

Ditar para o R^2 não pode ser o único critério. Um afunil com 2 pontas tem $R^2=1$

80

T8B

Lab. de Física I

03/2022

~~É preciso ver grafos e resultados em gamma~~

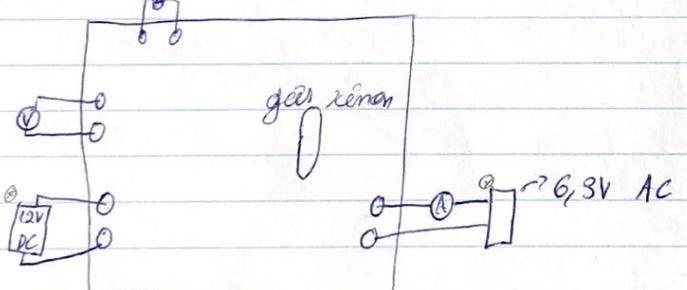
Grupo 7
PL 6

Experiência de Franck-Hertz
determinação da energia de ionização do xérion
+ ~~afuniladas~~

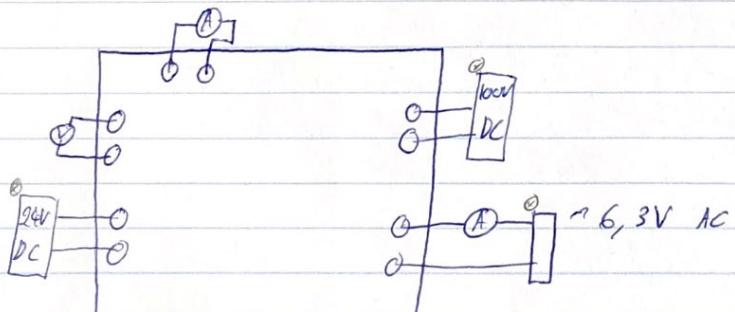
Objetivos

- Determinar experimentalmente as energias de excitação e de ionização do xérion.
- Estudar o funcionamento de um veículo preenchido com gás xérion a baixa pressão

Esquema da Experiência



Montagem adicional experiência 1



Fontes de tensão Montagem adicional experiência 2

Procedimento Experimental

Parte A

A1 ~~Efectuar~~ Efectuar a montagem adicional para a experiência 1, utilizando como base a o ~~fundamento~~ ~~assunto~~ o ~~explicativa~~ painel de montagem.

A2

Selecionar experiência 1 no derido interruptor (EXPT. 1) e ligar o amplificador incorporado para a determinação do efeito elétrico que atuaessa a válvula

A3 Regular a corrente de aquecimento para o máximo. → Feito!

A4 Variar o potencial acelerador e registar a respectiva corrente que atuaessa a válvula.

A5 Repetir o passo A4 de forma a ser possivel fazer um estudo gráfico da função $I(V_{acel})$.

- Determinar o minimo da função num intervalo em torno da energia de excitação preestabelecida, usando um ajuste polinomial de segundo grau.

- Determinar a primeira energia de excitação do xenon

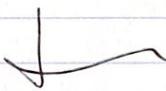
Parte B

B1. Efectuar a montagem adicional para a experiência 2.

B2. Alterar a seleção da experiência para EXPT. 2 e regular o corrente de aquecimento para cerca de $0,46\text{A}$.

B3. Repetir o passo A4. para este montagem experimental!

B4. Fazer a análise gráfica dos dados obtidos e determinar o potencial de aceleração limiar e a 1º energia de ionização do xénio



Registo de Dados - 28/03/2022

Montagem do experiência 1 (Parte A). Usamos:

Escala 10A • Multímetro digital como amperímetro junto do gerador de $6,3\text{V AC}$ (KAISE MY64)

Escala 2mA • Multímetro digital KEITHLEY 177 Microvolt DMM na entrada do painel de montagem "mA meter", faz medir I.

On

Escala 20V • Multímetro digital 3466A by para medir o tensão de ~~acel~~ aceleração, Vacel.

