

# Pràctica 6:

## Feixos de raigs catòdics

### **GRUP A6**

Isaac Baldi García (1667260)  
Miguel Ordejón de Prada (1710966)  
Eira Jacas García (1666616)  
Victor

Març 2025

**Abstract:**

# Índex

1	Introducció Teòrica	3
2	Mètode Experimental	3
3	Desviació electroestàtica	3
4	Desviació magnetoestàtica	4
5	Desviació electromagnètica	5
6	Conclusions	6
A	askdjfñla	6
B	Càlcul d'incerteses	6
B.1	Desviació electromagnètica . . . . .	6
C	Trajectòria rectilinia amb camp elèctric i camp magnètic aplicat	6

## 1 Introducció Teòrica

## 2 Mètode Experimental

## 3 Desviació electroestàtica

Teoria: Una partícula de massa  $m$  i càrrega  $q$  sota l'influència d'un camp elèctric uniforme en direcció  $y$  i magnitud  $E$  i amb velocitat en direcció  $x$  i magnitud  $v_0$  descriurà la següent trajectòria:

$$x = v_0 t \qquad y = -\frac{qEt}{2m}$$

Tenint en compte la conservació de la energia tenim:

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = qV_a$$

On  $V_a$  és el potencial amb el que s'acceleren les partícules.

Y tenint en compte que el condensador de plaques planoparal·leles no és ideal:

Finalment, obtenim:

$$y = \frac{kV_p x^2}{4dV_a}$$

Presentació de resultats:

— Posar fotografies de la desviació electroestàtica —

En subministrar una diferència de potencial a les plaques s'observa com el raig es desvia cap al càtode. Per tant, les partícules de les què està compost els raigs catòdics tenen una càrrega negativa.

Les regressions lineals entre  $y$  i  $x^2$  confirmen que la trajectòria observada és una paràbola on els coeficients de correlació  $R^2 \sim 0,98$ <sup>1</sup>. D'aquestes també obtenim els diferents valors de  $k$ .

— Gràfics amb incerteses —

$V_p = 1kV$	$k = 0,905842781$
$V_p = 2kV$	$k = 1,392224283$
$V_p = 3kV$	$k = 2,131002674$
$V_p = 4kV$	$k = 2,42607494$

---

<sup>1</sup>Les regressions lineals en detall es troben a l'annex C

## 4 Desviació magnetoestàtica

En aquest apartat de la pràctica, després de comprovar que les partícules dels raigs catòdics tenen càrrega negativa com hem vist a la secció 3 n'estudiem la interacció amb el camp magnètic, substancialment uniforme, generat per unes bobines de Hemholtz. El camp l'hem dirigit perpendicular als raigs catòdics i n'hem controlat la intensitat regulant la intensitat del corrent de les bobines. Al aplicar el camp, com era d'esperar, hem observat com els raigs es corbaven i ens hem disposat a estudiar les dependències d'aquesta corba i el seu radi amb la intensitat del corrent de les bobines i amb el potencial dels raigs catòdics per poder determinar més propietats de les partícules d'aquests. Per la llei de Lorentz, una partícula carregada negativament sota un camp d'inducció magnètica,  $\vec{B}$ , pateix una força

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}. \quad (1)$$

Aquesta força, al ser sempre perpendicular a la velocitat i tenint en compte que en el nostre sistema la velocitat de les partícules carregades,  $\vec{v}$ , és perpendicular a  $\vec{B}$  induirà un moviment circular a les partícules de radi  $R$ . La trajectòria de les partícules carregades del nostre sistema complirà

$$R = \frac{x^2 + y^2}{2y} \quad (2)$$

ubicant el centre de coordenades a la boca del tub de raigs catòdics i l'eix  $x$  del sistema paral·lel a la direcció de sortida dels raigs.

