

1

TRABALHO 8B- Franck Hertz

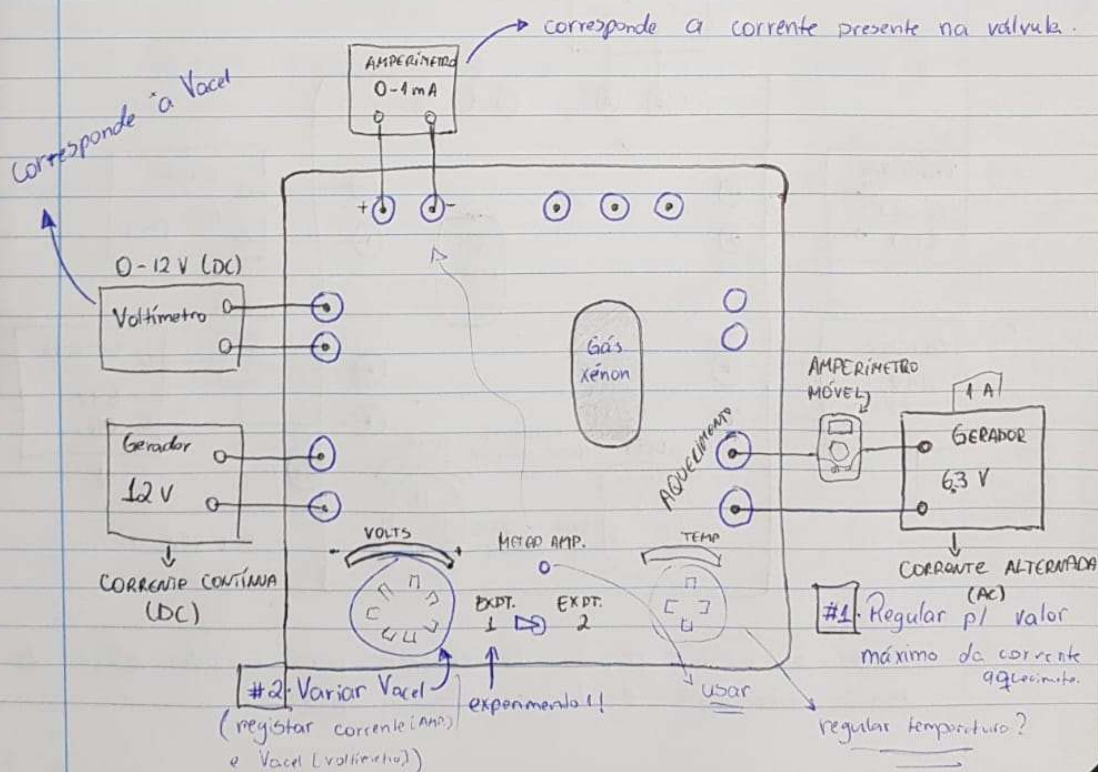
Objetivos:

- Analisar o comportamento da corrente elétrica na válvula de gás xênon com o aumento da diferença de potencial V_{acel} ; observar as diferenças na relação dessas grandezas antes durante os processos de excitação e ionização dos átomos xênon.
- Por meio da análise da corrente a medida que aumentamos V_{acel} , determinar as energias de excitação e ionização do átomo de xênon (fazer análise gráfica dos dados para determinar com máxima precisão possível esses valores de energia).

diminuir
limp

1) Primeira energia de excitação do átomo de xênon.

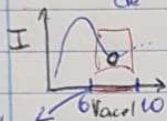
Esquema:



② Resistência de aquecimento tem que ser mínima.

#3 - Depois de registarmos os valores da corrente e V_{acel} (de maneira contínua para melhor análise de dados) fazer um gráfico no Excel dos resultados e determinar o valor mínimo de $I(V)$ após o 1º pico (que ocorre pela presença de elétrons sem energia suficiente para que ocorra o fenômeno de excitação).