• fizemos um varrimento dos valores de Vacel e usan para determinar as escalas e a zona onde está o minimo

Variamento: 0,267 mA mínimo

Os valores que
não couberam
foram registrados
em Excel

Experiência 1:

V_{acel} / V ($\pm 0,001V$)	I / mA ($\pm 0,0001mA$)
0,059	0,0996
0,093	0,1070
0,124	0,1141
0,264	0,1453
0,571	0,2167
0,8016	0,2732
0,787	0,2721
1,185	0,3610
1,355	0,3926
1,541	0,4218
1,774	0,4527
2,027	0,4787
2,342	0,4931
2,842	0,4886
3,058	0,4794
3,364	0,4607
3,534	0,4485
3,822	0,4252
4,181	0,3960
4,420	0,3763
4,658	0,3590
5,033	0,3344
5,135	0,3282
5,340	0,3169
5,476	0,3105
5,578	0,3088
5,680	0,3044
5,816	0,2991
5,953	0,2942
6,055	0,2908
6,145	0,2880
6,226	0,2859
9,777	0,2880
9,980	0,2912

Cuidados que temos:

- Registar mais frequentemente pontos ~~no~~ no proximidade do mínimo da função.
- Esperar que os valores estabilizassem antes de os ler (sendo que muitas vezes estes continuaram a oscilar $\pm 1\text{a }3$ dígitos no menor canto decimal).
- Representarmos graficamente os dados obtidos à medida que os registamos, e verificando que o gráfico obtido ~~sempre~~ ~~era~~ tinha a forma esperada.

Variamento: A partir de 12V aumenta o valor de I

Experiência 2:

Volt / V ($\pm 0,001\text{V}$)

I / mA ($\pm 0,0001\text{mA}$)

0,129	13,042	0,0028	0,0049
1,152	13,197	0,0028	0,0058
2,389	13,355	0,0028	0,0067
3,608	13,515	0,0028	0,0087
4,860	13,640	0,0028	0,0106
5,994	13,886	0,0029	0,0154
7,220	14,060	0,0028	0,0215
8,427	14,218	0,0028	0,0316
9,626	14,430	0,0029	0,0429
10,828	14,619	0,0029	0,0522
11,556	14,855	0,0029	0,0636
11,926	15,033	0,0029	0,0721
12,063	15,273	0,0029	0,0832
12,199	15,454	0,0030	0,0915
12,381	15,696	0,0031	0,1024
12,537	15,880	0,0033	0,1104
12,671	16,186	0,0036	0,1240
12,804	16,310	0,0039	0,1294

O resto dos valores foi registado em Excel

Cuidados que temos:

- Para V_{acel} > 20V alteramos a escala do respetivo multímetro para 200V.
- Registarmos mais valores junto do ponto em que se altera o comportamento e tendêncio do gráfico, para melhor a compreender
- Registarmos a temperatura do filamento para 0.46°A , valor que se manteve ao longo da experiência

J

Análise dos Dados

Experiência 1 / Parte A (Gráfico 1 no final)

Para analizarmos estes dados graficamente reorganizarmos os pontos em termo do mínimo fazemos um ajuste polinomial de 2º grau. Usando o Excel obtemos:

Ajuste Polinomial		
0,0098	-0,149	0,83
0,0002	0,003	0,01
R^2 : 0,9980	0,00034011	#N/A
5503,44	22	#N/A
0,00127	2,5449E-06	#N/A

→ Escolhi a janela que parecia mais parabólico e fui adicionando e retirando pontos até ter elevado R^2

Nos gráficos seguintes não são resheets barra de incerteza pois estes, são muito pequenas (baixo erro de leitura relativa), não sendo resheets na escala escalhada.

Novo
limite
cating

T8B

Os pontos estão dispersos ao longo do gama de valores próximo do mínimo em número suficiente para ser clara a tendência quadrática.

