

T2 → EMISSÃO LED & EFEITO FOTOELETRICO

MATERIAL

Foi utilizada uma célula fotoelétrica composta por uma liga de Cs-Sb que serviu de catodo na atividade. A célula foi mantida dentro de uma caixa negra para evitar a influência da luz ambiente.

→ Gama de sensibilidade da célula : $[185, 650] \text{nm}$

→ Pico de sensibilidade : 340nm

foram utilizados 8 LED's dos 9 disponíveis. O nono foi excluído por não estar dentro da gama de sensibilidade da célula. Usando a data-sheet disponibilizada dos LED's determinámos o comprimento de onda e incerteza associados para cada LED - TABELA 1.

Outros aparelhos utilizados foram:

→ ELETROMETRO: para a medição da corrente fotoelétrica. Este aparelho é muito sensível, capaz de ler até aos μA . Neste caso, fomos apenas até aos $\mu\text{A}/\text{nA}$.

→ Condensador : 100nF

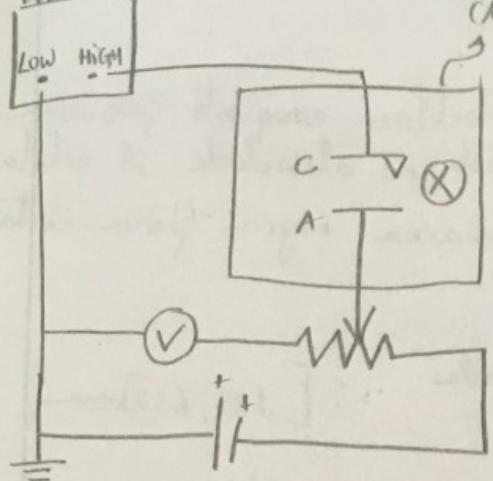
→ Fonte de tensão regulável : (0-5V)

→ Potenciómetro: na configuração de resistômetro. Com o botão comutador variavam a resistência e, consequentemente, a tensão entre o ánodo e o cátodo (célula fotoelétrica).

TABELA 1

PARTE A

ELETROMETRO



ANALOG
NEGAT

Para cada LED formar

recolhidos valores de

Tensão (V) e corrente, no
multímetro e eletrômetro, res-
petivamente.

Para a cada recolha de
dados, verificamos a calibra-

ção do eletrômetro e fizemos sempre um varredura
para garantir que não estivemos a saturar o apa-
relho. Obtivemos os gráficos 1 a 8

Nestes gráficos os valores do potencial estão positivos devido
a um erro na colheita dos cabos. Na verdade,
esta parte A tem alguns problemas, quer o multímetro
que o eletrômetro não estabilizava pelo que deixámos
verificar o funcionamento de cada aparelho indi-
vidual. Após garantir que estavam operacionais,
fomos alterando os cabos até o circuito funcionar

com os dados de ajuste, foram calculados os
valores da constante de Planck e trabalho de
extração usando a expressão:

$$V_c = \frac{h}{e} v - \frac{W}{e} \Leftrightarrow y = mx + b$$

base estes valores \ominus contornos o gráfico q. \ominus TABELA 2
Desti. foi removido o ponto afeto ao LED 6. De fato,

tiveis uma anotação no logbook a apontar para a instabilidade dos valores para este LED em particular.

Essas oscilações traduziram-se num comportamento anormal no gráfico de V_c vs. v .

As incertezas horizontais são as que estão indicadas na Tabela 2.

Gráficos 5

$$\text{Calculamos: } \cdot h = (5.5 \pm 0.2) \times 10^{-34} \text{ J Hz}^{-1}$$

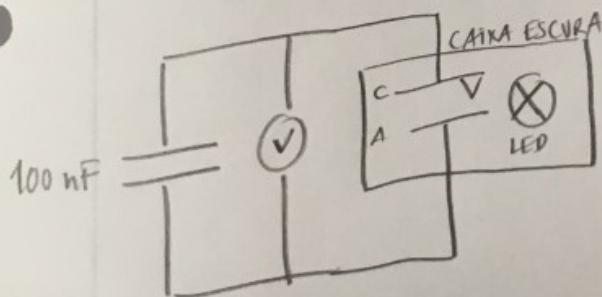
$$\% \text{ erro} = 17\%$$

$$\cdot W = (2.2 \pm 0.1) \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\% \text{ erro} = 17\%$$

PARTE B

Nesta parte usaremos o circuito diferente:



Para esta configuração, o potencial de paragem é lido nos terminais do condensador quando este termina de carregar, situação na qual se

feas 7

Fizemos as medições para cada LED, registrando V_c para cada um (cada frequência), aguardando sempre que o condensador terminasse total / de carregar e descarregar

Nesta segunda parte, corrigimos a questão da polarização dos cabos, passando a los valores negativos de V_c

Registramos os valores discriminados na Tabela 3.
Para melhorar a estatística e uma vez que
tinhamos algum tempo, realizamos duas medições
para cada LED.