Igalant la força centrípeta a la força de Lorentz obtenim la relació

(3)

que combinada amb la llei de la conservació de l'energia mecànica

$$qV_a = \frac{1}{2}mv^2 \quad (4)$$

ens dona una expressió per calcular la relació  $\frac{q}{m}$ :

(5)

—Posar fórmules camp magnetic i radi—

En primer lloc hem estudiat la dependència del radi de la trajectòria dels raigs catòdics amb la intensitat del corrent de les bobines agafant 0.1A, 0.2A, 0.3A, 0.4A, 0.5A, 0.6A, 0.7A, 0.8A com a intensitats de mostreig. Per això, hem calculat el radi associat a cada intensitat que com veiem a 2 és el pendent de la regressió lineal entre  $x^2 + y^2$  i  $2y$ .

com i per què varia  $R$  en funció de  $I$ ? (gràfic amb incerteses?)

com i per què varia  $R$  en funció de  $V_a$ ?

(!!pensar com evaluar les incerteses)

## 5 Desviació electromagnètica

En aquest tercer apartat ens interessem la relació càrrega/massa de les partícules dels raigs catòdics per a comprovar que aquesta coincideix amb la de l'electró.

Tenint en compte el que ja hem pogut observar en els apartats anteriors: la desviació parabòlica a l'aplicar un camp elèctric  $E$  i desviació circular a l'aplicar el camp magnètic  $B$ , el que ens interessa en aquest tercer apartat és aplicant els camps de tal manera que de les dues deflexions estiguin al mateix pla però en amb direccions oposades. D'aquesta manera, aconseguim que la trajectòria dels raig catòdics no es vegi desviada, fet que ens permet igualar l forces elèctriques i magnètiques de tal manera que arribem a la següent equació:

$$qE = qvB \quad (6)$$

amb la que es troba que la velocitat vindrà donada pel quocient

$$v = \frac{E}{B} \quad (7)$$

Podem obtenir el radi de la trajectòria circular deguda només a la desviació magnètica com s'explica a la secció 4.

De les Eqs (6), I MES EQ (LA DEL RADI) es pot deduir l'equació que fem per a calcular la relació càrrega/massa de la partícula que forma els raigs catòdics a partir de les nostres dades experimentals:

$$\frac{q}{m} = \frac{E}{RB^2} = \frac{kV_p}{dK^2I^2R} \quad (8)$$

Primerament, hem trobat el valor de la diferència de potencial aplicat entre les plaques amb el qual la desviació de la trajectòria rectilínia paral·lela a l'eix de les abscisses és mínima<sup>2</sup>.

En concret hem hagut d'aplicar una diferència de potencial  $V_p = (0,85+) \text{ kV}$  per compensar un camp magnètic generat per bobines amb intensitat de  $I = 100 \text{ mA}$  i un potencial  $V_a = 3 \text{ kV}$  per a l'acceleració de les partícules dels raigs catòdics.

En segon lloc, suprimint el camp elèctric  $\vec{E}$  podem mesurar el radi de la trajectòria que deguda només de la desviació magnètica d'igual manera que en la secció 4, el qual ha resultat ser  $R = (A + A) \text{ m}$ .

---

<sup>2</sup>L'ampliació respecte aquest aspecte es troba en l'annex C

La constant del condensador  $k$ , la qual té en compte els efectes de vorada de les plaques, la podem obtenir com hem fet prèviament a la secció 3. D'altra banda la constant de les bobines de Hemholtz  $K$  ve determinada per la geometria d'aquestes, com s'explica en la secció 4.

Per últim, un cop hem trobat la relació càrrega-massa  $q/m$  podem comparar-la amb la relació  $e/m$ , on  $e$  correspon a la càrrega d'un electró i  $m$  a la seva massa.

RESULTAT  $Q/M^3$

## 6 Conclusions

les partícules eren indeed electrons!

Annex

### A askdjñla

### B Càlcul d'incerteses

#### B.1 Desviació electromagnètica

### C Trajectòria rectilínia amb camp elèctric i camp magnètic aplicat

AFEGIR FOTOS!

Notem que aquesta trajectòria de fet, no és igual de rectilínia a la trajectòria que podem observar quan no hi ha aplicat ni camp elèctric ni camp magnètic. Això és degut a la NO UNIFORMITAT DEL CAMP ELÈCTRIC (CONDENSADOR DE PLAQUES PETITES) I A LA NO UNIFORMITAT DEL CAMP MAGNÈTIC (SOLENOIDE NO PERFECTAMENT IDEAL).

---

<sup>3</sup>El càlcul de les incerteses associades a aquest resultat es presenten en l'annex B.1