Esse valor será utilizado no cálculo da energia do mínimo valor de excitação.



intervalo de maior densidade de dados.

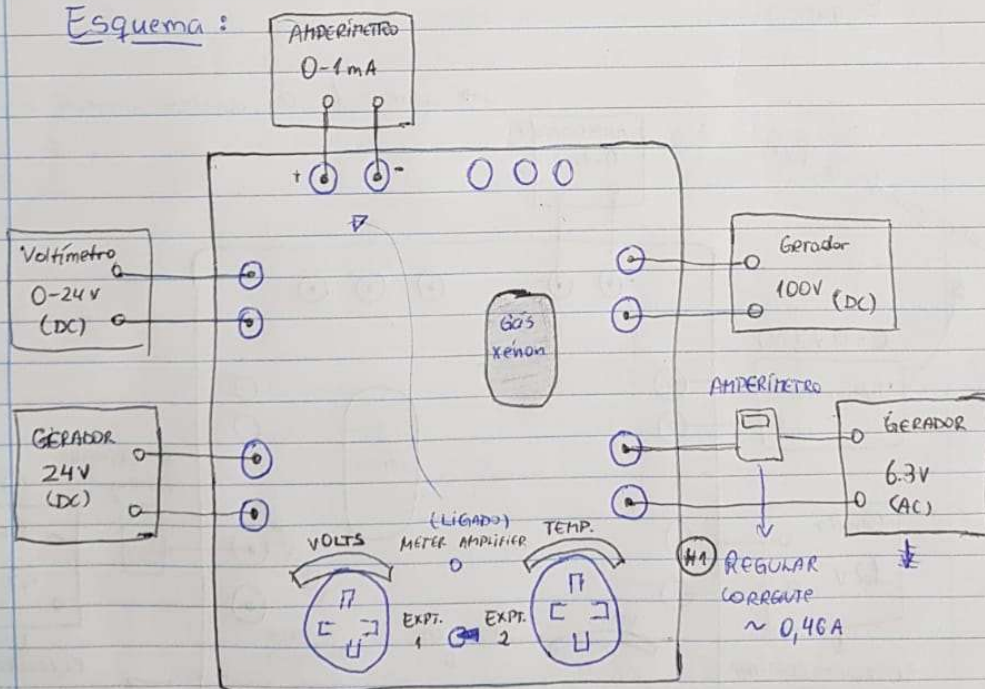
$$E_c = 1 e \cdot V_{acel} \sim 8,3 eV$$

primeira energia de excitação.

→ Ajustar o gráfico usando ajuste polinomial de 2º grau.

② Ionização de átomos de xénon

Esquema:

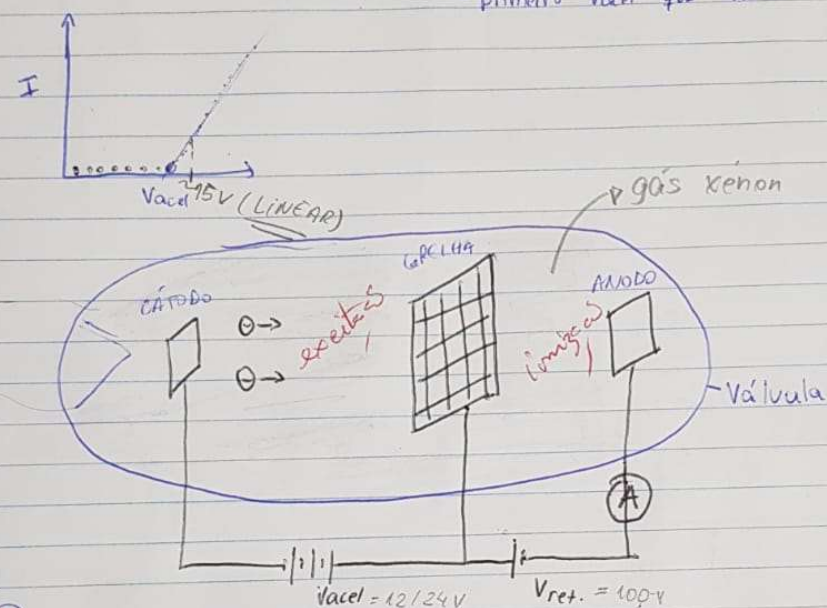


Fazer o mesmo registro de corrente para variados valores de tensão aceleradora e traçar um gráfico.