Com base nestes dados construímos os gráficos 10 e 11
com os respectivos ajustes.

Repare-se que devido às incertezas associadas, os
parâmetros apresentam ser iguais. No entanto, na interpretação
destes valores deve ser feito em conta fatores como
humididade e outros que introduzam um efeito sistê-
mático na leitura dos valores no condensador.

Com os valores dos parâmetros calculados:

$$\cdot h_1 = (5.3 \pm 0.3) \times 10^{-34} \text{ J Hz}^{-1}$$

%erro = 20%.

$$\cdot h_2 = (5.3 \pm 0.3) \times 10^{-34} \text{ J Hz}^{-1}$$

%erro = 20%.

$$\cdot W_f = (2.2 \pm 0.2) \times 10^{-19} \text{ J}$$

%erro = 2%.

$$\cdot W_1 = (2.3 \pm 0.3) \times 10^{-17} \text{ J}$$

%erro = 4%.

CONCLUSÕES

- Calculamos o potencial de parque e trabalho de extração para comprimentos de corda contidos em $[316,6; 640,2] \text{ mm}$ por dois métodos diferentes.

Ére média realculamos:

$$\cdot \bar{h} = (5.4 \pm 0.1) \times 10^{-34} \text{ J Hz}^{-1}, \text{ 1. erro} = 17$$

$$\cdot \bar{W} = (2.23 \pm 0.03) \times 10^{-19} \text{ J}, \text{ 1. erro} = 27$$

Verificamos ainda que o potencial de paragem depende da frequência, em particular: maior frequêncio $\Rightarrow |V_c|$

→ FÓRMULAS E INCERTEZAS

• conversão da escala de corrente

$$I_{\text{real}} = \frac{I_{\text{escala}} \times (\text{escala})}{100}$$

$$\cdot V = \frac{C_{\text{luz}}}{\lambda \times 10^{-9}}$$

$$\cdot \mu(V) = \frac{C_{\text{luz}} \mu(\lambda)}{\lambda^2}$$

$$\cdot \mu(V_c) = \sqrt{\left(\frac{b}{w}\right)^2 \mu^2(w) + \left(-\frac{1}{w}\right)^2 \mu^2(b)}$$

$$\cdot \mu(w) = e \mu(b)$$

$$\cdot \mu(b) = c \mu(w)$$

References

- [Bri] Britannica. *Photoelectric effect*. URL: <https://www.britannica.com/science/photoelectric-effect>. (acedido a 20.12.2021).
- [Lab] Docentes de Laboratórios de Física 3. "Protocolo - Emissão LED, quantum de luz e efeito fotoelétrico". In: () .
- [Mar] Irene Martini. *Characterization of Cs-Sb cathodes for high charge RF photoinjectors*. URL: <https://cds.cern.ch/record/2228514/files/CERN-THESIS-2016-143.pdf>. (acedido a 21.12.2021).
- [NISa] NIST. *Carga elementar de eletrão*. URL: <https://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/Value?e>. (acedido a 21.12.2021).
- [NISb] NIST. *Constante de Planck*. URL: <https://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/Value?h>. (acedido a 21.12.2021).
- [NISc] NIST. *Velocidade da luz no vácuo*. URL: <https://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/Value?c>. (acedido a 21.12.2021).
- [PHY] PHYWE. *PHYWE Photo Cell Manual*. URL: https://repository.curriculab.net/files/bedanl.pdf/06779_00/0677900e.pdf. (acedido a 21.12.2021).

