

Experimento de Thomson

1. En un experimento como el de Thomson, un haz de rayos catódicos describe una trayectoria circular de 14 [cm] de radio; sin embargo, al emplear un campo eléctrico de 700 [V·m⁻¹] el haz recuperó su trayectoria recta. Determine:

- La fuerza centrípeta que se ejerció sobre los electrones.
- La intensidad del campo magnético que actúa sobre los electrones.

$$a) F_c = 1.12154 \times 10^{-16} \text{ [N]}$$

$$b) B = 1.6860 \times 10^{-4} \text{ [T]}$$

2. Al realizar el experimento de J. J. Thomson en un aparato cuyas bobinas tienen 14 [cm] de radio y 130 vueltas de conductor, el haz de rayos catódicos se desvió describiendo una trayectoria circular de 9.1 [cm] de radio cuando se impuso una corriente de 0.7 [A] en las bobinas. Con base en los datos proporcionados, determine la diferencia de potencial empleada en el experimento.

$$V = 248.76 \text{ [V]}$$

3. En un tubo de rayos catódicos, el haz de electrones se mueve a través de un campo magnético de 7.0 [T] y es acelerado al aplicar una diferencia de potencial de 210 [V]. Calcule la aceleración centrípeta que sufren los electrones.

$$a_c = 1.0581 \times 10^{19} \text{ [m·s}^{-2}\text{]}$$

4. Cuando un electrón atraviesa perpendicularmente un campo magnético, se ejerce sobre él una fuerza magnética de 910×10^{-18} [N], provocando que se desvíe con un radio de curvatura de 7 [cm]. Determine:

- La energía cinética del electrón.
- El potencial de aceleración.

$$a) E_c = 31.85 \times 10^{-18} \text{ [J]}$$

$$b) V = 198.7891 \text{ [V]}$$

5. Cuando un haz de rayos catódicos pasa perpendicularmente a través de un campo magnético de 0.7 [mT] se desvía con un radio de curvatura de 56.8561×10^{-3} [m]. Se desea que el haz de rayos catódicos recupere su trayectoria recta aplicando un campo eléctrico (E) perpendicular a la trayectoria del haz y al campo magnético. Calcule la magnitud que deberá tener el campo eléctrico aplicado.

$$E = 4\,900 \text{ [N·C}^{-1}\text{]}$$

6. Al realizar el experimento de J. J. Thomson con un campo magnético constante de 7 [mT], se obtuvieron los valores de rapidez (v) y aceleración centrípeta (a_c) siguientes:

v [m·s ⁻¹] $\times 10^{-7}$	0.7	1.4	2.1	2.8	3.5
a_c [m·s ⁻²]	8.6384×10^{15}	1.7035×10^{16}	2.5642×10^{16}	3.4270×10^{16}	4.2891×10^{16}

Utilice todos los valores de la tabla para determinar por el método de mínimos cuadrados, el valor de la relación carga-masa de los electrones que resulta de este experimento.

$$q/m = 1.7498 \times 10^{11} \text{ [C·kg}^{-1}\text{]}$$

7. En un experimento como el de Thomson, se mantuvo constante la corriente y se determinaron los datos siguientes:

E_c [J] $\times 10^{18}$	70	140	210	280	350	420	490
r [m] $\times 10^3$	11.4215	22.8431	34.2647	45.6863	57.1078	68.5294	79.9510

Empleando la información que da la totalidad de los puntos, determine la fuerza centrípeta que se ejerce sobre los electrones.

$$F_c = 1.2257 \times 10^{-14} \text{ [N]}$$

8. En un experimento como el de Thomson, se obtuvieron los resultados siguientes:

F_m [N]	v [m·s ⁻¹]
9.4145×10^{-16}	6.5×10^6
10.1387×10^{-16}	7×10^6
11.5871×10^{-16}	8×10^6
13.0355×10^{-16}	9×10^6

Donde F_m es la fuerza magnética ejercida sobre los electrones y v es la velocidad de los mismos. El ángulo entre el vector velocidad y el vector campo magnético es de 90°. Utilizando las cuatro parejas de datos y el método de los mínimos cuadrados, calcule el campo magnético aplicado.