- O primeiro valor de I que distoar do padrão é o primeiro ~~valor~~ valor que usamos para determinar a energia de ionização do xénon.

$$E_i = |e \cdot V_{acel\ limiar}|$$

↳ primeiro V_{acel} que varia.



- 1 → Faltou dados ao redor do valor de excitação do xénon, e tentamos corrigir e o gráfico ficou um pouco diferente.

*mais preenche
ensaiar o dados do gráfico
M. S. L.
v. gráficos em
- excit. +
- iônico ✓
b*

(4)

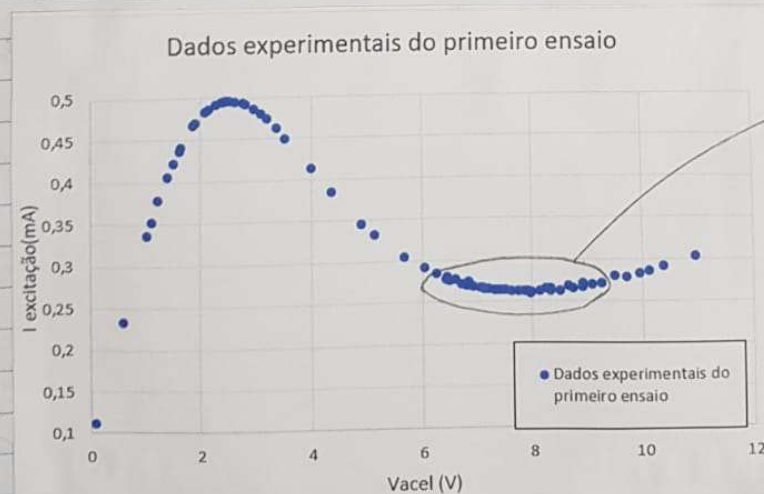
① Primeira parte: Excitação do átomo de xênon.

$\pm 0,001V \pm 0,0001A$

Vacel (v)	I _{excitação} (mA)
0,093	0,1115
0,605	0,2323
1,043	0,3363
1,117	0,3517
1,246	0,3773
1,416	0,4057
1,517	0,4212
1,619	0,4358
1,653	0,4405
1,865	0,4659
1,9	0,4692
2,069	0,4819
2,138	0,4856
2,274	0,4911
2,375	0,4936
2,41	0,4943
2,444	0,4946
2,488	0,4948
2,512	0,495
2,614	0,4945
2,761	0,4918
2,818	0,4903