TABELA 1

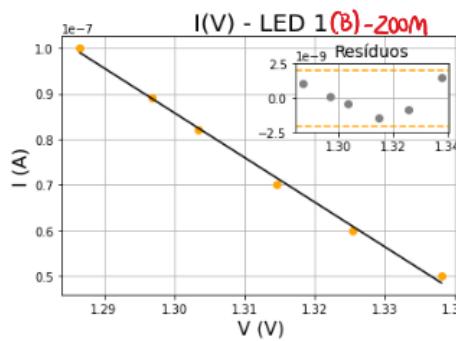
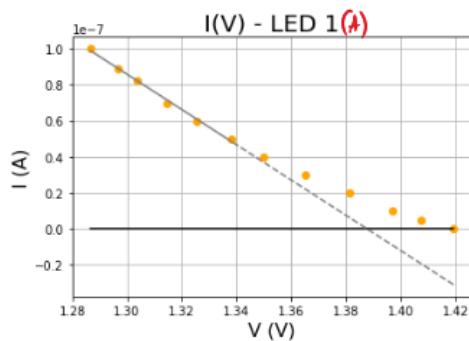
	Máx (nm)	Mín (nm)	λ (nm)	$\Delta\lambda$ (nm)
LED 1	383.94	374.77	376.6	9.2
LED 2	405.75	390.83	396.5	14.9
LED 3	473.62	454.13	457.0	19.5
LED 4	481.65	459.86	468.0	21.8
LED 5	534.40	504.59	523.0	29.8
LED 6	597.71	587.80	590.3	9.9
LED 7	611.47	607.29	610.5	4.2
LED 8	656.88	638.53	647.2	18.4

TABELA 2

	V_C (V)	$u(V_C)$	$\nu \times 10^{14}$ (Hz)	$u(\nu) \times 10^{14}$
LED 1	1.39	0.06	8.0	0.2
LED 2	1.19	0.05	7.6	0.3
LED 3	0.87	0.02	6.6	0.3
LED 4	0.78	0.02	6.4	0.3
LED 5	0.60	0.02	5.7	0.3
LED 6	0.222	0.007	5.08	0.09
LED 7	0.29	0.03	4.91	0.03
LED 8	0.24	0.02	4.6	0.1

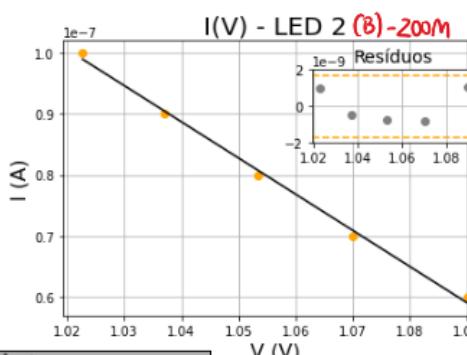
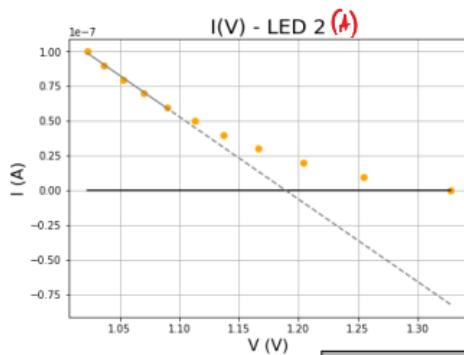
TABELA 3

	$V_C \pm 0.001$ (V) (1)	$V_C \pm 0.001$ (V) (2)
LED 1	-1.269	-1.243
LED 2	-0.991	-1.028
LED 3	-0.815	-0.778
LED 4	-0.800	-0.808
LED 5	-0.541	-0.434
LED 6	-0.207	-0.206
LED 7	-0.226	-0.192
LED 8	-0.145	-0.184



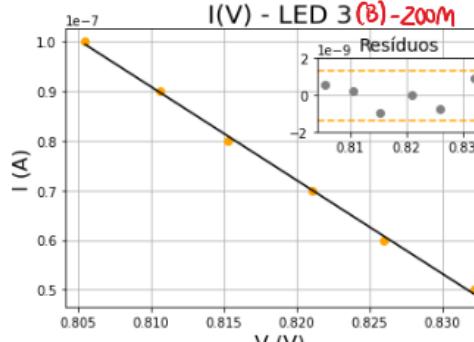
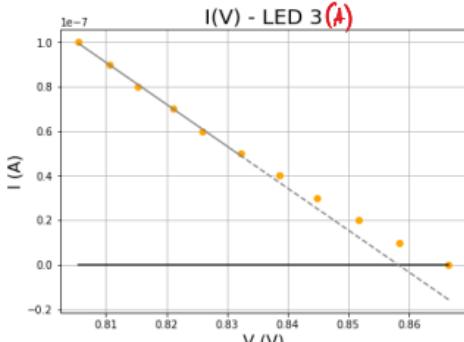
Grafo 1

