

Examen preparación análisis de datos 1

OLIMPIADA MEXICANA DE FÍSICA, SMF
Fecha de entrega: viernes 19 junio 2015

ENTRENAMIENTO 2015

1. Medición de relación carga-masa del electrón

La medida de la carga específica del electrón, esto es, la relación entre su carga y su masa, se realizó por vez primera en los años ochenta del siglo XIX y constituye un acontecimiento importante en el desarrollo de la Física.

El experimento consiste esencialmente en estudiar la interacción que sufren los electrones cuando penetran en un campo magnético, mientras son acelerados por un potencial eléctrico V .

El dispositivo experimental donde se producen los electrones está representado en la fotografía de la figura 0.1. La ampolla de vidrio contiene gas hidrógeno a baja presión. Los electrones, se originan por efecto termoiónico, el cual consiste en calentar un filamento a alta temperatura, lo que da lugar a la emisión de los mismos, una vez producidos se aceleran mediante la acción de un campo eléctrico.

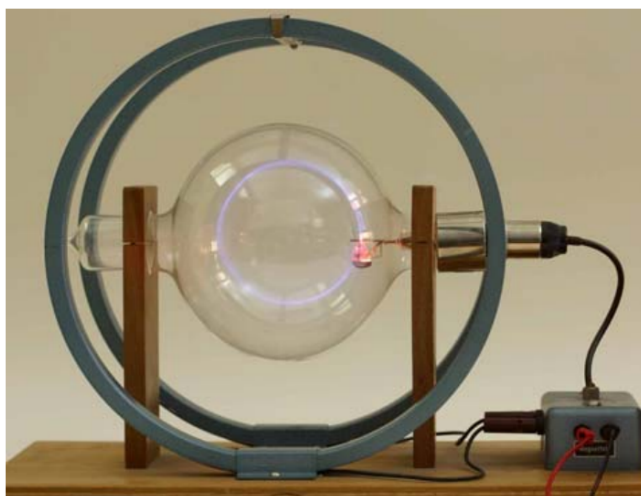


Figura 0.1:

El dispositivo experimental, es el de la fotografía de la figura 0.2, lleva incorporados, además de la citada ampolla de vidrio con gas hidrógeno y las bobinas de Helmholtz, una fuente de alimentación de 6,3 V cuya misión es calentar el filamento metálico que produce los electrones, otra fuente de tensión de varias centenas de voltios cuya misión es comunicar una velocidad elevada a los electrones, y otra fuente que debe suministrar corriente, del orden de los amperios, a las bobinas de Helmholtz, todo acompañado de un amperímetro y un voltímetro. El amperímetro mide la intensidad de la corriente que recorre las bobinas y el voltímetro la diferencia de potencial que permite acelerar a los electrones.

