

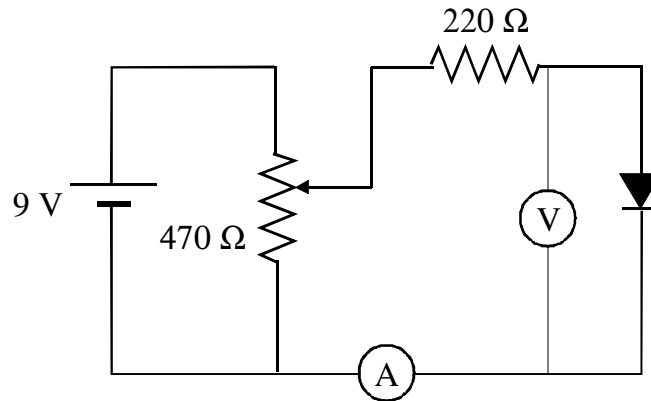
EXPERIÊNCIA 2: Diodos Emissores de Luz (LED) e a constante de Planck

Exemplo de resolução

O aluno deve medir as resistências para identificar a de 220Ω e a de $11,4 \text{ k}\Omega$.

A)

1 – Monta-se o seguinte circuito, utilizando o potenciômetro como divisor de tensão, de acordo com a figura:

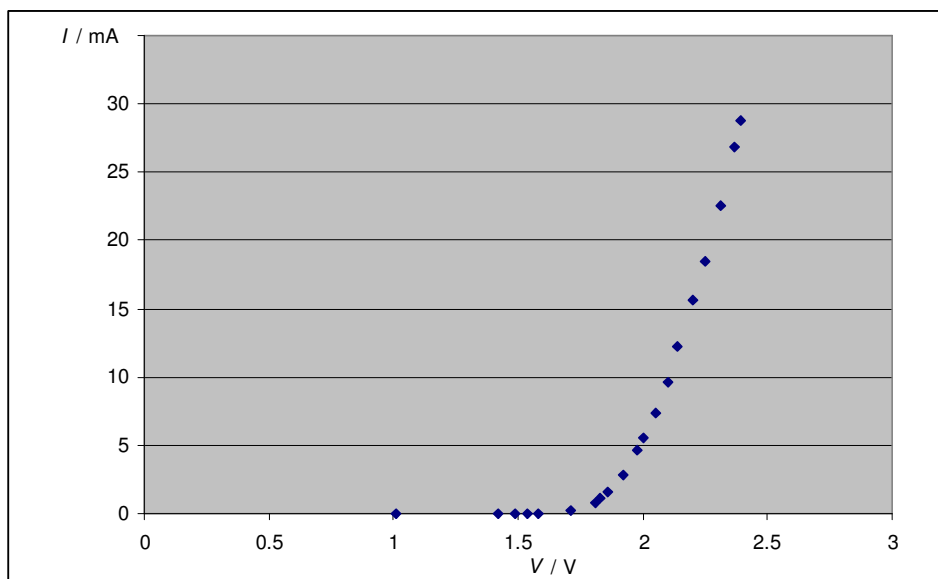


2 - Curva característica do LED vermelho:

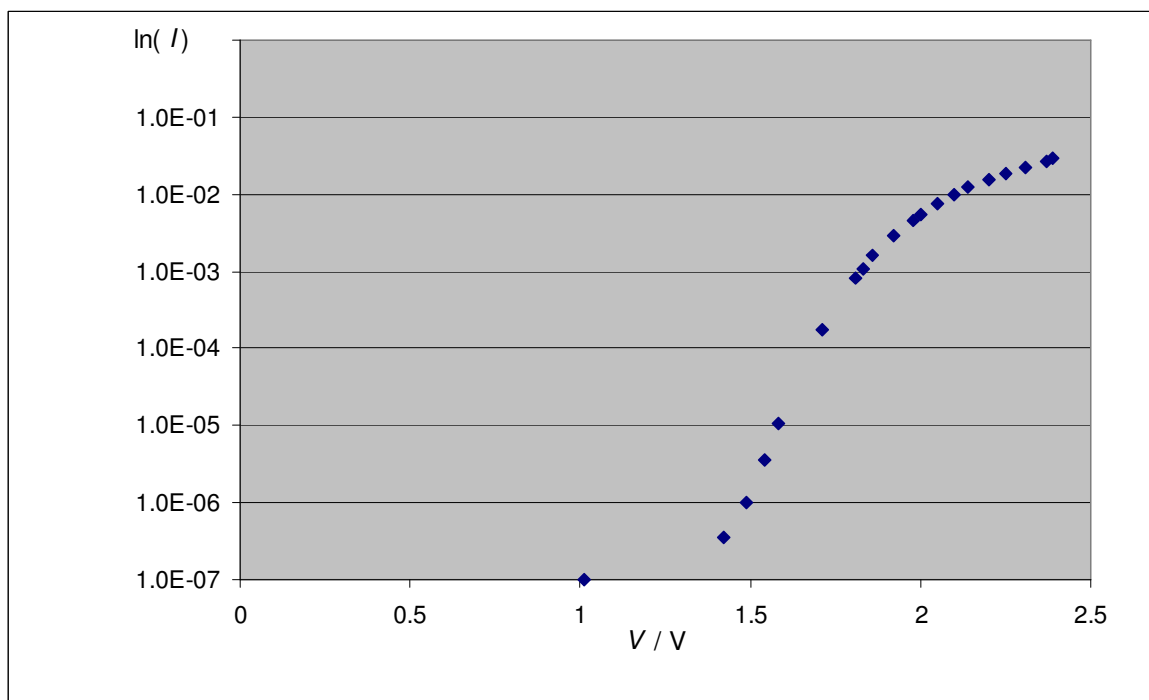
Com a montagem acima variou-se a tensão aplicada ao diodo vermelho por meio do potenciômetro e registaram-se os seguintes valores para a corrente, I , que passa no diodo e a diferença de potencial, V , nos seus terminais (apresenta-se também o logaritmo da corrente em amperes):

V / V	I / mA	$\ln I$
1,01	0,00010	-16,118
1,42	0,00035	-14,865
1,49	0,00102	-13,796
1,54	0,00365	-12,521
1,58	0,01065	-11,450
1,71	0,17180	-8,669
1,81	0,82400	-7,101
1,83	1,09500	-6,817
1,86	1,63700	-6,415
1,92	2,85000	-5,860
1,98	4,64000	-5,373
2,00	5,50000	-5,203
2,05	7,37000	-4,910
2,10	9,67000	-4,639
2,14	12,23000	-4,404
2,20	15,58000	-4,162
2,25	18,42000	-3,994
2,31	22,50000	-3,794
2,37	26,90000	-3,616
2,39	28,80000	-3,547

A figura mostra o gráfico com estes valores:

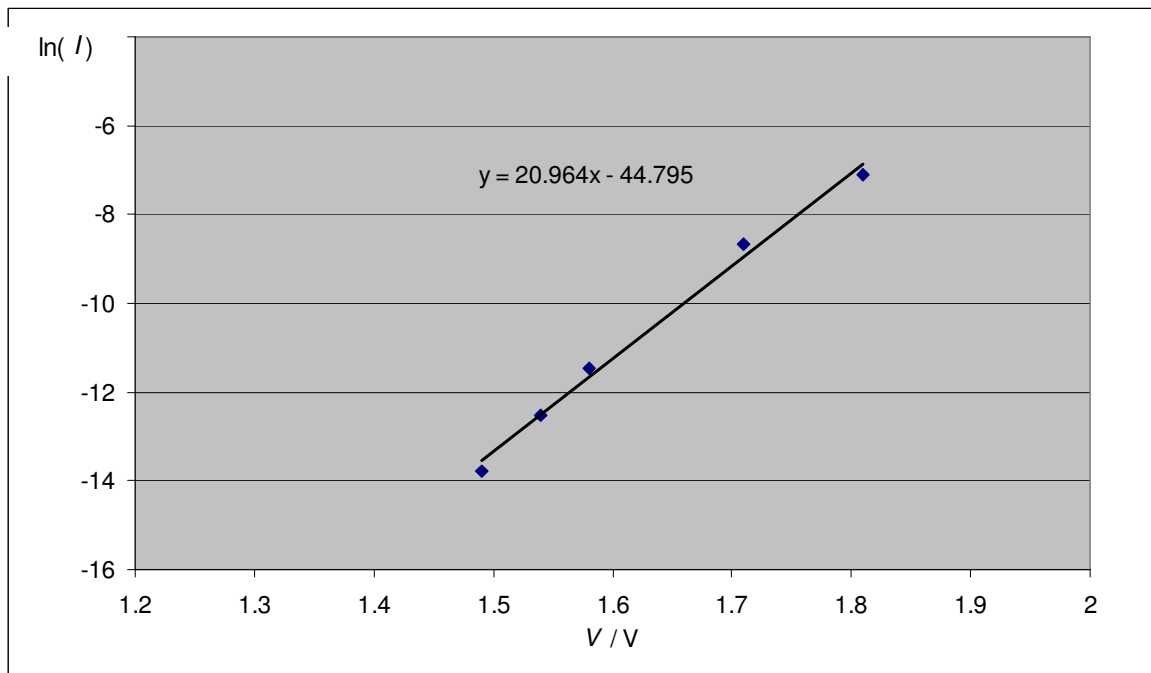


A curva característica pode ser apresentada num gráfico semi-logarítmico como o da figura seguinte:



A escala vertical é logarítmica pelo que, de acordo com a expressão dada deveria obter-se uma recta acima de uma certa diferença de potencial. Este regime linear ocorre entre cerca de 1,5 e 1,8 V. O declive muda acima de ~1,8V devido ao facto de o díodo entrar num regime (regime resistivo) diferente daquele em que a expressão é válida.

3 - Para determinar as constantes η e I_0 , utilizam-se os pontos em que o comportamento é linear, ou seja em que a expressão teórica é válida (assinalados na tabela). Usando esses pontos obtém-se o seguinte gráfico:



Da equação da recta que melhor se ajusta a estes pontos ($y = m x + b$) obtemos η e I_0 . De

$$I = I_0 e^{\frac{eV}{\eta k_B T}}$$

tomando o logaritmo

$$\ln(I) = \ln(I_0) + \frac{e}{\eta k_B T} V$$

vem

$$b = \ln(I_0) \quad m = \frac{e}{\eta k_B T}$$

donde se obtém:

$$I_0 = e^b$$

$$\eta = \frac{e}{m k_B T}$$

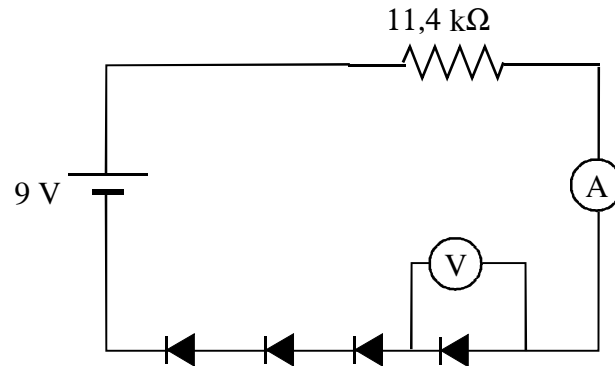
ou seja, para os valores de declive e ordenada na origem obtidos na regressão linear,

$$I_0 = 3,5 \times 10^{-20} \text{ A}$$

$$\eta = 1,9$$

4 -

Esquema da ligação dos LEDs em série:



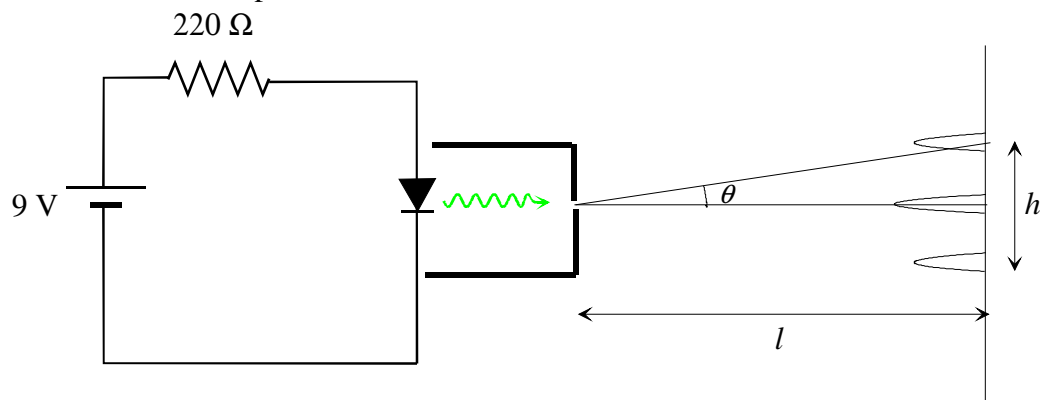
A corrente que passa em cada LED tem o valor de $I = 118 \mu\text{A}$. Na seguinte tabela estão os valores das tensões medidas nos terminais de cada LED, bem como o valor do comprimento de onda e frequência da radiação que cada um emite:

LED	λ / nm	ν / Hz	V / V
Infra-vermelho	950	$3,16\text{E}+14$	1,178
Vermelho	630	$4,76\text{E}+14$	1,755
Verde	??	??	2,359
Azul	470	$6,38\text{E}+14$	2,475

B) Determinação do comprimento de onda do LED Verde:

5)

Ligou-se o LED verde à pilha em série com a resistência de 220Ω .