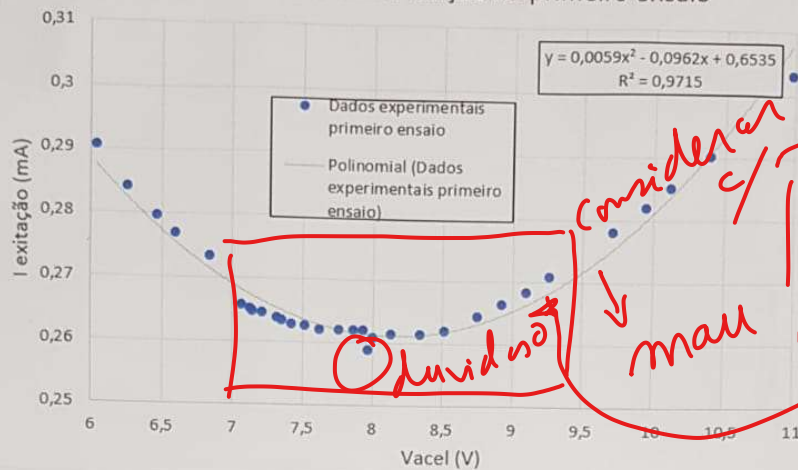
Vacel (V)	I _{excit.} (mA)	I _{ajust}	Resíduos
5,68	0,3036		
6,041	0,2906	0,287669	0,002931
6,259	0,284	0,282517	0,001483
6,464	0,2795	0,278185	0,001315
6,6	0,2768	0,275584	0,001216
6,839	0,2733	0,271543	0,001757
7,071	0,2657	0,268264	-0,00256
7,131	0,2651	0,26752	-0,00242
7,147	0,2647	0,267328	-0,00263
7,216	0,2645	0,266538	-0,00204
7,318	0,2637	0,265472	-0,00177
7,352	0,2634	0,265144	-0,00174
7,42	0,2628	0,264529	-0,00173
7,522	0,2626	0,263708	-0,00111
7,625	0,2619	0,263005	-0,0011
7,761	0,262	0,262267	-0,00027
7,864	0,262	0,261854	0,000146
7,932	0,262	0,26165	0,00035
7,966	0,2589	0,261568	-0,00267
8,001	0,2609	0,261498	-0,0006
8,137	0,2613	0,261364	-6,4E-05
8,343	0,2614	0,261577	-0,00018
8,512	0,262	0,262125	-0,00013
8,753	0,2644	0,26349	0,00091

→ V_{aquecimento} = 6,3V e I_{aquecimento} = 0,51A \pm 0,01A (AC)



analisar, por isso é região com mais dados.

Parte do mínimo local da função no primeiro ensaio



estes

considerar c/ mau!

Para ~~achar~~ determinar a primeira energia de excitação do átomo de xénon, calculamos o ponto mínimo da função da linha de tendência do gráfico.

$$\rightarrow \frac{dI_{exc}}{dV_{acel}} = 0 \quad (\text{MÍNIMO / MÁXIMO LOCAL})$$

$$ax^2 + bx + c \rightarrow a > 0$$

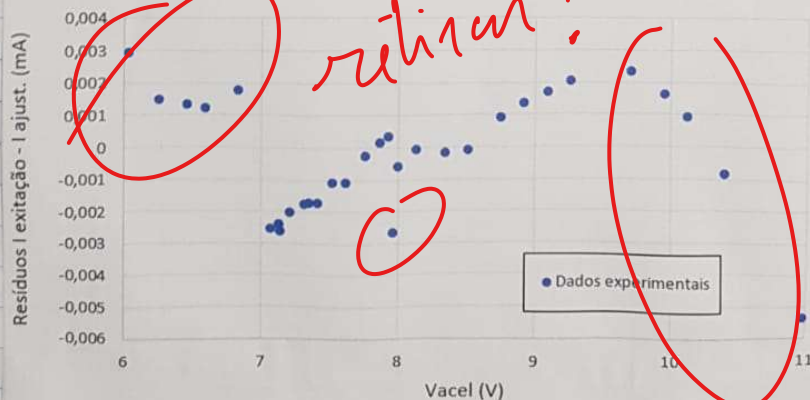
$$V_{acel} = \frac{0,0962}{0,0118} \Rightarrow V_{acel} = 8,15 \pm 0,02 \text{ V}$$

$$\rightarrow E_{exc} = 8,15 \text{ eV}$$

$$\% \text{ ERRO} = \frac{|8,30 - 8,15|}{8,30} \times 100 = 1,8\% \approx 2\%$$

Bom resultado.

