo auxílio do
 vídeo gravado no laboratório, não foi elaborada nenhuma
 tabela com valores devido à sua similaridade com
 análise experimental. [90 pares de valores]

No entanto foram construídos os gráficos seguintes
 com base na tabela referida:

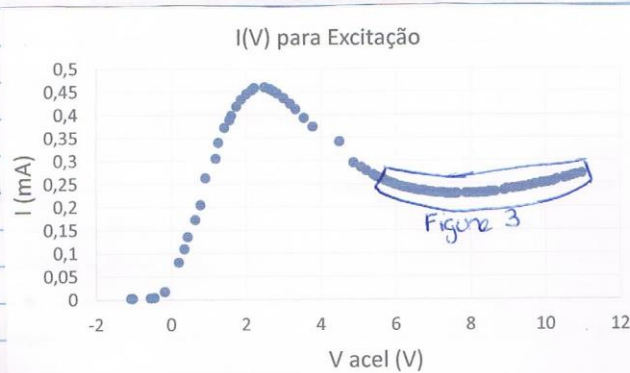


Figura 2 - Gráfico de ~~Voltagem~~ em função da ~~composição~~
 corrente ~~composição~~
 Voltagem

Valor ~~corrente~~ de corrente registado no multímetro 0,48

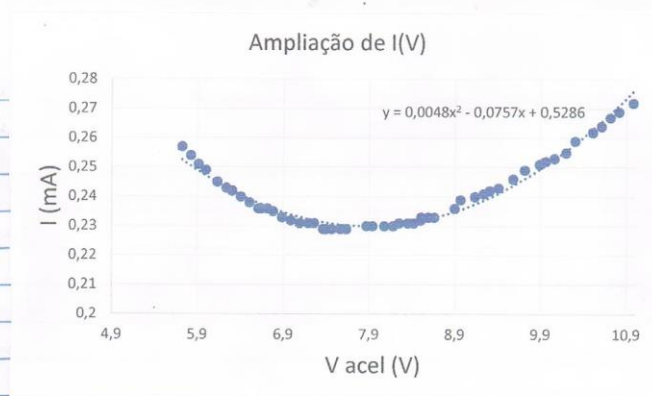


Figure 3 - Ampliação parcial do gráfico de figure 2

Matriz de ajuste			
Coefficientes	0,00480	-0,076	0,529
Incertezas	0,00012	0,002	0,008
r^2	0,978	0,001812	#N/D

Vmin	7,883408
u(Vmin)	0,285058
V referencia	8,3
Erro %	5,02%

Figure 4 - Ajuste do gráfico de fig 3 Figure 5 - Resultados finais

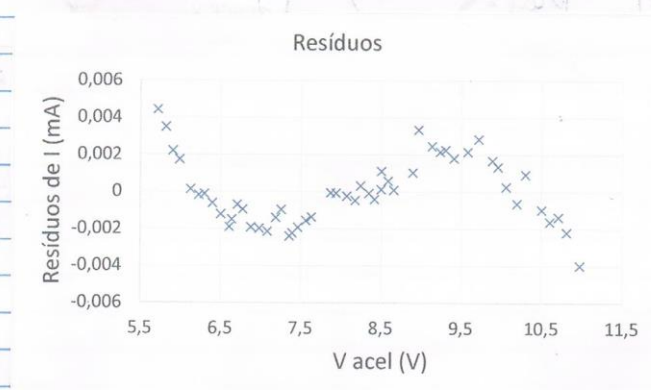


Figure 6 - Resíduos relativos ao gráfico de figure 3

Figure

Sabendo que ~~o~~ o valor ^{referência} ~~obtido~~ para a ~~energia~~ voltagem necessária para ionizar o oxigênio considerado é de 8,3 eV, podemos calcular o valor usando o mínimo obtido do gráfico de Figure 3.

$$p(x) = 0,0048x^2 - 0,0760x + 0,5290.$$

$$p'(x) = 0,0096x - 0,0760 \quad \left. \begin{array}{l} p'(x) \\ p'(x) \end{array} \right\} = 0 \rightarrow \text{Mínimo.}$$

$$\text{Logo } 0,0096x - 0,0760 = 0.$$

$$x = 7,8834. \rightarrow \text{erro de } 5,02\%$$

Podemos assim calcular a incerteza ~~Figura~~ do resultado obtido através de propagação das incertezas (Figure 5).

$$\begin{aligned} \Delta \mu(V_{\min}) &= \sqrt{\left(\frac{\partial V_{\min}}{\partial \cos^2 x} \mu(\cos^2 x)\right)^2 + \left(\frac{\partial V_{\min}}{\partial \cos x} \mu(\cos x)\right)^2} \\ \begin{array}{l} a \rightarrow \cos^2 x \\ b \rightarrow \cos x \end{array} & \\ &= \sqrt{(b \times 2 / (2 \times a)^2 \times \mu(a))^2 + (- (a \times 2 / (2 \times a)^2) \times \mu(b))^2} \end{aligned}$$

obtivemos um valor de 0,2851 eV que corresponde a uma incerteza % relativa de 3,62%.