Parâmetros		
m	-9.8E-07	1.36E-06
$u(m)$	3E-08	4E-08
r^2	0.996	1E-09



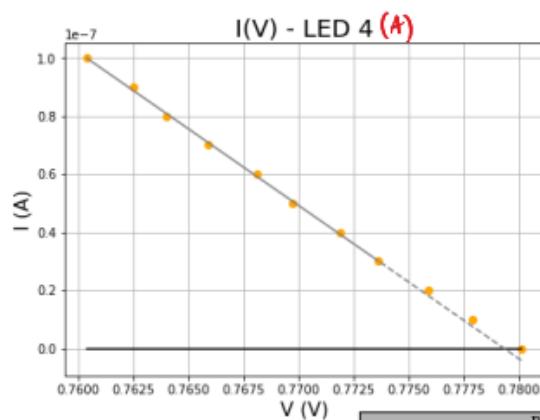
Grafo 2

Parâmetros		
m	-5.9E-07	7.1E-07
$u(m)$	2E-08	2E-08
r^2	0.996	1E-09

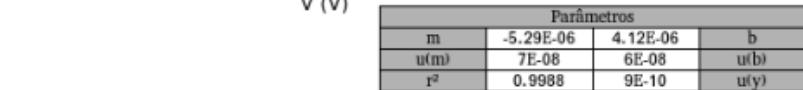


Grafo 3

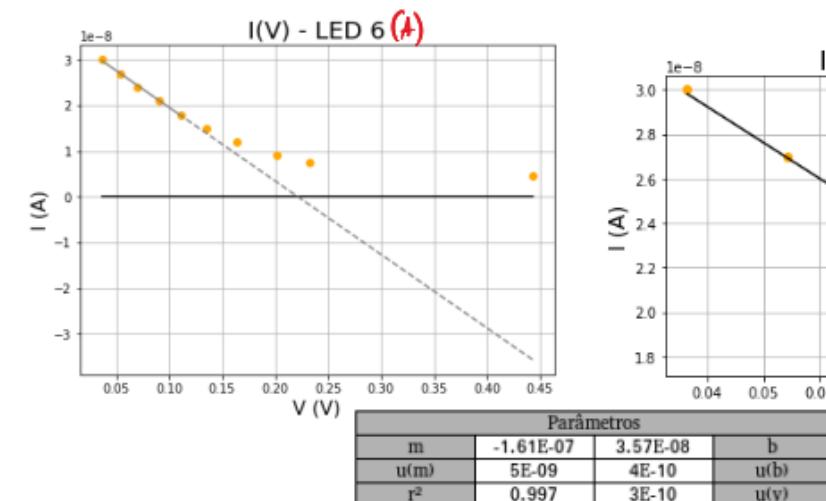
Parâmetros		
m	-1.88E-06	1.62E-06
$u(m)$	4E-08	3E-08
r^2	0.998	8E-10