Resíduos do primeiro ensaio

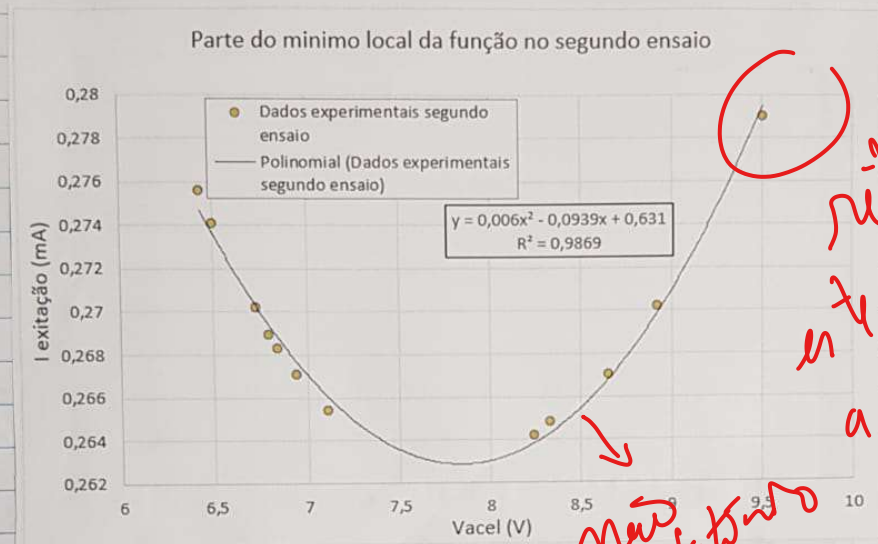


retirar!

}

6

→ Como houveram alguns intervalos de tensão que nos interessavam e não foram medidos (9,3-9,6; 6,8-7,1), foi feito um novo ensaio, porém, por falta de atenção e conhecimento, só foram medidos os dados nos intervalos mencionados.



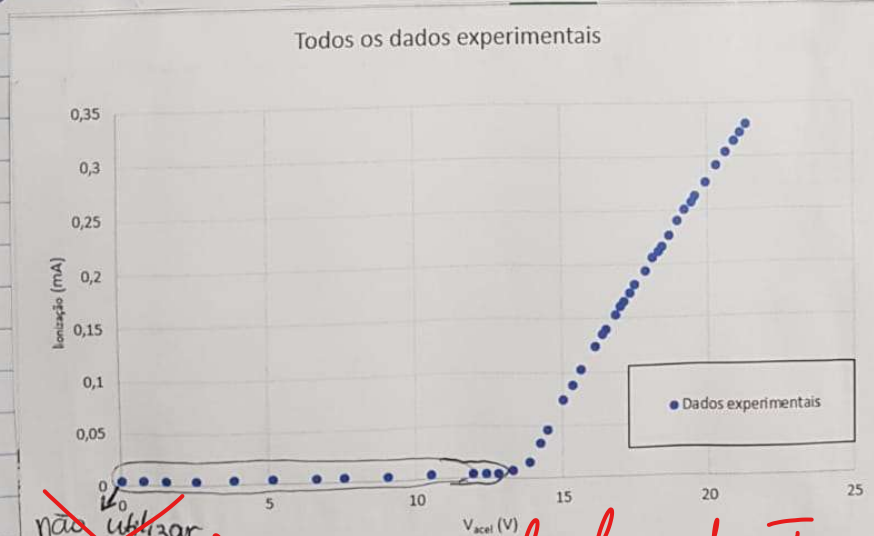
retirar este e repetir o ajuste!

não satisfatório

A intenção era comparar dois ensaios diferentes (e completos) para verificar a energia de excitação com maior precisão; como por Iaque = 0,46300A não existir dados experimentais suficientes no 2º ensaio, vamos $V_{ret.} = 100V$ considerar somente o primeiro.