Os resíduos de Figure 6 são relativos aos últimos 52 valores de voltagem registada que correspondem o grupo de valores mostrados em no gráfico de Figure 3.

Os resíduos ~~apresentam~~ mostram uma das tendências oscilatórias. Isto deve-se a erros cometidos no registo de valores e a fatores que não conseguimos identificar.

Fase 2: Energia de ionização do átomo de xênio.

Nesta parte da experiência foram realizadas 81 pares de valores e semelhante à primeira parte da experiência não foi colocada a tabela amostral devido à sua extensão e imprecisão.

Assim, foram efetuados os ~~valores~~ gráficos seguintes recorrendo à tabela referida:

Valor de corrente registado: 0,56 A [de acordo com o ^{teste} modelo]

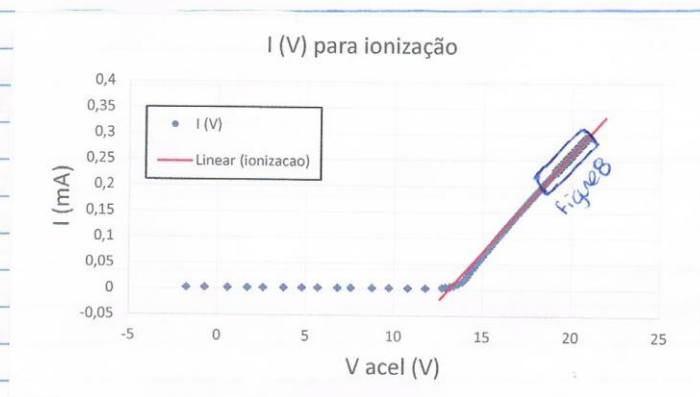


Figura 7 - Gráfico de corrente em função de Voltagem

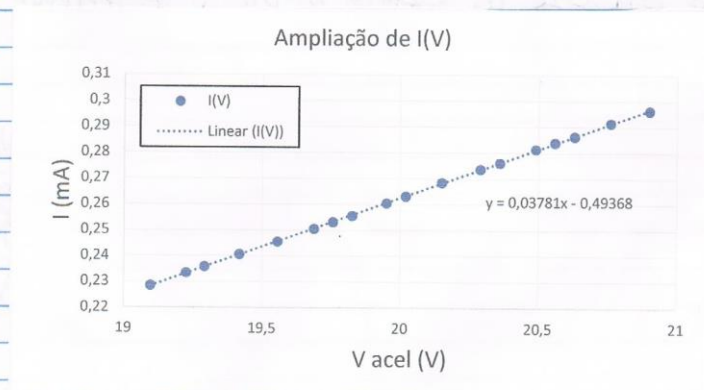


Figura 8 - Gráfico de ampliação parcial do gráfico de figura 7

Matriz de Ajuste			
m	0,037814399	-0,49368	b
u(m)	9,20863E-05	0,001842	u(b)
r^2	0,999905124	0,00021	sy

V ioniz exp	13,05537
V ioniz ref	12,1299
Erro %	7,63%

Figura 9 - Ajuste do gráfico 8

Figura 10 - Resultados
Pinet

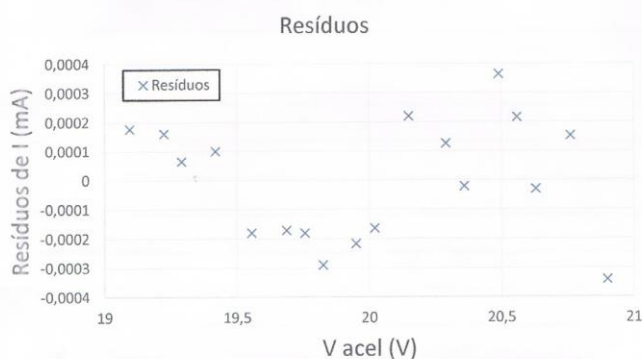


Figura 11 - Resíduos relativos ao gráfico de
Figura 8.

• AA. Pela análise do gráfico de figura 7 podemos perceber que obtivemos resultados dentro do esperado, obtendo 2 seções, uma horizontal e uma diagonal.

Para obter o determinante a energia de ionização do xenon foi feita uma ampliação dos últimos 18 valores que correspondem à melhor linearização encontrada (Figura 8). Obtivemos assim um valor de 0,999905 para o r^2 e os resíduos do gráfico de figura 11 são claramente aleatórios, o que comprova que a linearização foi feita corretamente.