Gráfico I(U) EXPT 1 - Zona Polinomial

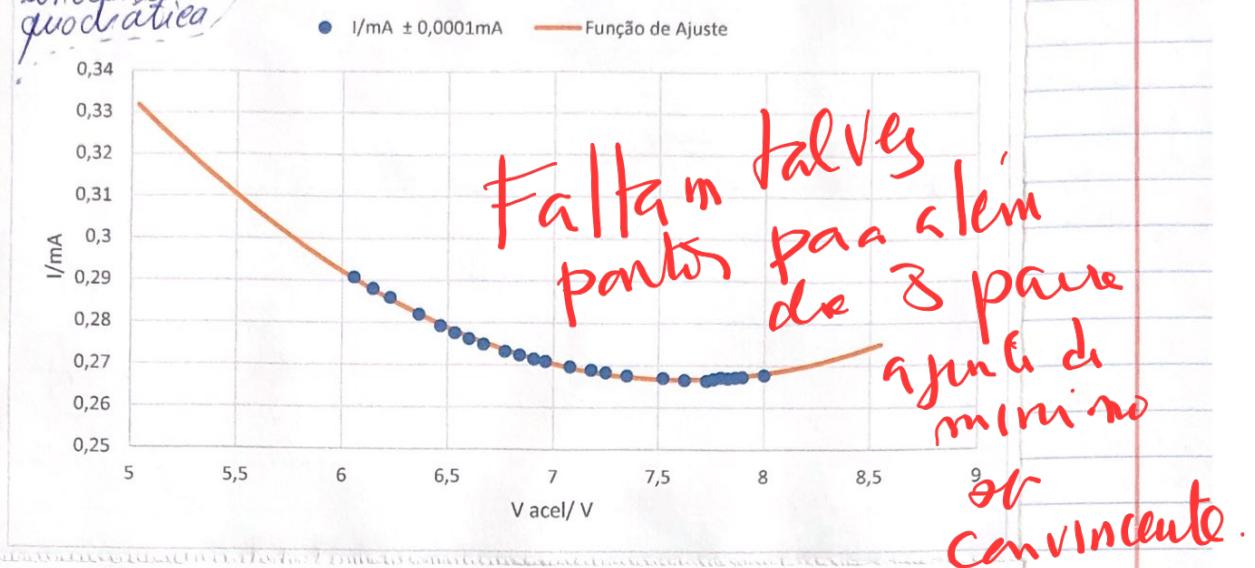
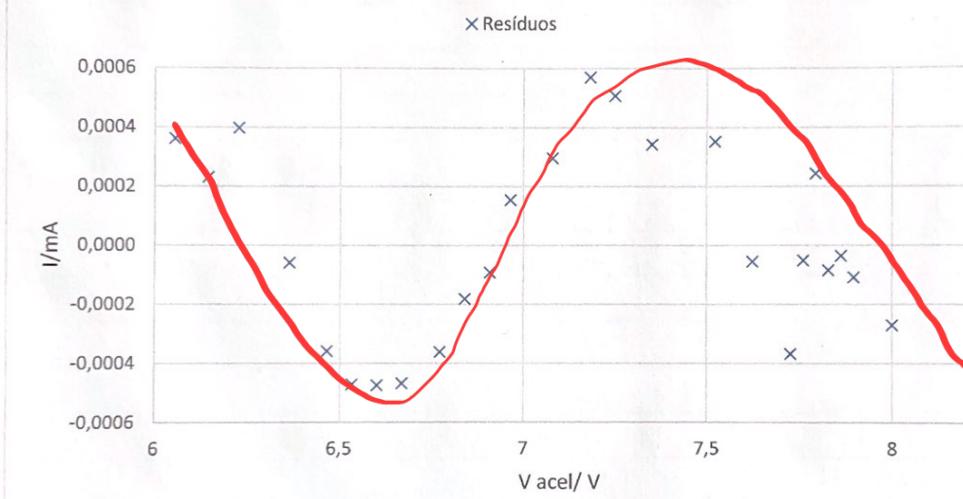


Gráfico I(U) EXPT 1 - Resíduos



A função de ajuste é, então:

$$f(x) = \frac{a}{x^2} - \frac{b}{x} + c$$

$$u(a) = 0,0002$$

$$u(b) = 0,003$$

$$u(c) = 0,01$$

As resíduos são aleatórias e com ordem de grandeza muito inferior aos dados.