② Segunda parte: Energia de ionização do átomo de xênon

V acel (v)	I (mA)
0,004	0,003
0,74	0,003
1,495	0,003
2,525	0,003
3,812	0,003
5,105	0,003
6,574	0,003
7,534	0,003
9,005	0,003
10,484	0,003
11,925	0,003
12,374	0,0032
12,804	0,004
13,261	0,0064
13,826	0,0145
14,219	0,0325
14,445	0,0448
15,034	0,074
15,333	0,0876



~~não utilizar no linear~~

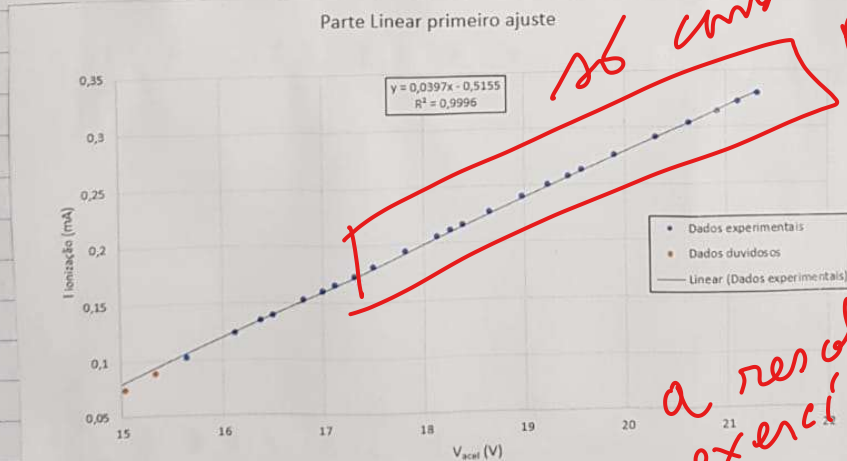
fazer o cálculo de I_0 (é esse o valor!)

→ Parece haver um comportamento assintótico do gráfico entre 13-16V; fazer um primeiro ajuste linear a partir de 15V e ~~analisar~~ observar se os resíduos apresentam um padrão.

V	PRIMEIRO AJUSTE	
	I ajust. 1	Resíduos 1
15,034	0,079676	0,0056761
	0,091703	0,0041027
	0,103971	0,0023705
	0,123519	0,0001186
	0,133574	-0,000626
	0,138481	-0,000719
	0,150991	-0,001509
	0,158552	-0,001648
	0,16358	-0,00172
	0,171142	-0,001758
	0,178784	-0,002016
	0,191495	-0,002105
	0,204084	-0,001916
	0,209394	-0,001706
	0,214623	-0,001677
	0,22504	-0,00156
	0,238112	-0,001388
	0,248409	-0,001091
	0,256534	-0,000666
	0,261844	-0,000456
	0,275238	0,0001378
	0,291488	0,0008876
	0,304761	0,001361
	0,316023	0,0022233
21,310	0,32447	0,0028701
	0,332112	0,0028123

MATRIZ PRIMEIRO AJUSTE			
m	0,0402	-0,525	b
σ_m	0,0002	0,004	σ_b
R^2	0,999172	0,002	σ_y

→ $2\sigma_y = u(y) = 0,004 \text{ mA}$



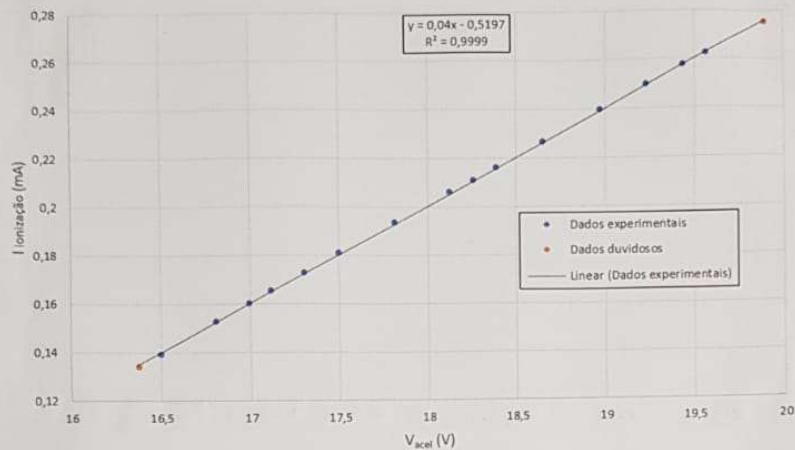
2b considerar estes!
P/ aj.
mas considerar
a resol. do
exercício 2b de
1.ª série?

