

RELACIÓN CARGA-MASA DO ELECTRÓN

1. Unha práctica con historia

A práctica que imos realizar hoxe é unha adaptación moderna do histórico experimento levado a cabo por Joseph John Thomson en 1897. Con ela Thomson descubriu o electrón no laboratorio Cavendish da Universidade de Cambridge, Reino Unido. Determinou a relación entre a súa carga e masa, sendo deste xeito artífice da técnica experimental coñecida como **espectrometría de masas**. A día de hoxe, unha placa instalada no edificio do vello laboratorio Cavendish conmemora este feito.



En 1906 recibíra o premio Nobel de Física polos seus traballos sobre a condución da electricidade a través de gases, caracterizando os chamados **raios catódicos**, fluxo de partículas con carga eléctrica (electróns) [1]. Curiosamente sería o seu fillo George Paget Thomson quen recibíra o Nobel de Física en 1937 por demostra-las propiedades ondulatorias do electrón ao estuda-la súa difracción en cristais [2].

O experimento de J. J. Thomson é considerado un dos pioneiros en dar comezo á revolución cuántica. Será por tanto este experimento que veremos na seguinte sección o que vaia a pecha-las Técnicas de Electrodinámica Clásica.

Notas desta sección

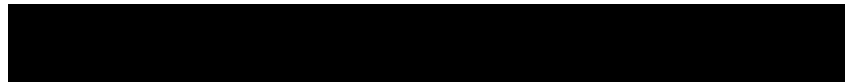
[1] Thomson tamén é recoñecido por propoñer un modelo para a estrutura atómica. Pode que che soe o modelo atómico do *pudin de pasas*. Nel, os electróns son esferas con carga eléctrica negativa incrustados nun átomo esférico de carga positiva.

[2] Recibiu o Nobel xunto ao estadounidense Clinton Joseph Davisson, quen tamén contribuíu a determina-las propiedades ondulatorias do electrón mentres traballaba nos *Telephone Bell Laboratories*.

2. Experimento e tarefa a realizar

No seguinte vídeo vén explicado o experimento realizado por Thomson, co que determinaremos a relación carga-masa do electrón. Máis abaixo tes o desenvolvemento teórico necesario para facelo. Ao visualizarlo vídeo trata de fixarte nas seguintes cuestións:

- Para que se quece o cátodo?
- Por que podemos visualizarlo feixe de electróns?
- Que se emprega para xera-la traxectoria circular do feixe de electróns?

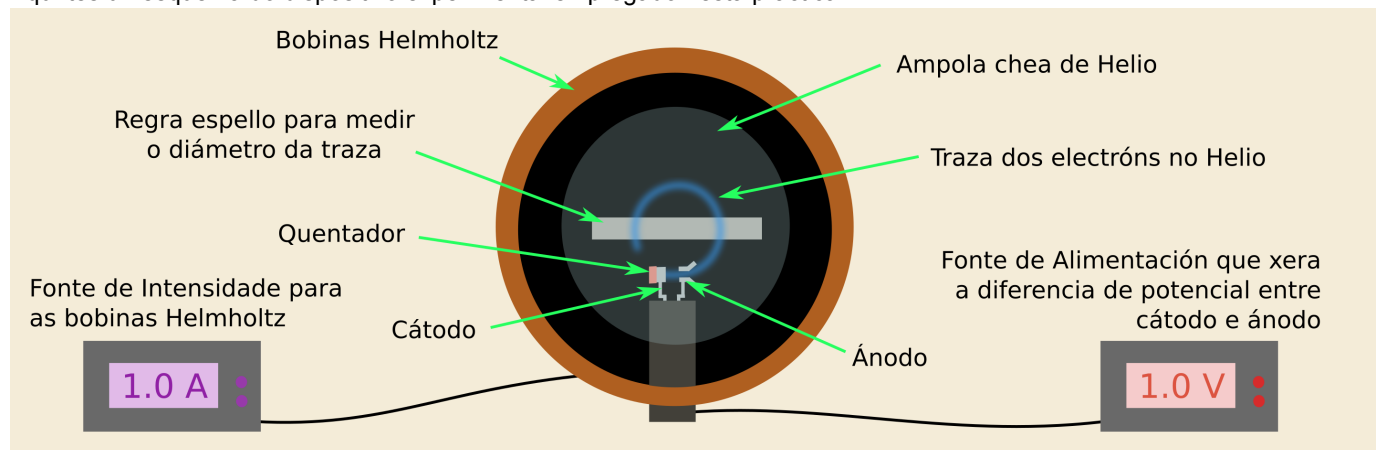


RELACIÓN CARGA MASA DO ELECTRÓN



(<https://youtu.be/BxvTNZ5SiVo>)

Aquí tes un esquema do dispositivo experimental empregado nesta práctica:



Como viches no vídeo, e tes detallado na imaxe de arriba, comézase aplicando unha diferenza de potencial V entre o cátodo e o ánodo. O cátodo é quente (excitado termicamente) para que sexa máis doado arrincarlle electróns. A enerxía cinética que estes electróns adquiren é proporcional a V :

$$\frac{1}{2}mv^2 = eV \quad (1)$$

onde m é a masa do electrón, e a súa carga e v a súa velocidade. A diferenza de potencial V arranca o electrón (en realidade, un feixe deles) do cátodo e confírelle unha velocidade v . Debido a que a ampola está chea de Helio, unha fracción de electróns colisiona con estes átomos, excitándoos e deixando a traza da traxectoria seguida polos electróns.