os resíduos mostram uma tendência oscilante clara

Como é do tipo $ax^2 + bx + c$ o seu mínimo é dado por:

$$f'(x_{\min}) = 0 \quad (\text{apenas acontece para um valor de } x_{\min} \text{ se } a > 0)$$

$$\Rightarrow 2ax_{\min} + b = 0 \Leftrightarrow x_{\min} = -\frac{b}{2a} \quad (V)$$

$$u(x_{\min}) = \sqrt{\left(\frac{2x_{\min}}{2a}\right)^2 u^2(a) + \left(\frac{2x_{\min}}{2b}\right) u^2(b)} = \\ = \sqrt{\left(\frac{b}{2a^2}\right)^2 u^2(a) + \left(\frac{1}{2a}\right)^2 u^2(b)} \quad (VI)$$

Utilizando o Excel, ficamos a saber que:

$$x_{\min} = (7,6 \pm 0,2) V$$

Logo a energia de excitação obtida para o xérónio é de $(7,6 \pm 0,2) \text{ eV}$

Experiência 2/ Parte B (Gráfico 2 no final)

Pedra

Para analisar os dados da parte B faremos um ajuste linear à zona linear do gráfico obtido;

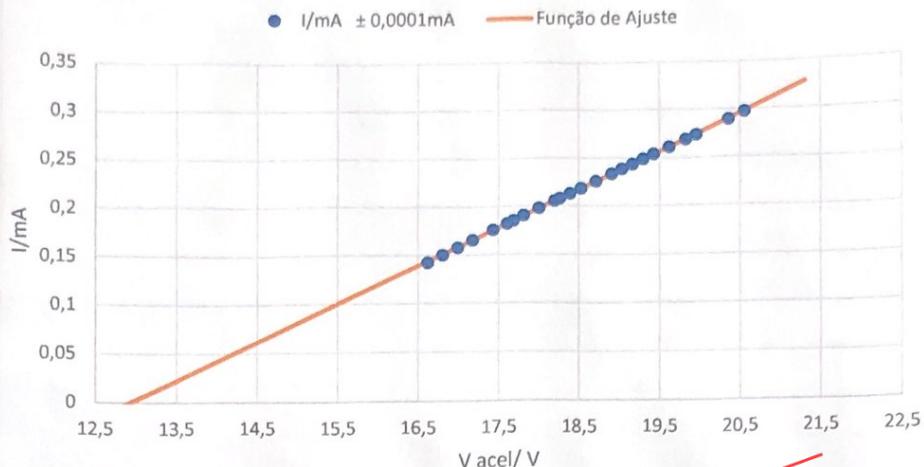
Ajuste Linear

0,0391	-0,506
0,0001	0,002
0,9999	0,000457
213571,308	22
0,04460422	4,59469E-06

Nos gráficos seguintes, as barras de incerteza não são levadas na escala escolhida

T8B

Gráfico I(U) EXPT 2 - Zona Linear



Tendência
Linear
clara

?

Conclui

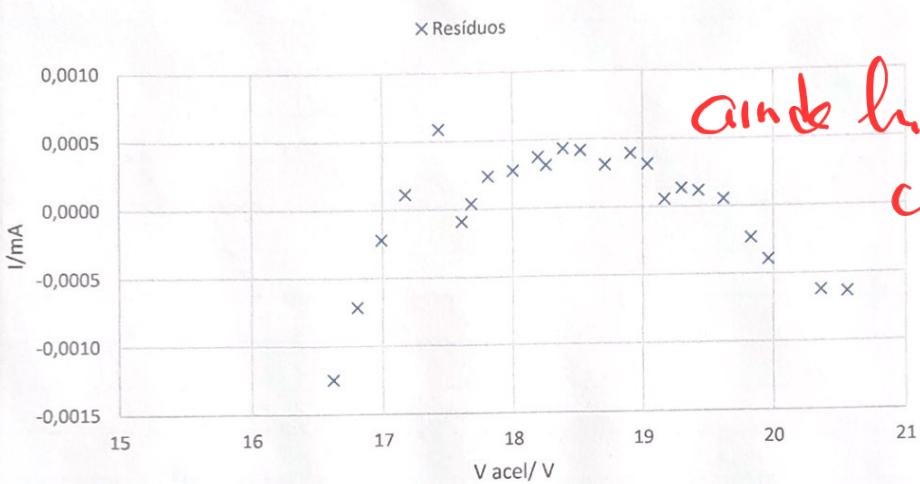
Dados

do

trinâo

Incertezas

Gráfico I(U) EXPT 2 - Resíduos



ainda há algumas curvatura.

círculo h' comelado

Tal como na experiência 1, os resíduos não aleatórios e de ordem de grandeza menor que as dadas (10^{-3} cerca de 10^{-2}) comparado com 10^{-1} .