R^2 parece bem perto de 1, mas ainda é necessário ^{um gráfico} ~~a análise~~ dos resíduos para analisar os dados que realmente fazem parte da gama experimental desejada.

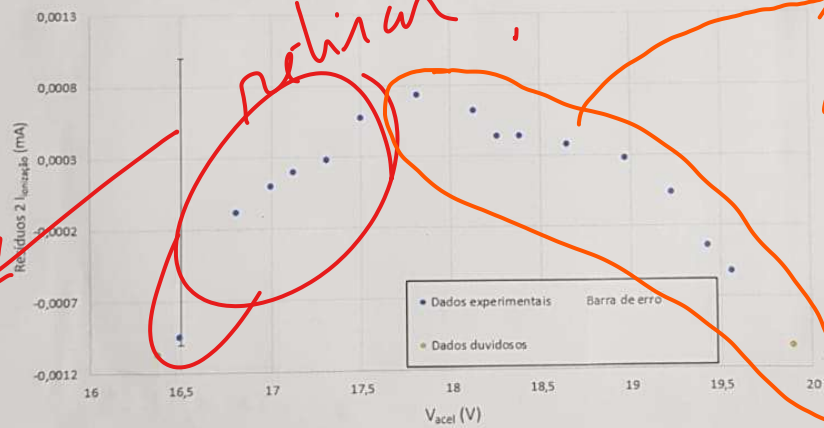
Não assistiu à aula de feedback?

9

Parte Linear segundo ajuste



Resíduos segundo ajuste



→ Há alguma tendência mas é ignorável (desvio muito pequeno).

qual é $\mu(I_{exp})$?

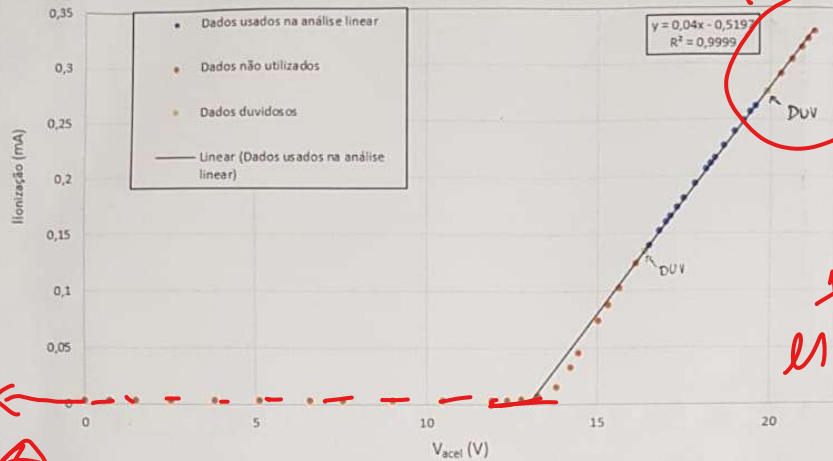
0.01 mA

é relevante
refazer ajuste

é visível no gráfico de resíduos

10

Todos os dados da experiência com o ajuste 2



mas lembrando em ignorar este p/aj.

I_0

→ Agora, como temos a melhor relação linear possível, podemos calcular o potencial de aceleração limiar (V_{aceleração limiar}) e a primeira energia de ionização do xénon (E_i).

errado E_i/I_0

V_{acel. limiar} → ponto de interseção da linha de tendência e eixo I_{lim.} = 0.