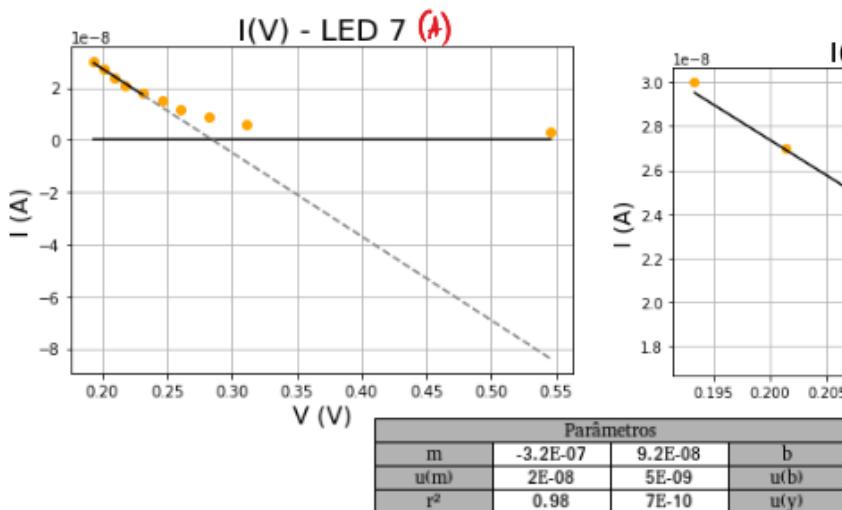
Grafeos 4



Grafeos 5



Grafeos 6



Grafeos 7

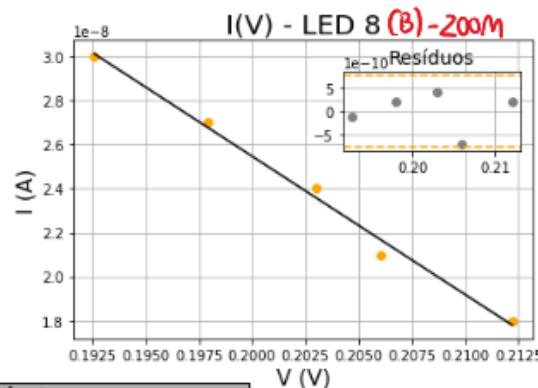
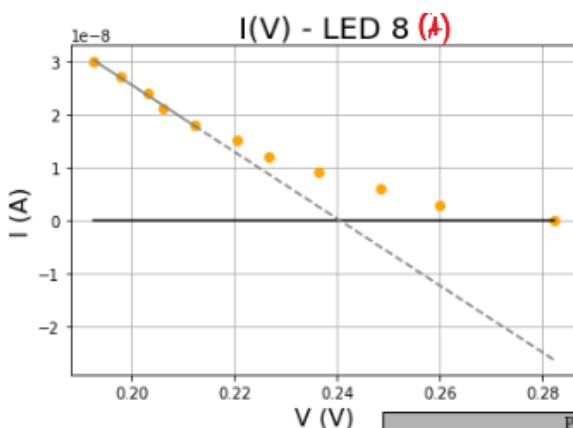


Grafico 8

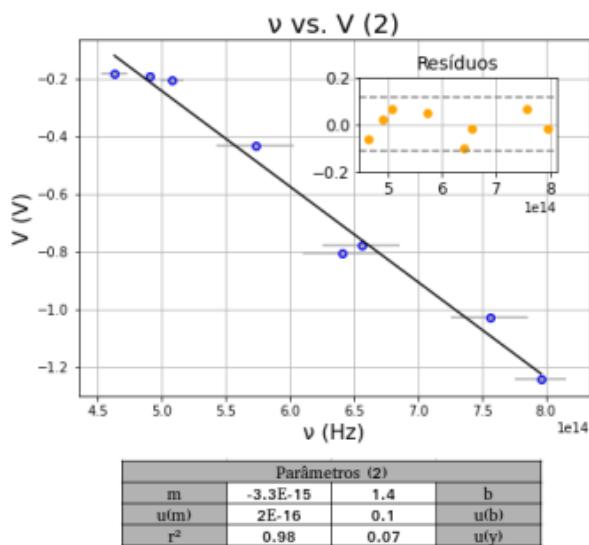
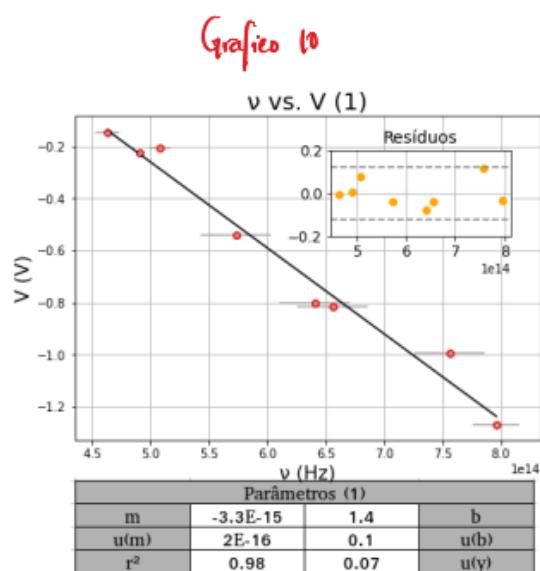
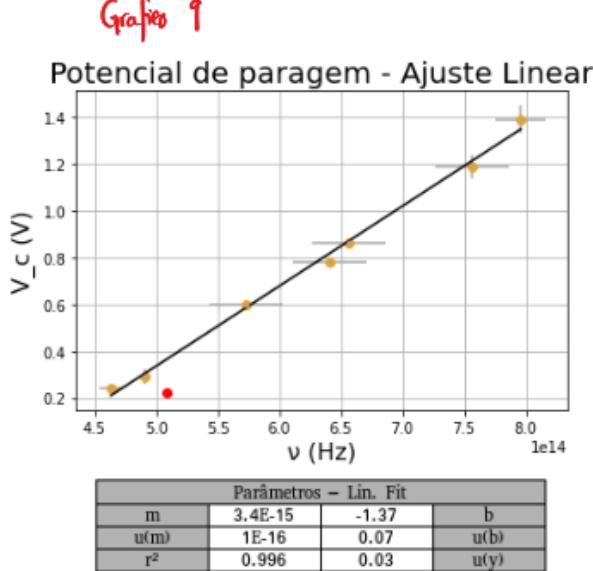


Grafico 11