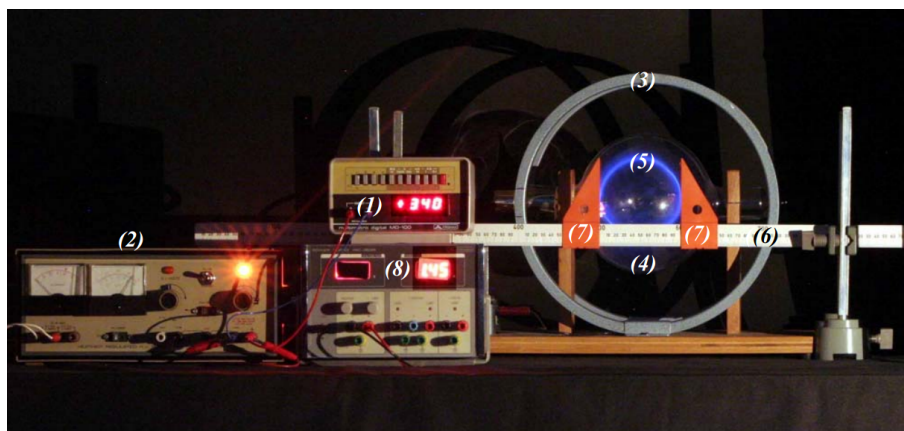


Figura 0.2: 1) Voltímetro que mide la tensión V , 2) Fuentes de alimentación, 3) Bobinas de Helmholtz, 4) Ampolla de vidrio, 5) Trayectoria circular de los electrones, la cual se encuentra en el interior de la ampolla vidrio, 6) regla graduada en milímetros, 7) Índices sobre la regla, que permiten medir el diámetro de la trayectoria, 8) Amperímetro

1. Al ser emitidos los electrones del filamento se aceleran debido a un campo eléctrico producido por un potencial eléctrico acelerador V_a . Si los electrones son emitidos del filamento con velocidad nula, encuentra la velocidad v que adquieren los electrones debido a este potencial.
2. Si adicionalmente existe un campo magnético uniforme de intensidad B , encuentra la relación entre la carga y la masa de un electrón que se mueve de forma perpendicular al campo en términos de la velocidad de los electrones v , la intensidad del campo B y del radio de la trayectoria que describen los electrones R .
3. Teniendo en cuenta que la intensidad del campo magnético B , creado por las bobinas de Helmholtz es proporcional a la intensidad de la corriente $B = k \cdot I$ (k depende del radio de las bobinas, del número de espiras y de la distancia entre ellas), encuentra una relación entre la corriente I aplicado a las bobinas y el voltaje de aceleración V_a .

El procedimiento experimental que se utiliza, es variar el voltaje de aceleración V y la corriente en las bobinas I , logrando para cada par de valores de estas magnitudes, que el radio de la circunferencia descrita por los electrones sea siempre el mismo, $R = 5$ cm.

Con los siguientes datos encuentra la relación carga-masa del electrón.

El valor de la constante de las bobinas es: $k = 7.54 \times 10^{-4} \text{ T/A}$

En el dispositivo se ha colocado una regla graduada en milímetros cuya misión es medir el radio de la trayectoria circular descrita por los electrones. El radio de la órbita circular que describen los electrones es: $R = 5.00 \pm 0.2$ cm.

Mediciones de voltaje V contra corriente I .

$V/(\pm 2 \text{ volts})$	$I/(\pm 0.05 \text{ amperes})$
192	1.00
208	1.05
220	1.10
234	1.15
252	1.25
270	1.30
300	1.35
315	1.40
335	1.45
355	1.50

2. IPhO 2001, Líquido que gira.

Este experimento consta de dos partes:

1. Caracterización del perfil de la superficie del líquido al girar y cálculo de la aceleración de la gravedad,
2. Estudio del líquido rotativo como un sistema óptico,

Cuando un recipiente cilíndrico lleno de un líquido gira alrededor del eje vertical que pasa a través de su centro con una velocidad angular uniforme ω , la superficie del líquido toma una forma parabólica (ver Figura 1). En equilibrio (llegando a una situación estacionaria), la tangente a la superficie en el punto $P(x, y)$ forma un ángulo θ con la horizontal tal que

$$\tan \theta = \frac{\omega^2 x}{g}, \quad \text{para } |x| \leq R, \quad (1)$$

donde R es el radio del recipiente y g es la aceleración de la gravedad.

Además, puede demostrarse que para $\omega < \omega_{\max}$ (donde ω_{\max} es la velocidad angular para la cual el centro del líquido toca el fondo del recipiente),

$$\text{a } x = x_0 = \frac{R}{\sqrt{2}}, \quad y(x_0) = h_0 \quad (2)$$

es decir, la altura del líquido al girar es la misma que cuando no gira.