Como só foi possível registar os valores para um máximo de 20,9 V do ímvel do suposto 24 V (por ~~condições~~ condições limitadas) dos aparelhos do laboratório a linearização não foi tão boa como o esperado.

Sabendo que o valor de Energia de Ionização corresponde ao ~~parâmetro~~ termo de reb da regressão linear.

Assim, obtivemos um valor de 13,054 eV.

Para calcular o erro % relativo usamos um valor de referência de 12,1299 eV, obtendo um erro de 7,63%.

Para calcular a incerteza % relativa foi usada a propagação de incerteza.

m \rightarrow declive
b \rightarrow ordenada no eixo y \rightarrow figura 9.

$$\begin{aligned} u(E_i) &= \sqrt{\left(\frac{\partial E_i}{\partial m} u(m)\right)^2 + \left(\frac{\partial E_i}{\partial b} u(b)\right)^2} \\ &= \sqrt{(b/m^2 \times u(m))^2 + (-1/m \times u(b))^2} \end{aligned}$$

obtivemos assim uma incerteza de: 0,05

que corresponde a uma incerteza % relativa de 0,45%.

Valor de referência fonte: <https://nuclear-power.com/xenon-affinity-electronegativity-ionization>

consultado em 27/05/2022 às 18:32.

conclusões

Resultados finais:

Fase 1: Energia de excitação = $(7,883 \pm 0,285) \text{ eV}$
↳ erro de 5,02%.

Fase 2: Energia de Ionização = $(13,05 \pm 0,050) \text{ eV}$
↳ erro de 7,63%.

Resposta Questões formuladas.

1.

$E_{\text{exc}}^{\text{ref}}$ → Energia excitação referencial.

$E_{\text{exc}}^{\text{exp}}$ → Energia excitação experimental.

$$E_{\text{exc}}^{\text{ref}} = 8,3 \times (1,6 \times 10^{-19}) = 1,3 \times 10^{-18} \text{ J.}$$

$$E_e = \frac{1}{2} m_e v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_e}{m_e}} \rightarrow 9,1 \times 10^{-31} \text{ Kg.}$$

$$v = \frac{\sqrt{2 \times (1,3 \times 10^{-18})}}{9,1 \times 10^{-31}} \approx 1,7 \times 10^6 \text{ m/s}$$

Assim obtive-se experimentalmente.

$$E_{\text{exc}}^{\text{exp}} = 7,88 \times (1,6 \times 10^{-19}) = 1,26 \times 10^{-18} \text{ J.}$$

↓
Próximo ao
valor teórico

$$2. a = \frac{E_{\text{expt}}}{m_e \cdot c \cdot \lambda} = \frac{1,3 \times 10^{-18}}{9,1 \times 10^{-31}} = 7,6 \times 10^{14} \text{ m/s}^2$$

↓
como $F_e \gg F_g$
↓
 $7,6 \times 10^{14} \gg 9,8 \times 10^0$

3.

$$f = \frac{E_{\text{expt}}}{h} = \frac{1,3 \times 10^{-18}}{6,626 \times 10^{-34}} \approx 2,0 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

↓

Radiação UV.

4.

O mínimo encontrado no gráfico de figura 3 corresponde ao expo. moment. em que os elétrons colidem em maior número com os átomos de Xe, com de tal modo que existe os elétrons de valência. Assim, os elétrons perdem E_c pelo que perem de contribuir para o valor de corrente, observando-se por sua vez um valor mínimo de corrente. Contudo, os elétrons não atingem a grade todos com a mesma velocidade. Logo, os E_c não serão iguais para todos. A energia necessária para ionizarem com os átomos de Xe.

Por fim, no gráfico de $I (V_{\text{cat}})$ podemos observar uma diminuição de corrente depois do mínimo.

5.

$$E_{\text{ion,ref}} = 12,00 \times (1,6 \times 10^{-19}) = 1,9 \times 10^{-18} \text{ J (reference)}$$

$$E_{\text{ion,exp}} = 13,06 \times (1,6 \times 10^{-19}) = 2,1 \times 10^{-18} \text{ J (experimental)}$$

como $E_c = E_{\text{ion}}$ $V_T = \sqrt{\frac{2 \times 1,9 \times 10^{-18}}{9,1 \times 10^{-31}}} \approx 2,0 \times 10^7 \text{ m/s}^2$ (reference)

$$6. f = \frac{E_{\text{ion}}}{h} \approx \frac{2,1 \times 10^{-18}}{6,626 \times 10^{-34}} \approx 3,2 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

UV.

$$V_T = \sqrt{\frac{2 \times (2,1 \times 10^{-18})}{9,1 \times 10^{-31}}} \approx 2,1 \times 10^7 \text{ m/s}^2 \text{ (exp)}$$