$$B = 9.0401 \times 10^{-4} \text{ [T]}$$

9. Un protón que es acelerado por una diferencia de potencial de 280 [V], tiene la misma velocidad que un electrón que pasa perpendicularmente a través de un campo magnético de 14 [μT]. Determine el radio de la trayectoria circular que describe el electrón.

$$r = 9.4 \text{ [cm]}$$

10. Un ion de 28 [uma] que posee dos cargas positivas, se acelera con una diferencia de potencial de 700 [V] y se hace pasar perpendicularmente a través de las líneas de flujo de un campo magnético de 0.7 [T]. Determine el momento angular del ion cuando atraviesa dicho campo magnético.

$$m \cdot v \cdot r = 9.2991 \times 10^{-23} \text{ [J} \cdot \text{s]}$$

Experimento de Millikan

11. Una gota de aceite con radio de 876.0861×10^{-9} [m] se mantiene estática al aplicar una diferencia de potencial de 210 [V]. Determine la diferencia de potencial que debe aplicarse para que la gota recorra una distancia de 1 [mm] en 19.2466 [s] ascendiendo a velocidad constante. Considere los datos siguientes:

Distancia entre las placas = 1 [cm]

Diferencia de densidades = 855 [kg·m⁻³]

Aceleración gravitatoria = 9.78 [m·s⁻¹]

Viscosidad del aire = 1.830×10^{-5} [kg·m⁻¹·s⁻¹]

$$V = 350 \text{ [V]}$$

12. En un experimento como el de Millikan, una gota de aceite con siete electrones en exceso cae libremente 0.7 [mm] por cada 2.8 [s]. Si posteriormente se aplica una diferencia de potencial de 630 [V], determine si la gota sigue cayendo, está estática o asciende. En caso de que la gota se encuentre en movimiento, determine su velocidad terminal. Las condiciones de trabajo fueron las siguientes: diferencia de densidades, 855.0 [kg·m⁻³]; viscosidad del aire, 1.83×10^{-5} [kg·m⁻¹·s⁻¹]; aceleración gravitatoria, 9.78 [m·s⁻²]; distancia entre placas metálicas. 0.006 [m].

$$\text{La gota sigue cayendo con una velocidad, } v = 3.2438 \times 10^{-5} \text{ [m} \cdot \text{s}^{-1}]$$

13. Al realizar el experimento de Millikan, despreciando el efecto de la fuerza de Arquímedes, se encontró que una gota de aceite que se encuentra en caída libre, tiene una densidad de 0.84 [g·mL⁻¹] y tarda 14 [s] en recorrer 2.1 [mm]. Posteriormente, a esa misma gota, se le aplicó una descarga de rayos X, con lo cual adquirió una carga equivalente a 35 electrones; de tal forma, que la gota asciende al someterse a la influencia de un campo eléctrico de 28000 [V·m⁻¹]. Determine la velocidad a la cual asciende la gota, considerando para la viscosidad del aire, 1830×10^{-7} [g·cm⁻¹·s⁻¹] y para la aceleración gravitatoria, 9.81 [m·s⁻²].

$$v_a = 2.2180 \times 10^{-4} \text{ [m} \cdot \text{s}^{-1}]$$

14. En un experimento como el de Millikan, se necesita aplicar un campo eléctrico de 98000 [N·C⁻¹] para que una gota de aceite se quede estática. Si la fuerza de gravedad que se ejerce sobre la gota es de 109.9109×10^{-15} [N], determine cuántos electrones tiene en exceso la gota. Desprecie el efecto de la fuerza de Arquímedes.

$$7 \text{ electrones}$$

15. En un aparato como el de Millikan, se tienen tres gotas de aceite con igual radio dentro de un campo eléctrico generado por una diferencia de potencial de 700 [V], las cargas de las gotas son 7 e⁻, 14 e⁻ y 28 e⁻. Si la gota con 14 electrones en exceso se encuentra estática, determine la velocidad terminal de las otras. Las condiciones de trabajo son:

Distancia entre las placas: 7×10^{-3} [m]

Aceleración gravitatoria = 9.78 [m·s⁻²]

Diferencia de densidades = 855 [kg·m⁻³]

Viscosidad del aire: 1.83×10^{-5} [kg·s⁻¹·m⁻¹]

$$(7e^-) v_c = 175.0747 \times 10^{-6} \text{ [m} \cdot \text{s}^{-1}]$$

$$(28e^-) v_a = 350.1718 \times 10^{-6} \text{ [m} \cdot \text{s}^{-1}]$$

16. Al realizar el experimento de Millikan de la gota estática, se obtuvieron los radios (r) de diferentes gotas de aceite, que aparecen a continuación.