Como sabes, os electróns son partículas con carga eléctrica, polo que se aplicamos un campo magnético B perpendicular á súa velocidade, estes electróns describirán unha traxectoria circular de raio r , sendo a forza de Lorentz igual á forza centrípeta:

$$evB = \frac{mv^2}{r} \quad (2)$$

o xeito de xerar un campo magnético uniforme e perpendicular á velocidade do feixe de electróns é a través das bobinas Helmholtz. Estas xeran o seguinte campo magnético como función da corrente I que circula por elas:

$$B = \frac{N\mu_0 I}{(5/4)^{3/2}a} \quad (3)$$

onde $N = 130$ é o número de espiras da bobina Helmholtz, $a = 0.15$ m é o seu raio e μ_0 é a permeabilidade magnética no baleiro.

O primeiro que terás que facer é obter unha expresión para a relación e/m como función de I , V e r considerando as ecuacións anteriores (1-3).

Despois terás que emprega-lo seguinte código de python para simula-lo experimento. Terás que introduci-lo valor para cada intensidade aplicada ás bobinas Helmholtz (I) en Amperios e a diferenza de potencial (V) coa que os electróns son acelerados en Voltios. O programa darache o diámetro que medirías na regra espello. Terás que cubri-la seguinte táboa:

I (A)	V (V)	d (m)
0.5	100.0	
0.5	150.0	
0.5	200.0	
0.5	250.0	
1.0	100.0	
1.0	150.0	
1.0	200.0	
1.0	250.0	
1.5	100.0	
1.5	150.0	
1.5	200.0	
1.5	250.0	
2.0	100.0	
2.0	150.0	
2.0	200.0	
2.0	250.0	

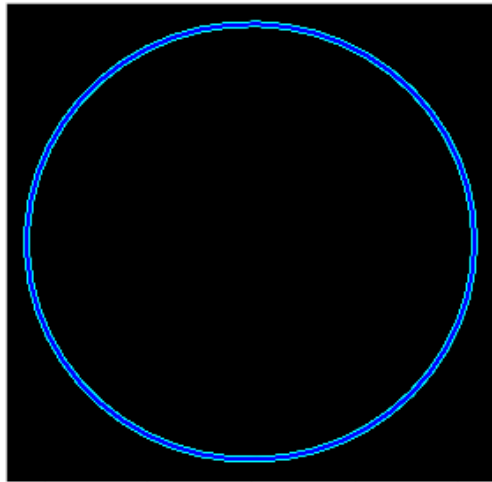
Corre o seguinte código (shift+enter) tantas veces como precisas ata ter completada a táboa [1]:

```
In [2]: %run -i "raicat.py"
```

```
-> Escribe en A a Intensidade (I) que queiras introducir na fonte de alimentaci  
ón das bobinas Helmholtz e pulsa ENTER:
```

```
-> Escribe en V a Diferencia de Potencial (V) que queiras introducir para arrin  
car os electróns e pulsa ENTER:
```

```
-> Traza que veriamos no experimento:
```



```
-> Resultado da medida:
```

```
Diámetro d da traza circular (m): 0.045
```

Agora, coa táboa completa, xa podes obter un valor para a relación e/m para cada medida coa expresión que obtiveches. Poderás facer unha media entre tódolos resultados para determina-lo valor de e/m de xeito máis preciso e con iso finalizar esta práctica.

Notas desta sección

[1] O código introduce un pequeno erro de xeito aleatorio en cada unha das medidas do diámetro. Recomendóche anota-los datos nunha folla de cálculo que che permita analizalos posteriormente con maior facilidade.

Por se quixeres cavilar máis

Noraboa por ter rematado a práctica. Esta foi moi curtaíña. Se quedaches con ganas de pensar un pouco máis sobre os raios catódicos, bota unha ollada a esta sección.



(<https://www.youtube.com/watch?v=-JetVzgKBb0>)

No video musical anterior aparecen Chicho e Cibrán (Boyanka Kostova) xunto a Gatocán e Pemán vendo a tele tirados no sofá. Se te fixaches un pouco, verías que o televisor é un destes antigos, con máis fondo que ancho. A base do funcionamento deste tipo de pantallas de televisión, osciloscopios e monitores é o tubo de raios catódicos (CRT do inglés). Considerando o que vimos no experimento de Thomson, ¿como pensas que se forman as imaxes? Como se pasa dunha tele en branco e negro a unha en cor? Ocorre algo na imaxe se achegas un imán á pantalla? Presentan algún risco para a saúde estes vellos televisores?