A reta de ajuste tem equação:

$$y = mx + b = 0,0391x - 0,506$$

$$u(m) = 0,0001$$

$$u(b) = 0,002$$

O ponto de intersecção da reta com o eixo U , é dado por:

$$y = 0 \Rightarrow m x_0 + b = 0 \Rightarrow -\frac{b}{m} = x_0 \quad (V)$$

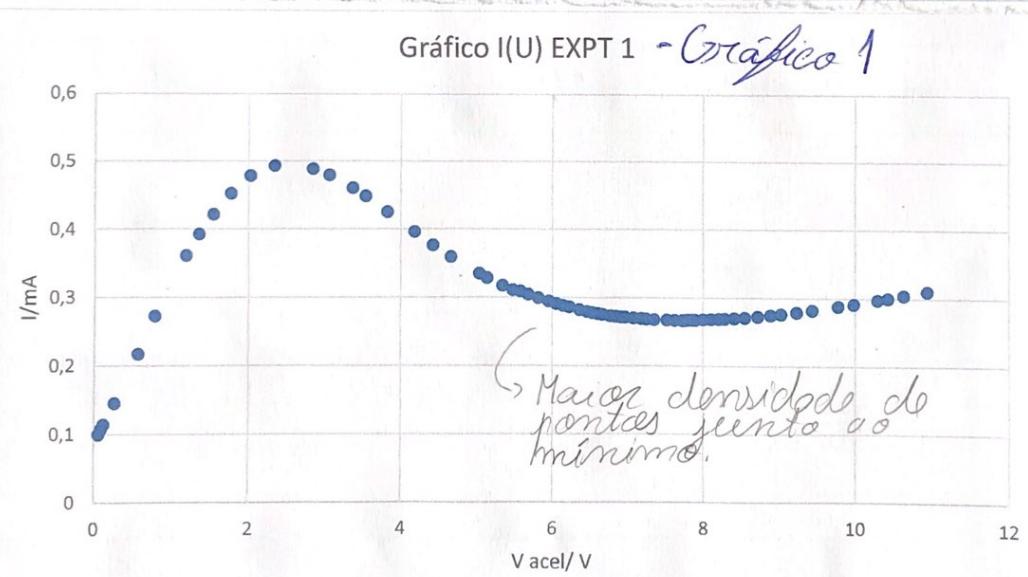
$$u(x_0) = \sqrt{\left(\frac{2x_0}{m}\right)^2 u^2(m) + \left(\frac{2x_0}{b}\right)^2 u^2(b)} = \\ = \sqrt{\left(\frac{b}{m^2}\right)^2 u^2(m) + \left(\frac{1}{m}\right)^2 u^2(b)} \neq (V)$$

Utilizando o Excel:

$$x_0 = (12,94 \pm 0,05)V$$

Logo a energia de 1º ionização do xenônio que obtivemos foi de $(12,94 \pm 0,05)\text{eV}$.

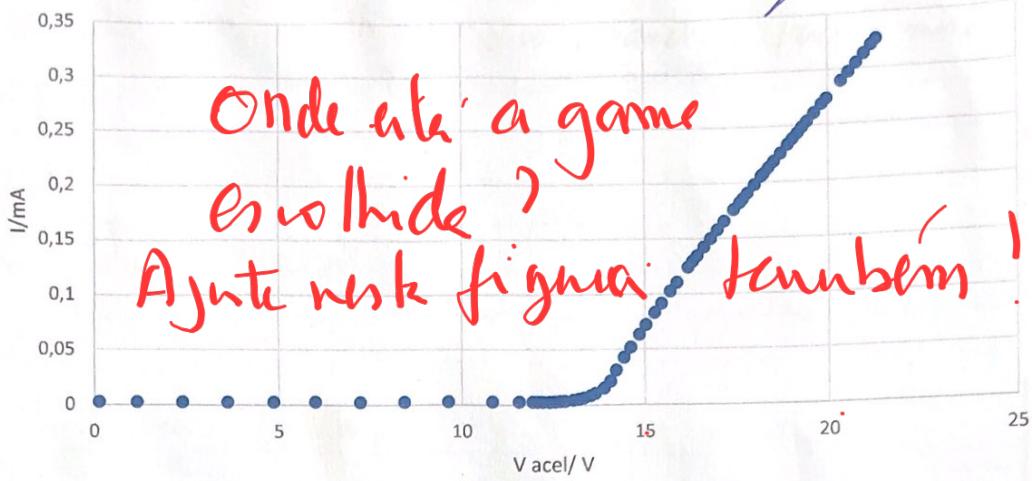
Gráficos com todos os dados.