Gota	1	2	3	4	5	6	7	8	9
r [m]x10 ⁶	1.7160	1.8485	2.0688	2.1623	2.3324	2.4056	2.4758	2.6024	2.7198

Considere los datos siguientes:

Aceleración gravitatoria: 9.81 [m·s⁻²]

Diferencia de densidades: 898.8 [kg·m⁻³]

Distancia entre las placas: 0.016 [m]

Diferencia de potencial: 4550 [V]

Calcule el valor de la carga eléctrica fundamental que se deriva de este experimento.

$$e = 1.6529 \times 10^{-19} \text{ [C]}$$

Teoría cuántica de Planck

17. Una lámpara de 14.0 [W] emite fotones cuya longitud de onda es de 630 [nm]. Calcule cuántos fotones emite la lámpara en 70 [min].

$$186.4808 \times 10^{21} \text{ [fotones]}$$

18. Una lámpara láser emite radiación de 700 [nm], en forma de pulsos que duran 0.7 segundos, con un intervalo de espera de 3.3 [s]. Si al cabo de 7[h] la lámpara emitió 7.5140×10^{-11} [J], determine cuántos fotones viajan en cada pulso.

42 000 [fotones]

19. En una habitación se encienden al mismo tiempo, dos lámparas de 100 [W] cada una y al cabo de 7 [s] se apagan. Si una de las lámparas emite fotones de 7×10^{14} [Hz] y la otra de 560 [nm], determine:

- El color de la luz de cada lámpara.
- La energía total emitida por las dos lámparas.
- La cantidad de fotones que emite cada lámpara.

a) Morado, verde
b) 1400 [J]
c) 1.5091×10^{21} [fotones]
 1.9733×10^{21} [fotones]

20. Una lámpara emite tres tipos de fotones (A, B y C) que contribuyen en diferentes porcentajes a la energía total emitida, como se muestra en la tabla siguiente:

fotón	f [Hz]	% de energía
A	5.3533×10^{14}	35
B	4.7585×10^{14}	49
C	4.2827×10^{14}	16

Si la lámpara tiene una potencia de 140 [W] y permanece encendida 7 [s], determine:

- La energía total emitida por la lámpara.
- La cantidad de fotones tipo B emitidos.
- El color de cada tipo de fotón.

a) $E_T = 980$ [J]
b) 1.5229×10^{21} [fotones]
c) Fotón A (verde-amarillo)
Fotón B (amarillo-naranja)
Fotón C (rojo)

Efecto fotoeléctrico

21. Al incidir una onda electromagnética sobre la superficie de un metal provoca una emisión de electrones con una velocidad de 14.2135×10^5 [m·s⁻¹]. Determine el periodo de la onda electromagnética si la función de trabajo del metal es 2.1 [eV]

$\tau = 5.2758 \times 10^{-16}$ [s]

22. En un experimento del efecto fotoeléctrico se ilumina la superficie de un metal con luz de diferentes longitudes de onda, obteniéndose los resultados siguientes:

Longitud de onda λ [m] $\times 10^7$	Potencial de frenado [V]
5.78034	0.734
5.46448	0.841
4.36046	1.450
4.04858	1.589
3.64963	1.912

Calcule la constante de Planck y la función de trabajo. Recuerde que $E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = q \cdot V$

$h = 6.2755 \times 10^{-34}$ [J·s]

$W_o = 3.0536 \times 10^{-19}$ [J]

23. Cuando una onda electromagnética incide sobre una placa de potasio, cuya función de trabajo es de 2.1 [eV], se provoca la emisión de fotoelectrones con una cantidad de movimiento, $m \cdot v = 2.1356 \times 10^{-24}$ [N·s]. Determine la longitud de la onda electromagnética incidente en nanómetros.

$\lambda = 70$ [nm]

24. En un experimento del efecto fotoeléctrico se emite un electrón de una placa metálica cuyo límite de frecuencia es de 7×10^{14} [Hz]. Si la onda electromagnética incidente corresponde a la séptima línea de la serie de Lyman para el átomo de hidrógeno, determine la velocidad a la que viajan los electrones emitidos.