Colocou-se a rede de difracção com o tubo preto como indicado na figura e um alvo (folha A3) à distância l . A distância entre os dois primeiros picos de difracção de cada lado do máximo central designa-se por h .

Resultados:

$$l = 0,278 \text{ m} \pm 0,002 \text{ m}$$

$$h = 0,350 \text{ m} \pm 0,005 \text{ m}$$

$$d = 1/1000 \text{ mm} = 1 \times 10^{-6} \text{ m (dado)}$$

O valor de θ é:

$$\theta = \arctan\left(\frac{h}{2l}\right), \quad \theta = 0,56 \pm 0,02 \text{ rad}$$

A partir da expressão ($n = 1$)

$$d \sin \theta = \lambda$$

obtém-se

$$\lambda = 533 \text{ nm} \pm 20 \text{ nm}$$

supondo que a rede de difracção tem um espaçamento d com erro desprezável.

C)

6 -

A frequência do LED verde é $\nu = \frac{c}{\lambda} = 5,62 \times 10^{14}$ Hz. Como a intensidade de corrente é a mesma nos 3 LEDs é válida a expressão

$$W = E_f + k$$

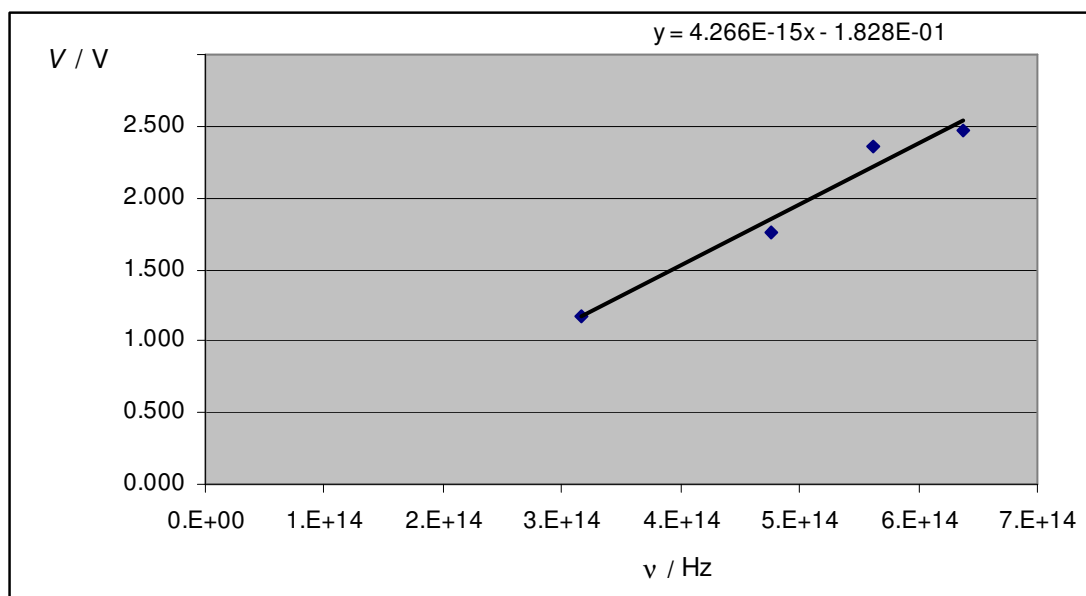
de onde obtemos

$$eV = h\nu + k$$

ou ainda

$$V = \frac{h}{e}\nu + k$$

O seguinte gráfico mostra os valores medidos de V em função da frequência ν para os quatro LEDs.



Da inclinação da recta, m , que melhor se ajusta a estes pontos obtemos:

$$h = m e = (6,83 \pm 0,89) \times 10^{-34} \text{ J s}$$

O valor obtido é cerca de 3% superior ao tabelado mas o desvio está dentro da incerteza experimental.