O gráfico tem a forma esperada: um pico seguido de uma zona quadrática

T8 D

Gráfico EXPT 2 - I(U) - Gráfico 2



O gráfico da 2º experiência também tem a forma esperada: uma zona constante seguida de uma zona linear.

Conclusão

Conseguimos estudar o comportamento compactamento de uma válvula com gás xenon a baixa pressão, obtendo resultados próximos do esperado, nomeadamente a forma das gráficas I(U).

Fora além disso conseguimos obter valores para a energia de 1º excitação e 1º ionização do xenon relativamente próximas das indicadas como verdadeiras:

- Obtinemos $(7,6 \pm 0,2) como energia de excitação e no protocolo é indicado cerca de $8,3\text{eV}$.$
- Obtinemos $(12,94 \pm 0,05)\text{eV}$ como a energia de 1º ionização e várias fontes indicam ser cerca de $12,13\text{eV}$.^[1]

^① dado o facto de a experiência ser bastante simples



Para
Assim percebeemos que é provável termos subestimado a incerteza associada ao valor efectivo, podendo o facto de o ultimo dígito dos aparelhos de medida frequentemente não estabelecer ser indicativo disso mesmo.

Possíveis fontes de erro incluem:
plaça de montagem defectuosa, ~~maioria das placas de montagem e rodas mal registadas~~, má calibração dos instrumentos de medida e comportamento inesperado das geradoras.

Análise adicional

- Quando os elétrões têm energia igual à energia de excitação do xénio e sua velocidade é dada por:

$$E_e = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_e}{m}}$$

$$\text{Para } E_e = 7,6 \text{ eV: } v = 1,6 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$$

- Supondo que o catodo e a grelha distam cerca de 1mm, as acelerações têm aceleração:

$$(a_{média} = \frac{\Delta v}{\Delta t}) \quad a_{média} = a_m:$$

$$\begin{cases} x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}a_m t^2 \\ v_f = v_0 + a t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Delta x = \frac{1}{2}a_m t^2 \\ \Delta v = a t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_m = \frac{\Delta v^2}{2 \Delta x} \\ t = \frac{\Delta v}{a_m} \end{cases}$$

$$\Rightarrow a_m = 1,3 \times 10^{15} \text{ ms}^{-2}$$

Pelo facto de $a_{média} \gg g$, podemos ignorar o campo gravitacional onde está imersa a placa de montagem durante a análise de dados.

*muitos
por w
informações
A discussão
deve
ser
especifica.*

- Os eletrões têm energia 7,6 eV, pelo que os átomos de neon excitados, ~~ao~~
~~emitir~~ por estes eletrões, ao reverterem à sua configuração de menor energia não libertar fotões com energia 7,6 eV e frequência:

$$E = hf \Leftrightarrow f = \frac{E}{h} \Rightarrow f = 1,8 \times 10^{15} \text{ Hz} \Rightarrow \\ \Rightarrow f = 1800 \text{ THz} \Rightarrow \text{ultravioleta}$$

- Fazendo a mesma análise para a energia de 1º ionização chegavamos a conclusões semelhantes, pois:

$E_{\text{ionização}} > E_{\text{excitação}} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \begin{cases} V_{\text{ionização}} > V_{\text{excitação}} \\ f_{\text{ionização}} > f_{\text{excitação}} \end{cases}$$