El perfil de la superficie del líquido giratorio es una parábola definida por la ecuación

$$y = y_0 + \frac{x^2}{4C}, \quad (3)$$

con el vértice en $V(0, y_0)$ y el foco en $F(0, y_0 + C)$. Cuando rayos de luz paralelos al eje de simetría (eje óptico) se reflejan en la superficie parabólica, todos ellos pasan por el punto F (ver Fig. 1).

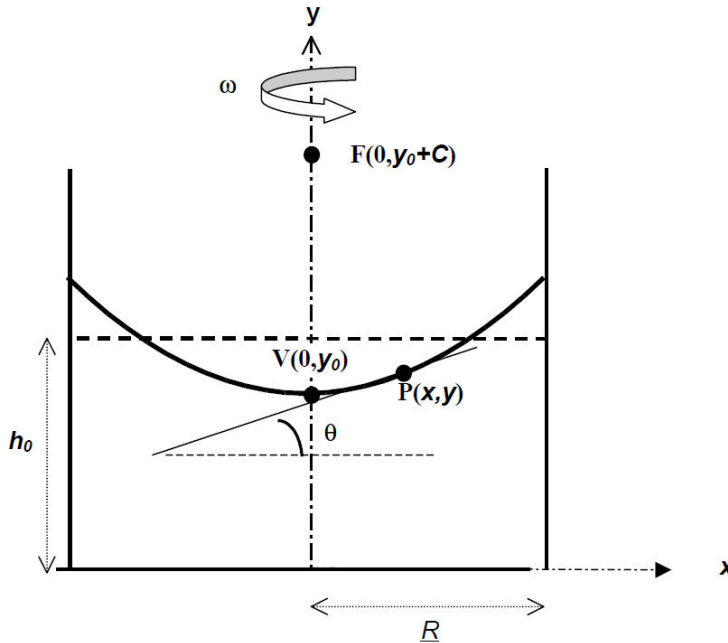


Figura 0.3:

Equipo:

- Un recipiente cilíndrico de plástico con glicerina. El recipiente cuenta con una escalas milimétricas en la pared lateral.
- Un plato giratorio accionado por un pequeño motor eléctrico de corriente continua alimentado por una fuente de voltaje variable, que controla la velocidad angular.
- Una pantalla semi-transparente con escala milimétrica.
- Un láser montado sobre un soporte ajustable.
- Una regla.
- Un plumón.
- Un cronómetro.
- Las rejillas de difracción con 500 ó 1000 líneas por mm.

EXPERIMENTO

Parte 1: Determinación de g con un líquido giratorio

[10 puntos]

- Deducir la ecuación 1.
- Medir la altura h_0 del líquido en el contenedor y el diámetro interior del recipiente $2R$.
- Coloque la pantalla entre la fuente luminosa y el contenedor. Mida la distancia H entre la pantalla y la placa giratoria (ver Figura 2).
- Alinear el láser de manera que el haz apunte verticalmente hacia abajo e incida sobre la superficie del líquido a una distancia $x_0 = \frac{R}{\sqrt{2}}$ desde el centro del recipiente.
- Gire lentamente el plato. Asegúrese de que el centro de rotación del líquido no esté en contacto con el fondo del recipiente.
- Se sabe que en $x_0 = \frac{R}{\sqrt{2}}$, la altura del líquido sigue siendo la misma que la altura original h_0 , independientemente de la velocidad angular ω . Usando este hecho y las medidas del ángulo θ de la superficie en x_0 para varios valores de ω , lleve a cabo un experimento para determinar la aceleración de la gravedad g .
- Elabore una tabla con las cantidades medidas y calculadas para cada ω .
- Elabore la gráfica para el cálculo de g .
- Reporte el valor de g , y el error experimental.

Parte 2: Sistema óptico

En esta parte del experimento el líquido al girar será tratado como un sistema óptico que forma imágenes. Puesto que la curvatura de la superficie varía con la velocidad angular, la distancia focal de este sistema óptico depende de ω .