$$\therefore (V_{acel. limiar}) \times 0,040 - 0,520 = 0$$

V_{acel. limiar} esperado
↳ = 12 V

$$V_{acel. limiar} = \frac{0,520}{0,040} = 13,0 \text{ V}$$

$$\% \text{ erro} = \frac{13 - 12}{13} \times 100 = 8\%$$

$$\text{incerteza de } V_{acel. limiar} \Rightarrow U^*(V) = V_{acel.} \sqrt{\left(\frac{U(m)}{m}\right)^2 + \left(\frac{U(b)}{b}\right)^2}$$

$$U(V_{acel}) = 0,06 \approx 0,1 \text{ V}$$

A incerteza é razoável? Fazemos a percentagem de incerteza:

$$\% \text{ incerteza} = \frac{(0,1)}{13} \times 100 = 0,76\% \approx 0,8\%$$

↳ incerteza menor que 1% do resultado, OK!

$$E_{ionização} = 13,0 \text{ eV} \pm 0,1 \text{ eV}$$

↳ % erro e incerteza = aos de V_{acel.}

~~CONCLUSÃO~~

RESULTADOS FINAIS:

$E_{\text{excitação}} = 8,15 \text{ eV} \pm 0,01 \text{ eV} \rightarrow 2\% \text{ erro}$

$E_{\text{ionização}} = 13,0 \text{ eV} \pm 0,1 \text{ eV} \rightarrow 8\% \text{ erro.}$

% ime?

→ valor poderia ter sido melhor se tivesse considerado I_0 como / devida!

CONCLUSÃO:

- ① Apesar do erro no segundo ensaio, conseguimos determinar o valor da primeira energia de excitação com erro de 2%, o que é um bom resultado.
- ② A partir do valor de % de incerteza da energia de ionização ^(0,8%) e da análise gráfica da gama experimental ^(13,0 eV) reta, verifica-se que o valor da E_i para os dados experimentais está correta; como a % de erro (8%) é razoavelmente grande, algo deve ter corrido mal no ajuste dos equipamentos (amperímetro e voltímetro), talvez o zero estivesse descalibrado; ainda sim, conseguimos estimar com certa precisão a E_i .

Questões:

1. Sabemos a primeira energia de excitação = 8,3 eV. Utilizamos a fórmula da energia cinética para determinarmos a velocidade dos e.

$$E_c = E_{\text{exc.}} = \frac{m v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 E_{\text{excitação}}}{m_{\text{elétrão}}}} \therefore v = \sqrt{\frac{2 (4,33 \times 10^{-19})}{9 \times 10^{-31}}}$$

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

2. 2ª Lei de Newton: $\vec{F}_e = \sum \vec{F}_i \rightarrow \vec{F}_e = \vec{F}_e$

$E = \frac{V}{d}$

$\vec{E} \cdot q = m \cdot \vec{a}$, isolamos \vec{a} :

$\vec{a} = \frac{V q}{m d} \rightarrow 1 \text{ elétron, } 8,3 \text{ eV.}$

$\rightarrow \frac{a_{\text{elétron}}}{a_{\text{gravidade}}} = 7,3 \times 10^{12}$

$\vec{a} = \frac{8,3 \times 1,6 \times 10^{-19}}{9 \times 10^{-31} \times 0,02} = 7,3 \times 10^{13} \text{ m/s}^2$

$a_{\text{elétron}} \gg a_{\text{gravidade}} \rightarrow$ pode ser desprezada!

(12)

$$③ \quad E = fh \Rightarrow f = \frac{E_{\text{exc}}}{h} = \frac{8,3 \times 10^{-19}}{6,6 \times 10^{-34}} = 2,0 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$f - \text{UV} \sim 7,9 \times 10^{14} \text{ Hz} / 3 \times 10^{16} \text{ Hz} \therefore$ ultra-violeta, não é visível a olho nu.

4. ?

5. Mesma resolução da primeira questão, só que com $E_{\text{ion}} = 12 \text{ eV}$

$$v = \sqrt{\frac{2 E_{\text{ion}}}{m_e}} = 2,0 \times 10^6 \text{ m/s} \quad (v_i > v_{\text{ex}})$$

6. $f = \frac{E_{\text{ion}}}{h} = 2,8 \times 10^{15} \text{ Hz}$ permanece na radiação ultra violeta.