Análisis de la distancia focal

[10 puntos]

- Alinear el láser de tal manera que el haz se dirija verticalmente hacia abajo e incida en el centro del recipiente. Marcar el punto P , donde el haz golpea la pantalla. Así, la línea que une este punto hasta el centro del recipiente será el eje óptico del sistema (véase Figura 2).
- Dado que la superficie del líquido se comporta como un espejo parabólico, cualquier haz incidente paralelo a el eje óptico pasará a través del punto focal F situado sobre el eje óptico al reflejarse.
- Ajustar la velocidad de rotación para localizar el punto focal en la pantalla. Medir la velocidad de rotación ω y la distancia H entre la pantalla y la base giratoria.
- Repita los pasos anteriores para diferentes valores de H .
- Copiar los valores medidos de $2R$, h_0 y el valor de ω en cada H en la hoja de respuestas.
- Realice el gráfico apropiado de los datos para encontrar la relación entre la distancia focal y la velocidad angular. Copie el resultado en la hoja de respuesta.

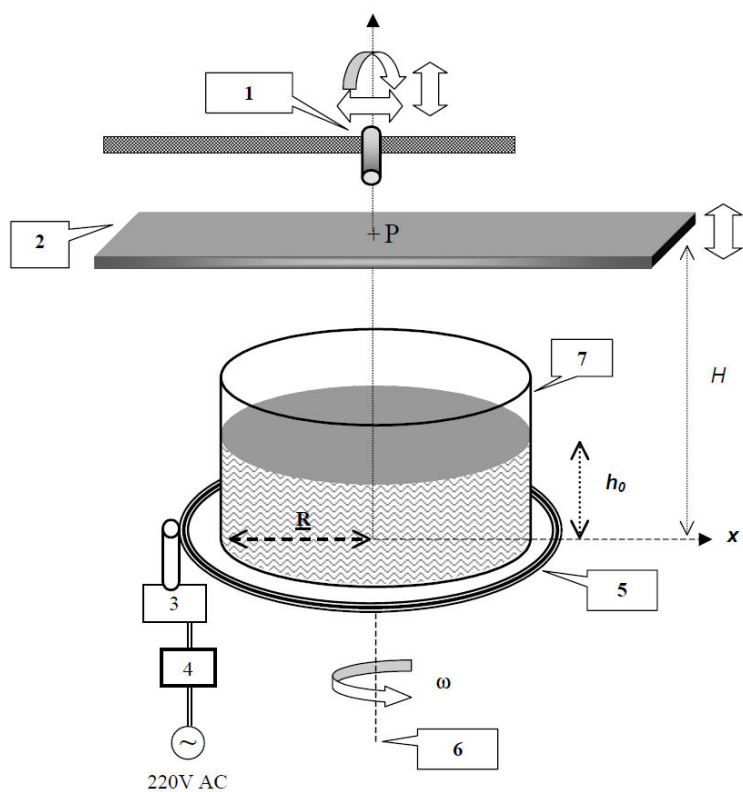


Figura 0.4: 1. Láser, 2. Pantalla, 3. Motor, 4. Control del motor, 5. Base giratoria, 6. Eje de rotación, 7. Recipiente cilíndrico.

Resuelve este problema experimental con la siguiente información.

Considere que se midió el tiempo para 10 revoluciones del recipiente y que el número de cifras significativas está de acuerdo con la incertidumbre del instrumento.

Para la parte 1:

$2R$ (mm)	X_0 (mm)	h_0 (mm)	H (mm)
145	51	30	160

10T (s)	θ (grados)
21.34	2.4
15.80	4.4
14.22	5.7
12.99	6.5
11.74	8.6
10.45	10.7
9.90	11.7
9.40	13.3
9.08	14.2
8.39	16.6
7.71	18.8
7.43	20.4
7.00	22.7

Para la parte 2:

H (mm)	10T (s)
158	10.31
209	13.19
190	11.70
150	9.80
129	9.21
119	8.75
110	8.10