$v = 1.9224 \times 10^6$ [m·s⁻¹]

Teoría Atómica de Bohr, teoría de De Broglie

25. El único electrón de un ion hidrogenoide se encuentra en la órbita 7 donde se ejerce sobre éste una fuerza centrípeta de -318.2374 [nN]. Determine de qué elemento es el ion.

Escandio

26. El único electrón de un átomo hidrogenoide se encuentra en una órbita donde se ejerce sobre él una fuerza eléctrica de -94.2925×10^{-9} [N] y tiene una energía potencial de -17.4638×10^{-18} [J]. Determine de qué elemento es el átomo.

Silicio

27. El electrón del ion O^{7+} posee una energía cinética de 54.4 [eV]. Determine la cantidad de movimiento angular que posee el electrón.

$$m \cdot v \cdot r = 4.2182 \times 10^{-34} \text{ [J} \cdot \text{s]}$$

28. El único electrón de un átomo hidrogenoide se encuentra en una órbita que tiene un perímetro de 7.7580×10^{-10} [m] y posee una energía total de -1.9646×10^{-17} [J]. Determine:

- La órbita en la que se encuentra el electrón.
- La rapidez con la que se desplaza el electrón.

$$n = 7$$

$$v = 6.5723 \times 10^6 \text{ [m} \cdot \text{s}^{-1}\text{]}$$

29. El único electrón de un ion hidrogenoide de Ti^{21+} salta de una órbita con radio de 6.0133×10^{-11} [m] a otra con radio de 9.6214×10^{-12} [m]. Calcule la longitud de onda de la radiación electromagnética que se emite e indique la zona del espectro electromagnético en la que se ubica.

$$\lambda = 8.9656 \times 10^{-10} \text{ [m]}$$

Se ubica en la región de los rayos X

30. Cuando el único electrón de un átomo hidrogenoide se encuentra en la órbita 7, incide sobre él una onda electromagnética de 121.51 [nm] que lo hace saltar hasta la órbita 14. Determine la energía mínima necesaria para llevar al electrón de la órbita 14 a la frontera del átomo y que lo pierda o se ionice.

$$E = 544.9640 \times 10^{-21} \text{ [J]}$$

31. El único electrón del ion Q^{10+} se encuentra inicialmente en una órbita donde su cantidad de movimiento angular es 8.43657×10^{-34} [J·s]. Determine la frecuencia de la onda electromagnética emitida por el ion al pasar a una órbita donde su radio es de 4.3296×10^{-11} [m].

$$f = 3.8 \times 10^{16} \text{ [s}^{-1}\text{]}$$

32. El único electrón del ion X^{20+} se encuentra en la órbita 7, pero al incidir sobre él un fotón de 2.2206×10^{16} [Hz] cambia de órbita. Determine:

- La velocidad del electrón en la nueva órbita.
- Cuántas veces recorre el electrón la nueva órbita en un segundo (frecuencia de giro en torno al núcleo).

$$v = 3.2862 \times 10^6 \text{ [m} \cdot \text{s}^{-1}\text{]}$$

$$f_g = 1.0589 \times 10^{15} \text{ [s}^{-1}\text{]}$$

33. Al incidir una onda electromagnética de 20.5035 [nm] de longitud de onda, sobre el único electrón del ion N^{6+} , provoca que dicho electrón salte de la órbita 3 a una órbita superior. Determine la longitud de onda asociada al electrón en la órbita superior.

$$\lambda_e = 3.3248 \times 10^{-10} \text{ [m]}$$

34. El único electrón de un átomo hidrogenoide de escandio se encuentra en una órbita donde su longitud de onda es de 1.1082×10^{-10} [m]. Determine:

- La energía cinética del electrón.
- La órbita en la que se encuentra el electrón.

$$a) E_c = 1.9722 \times 10^{-17} \text{ [J]}$$

b) Órbita 7

35. Cuando el único electrón del ion N^{6+} salta de la órbita 7 a una de menor energía, emite un fotón de longitud de onda de 20.503 [nm]. Determine la longitud de onda asociada al electrón en la órbita final.

$$\lambda_e = 1.42 \times 10^{-10} \text{ [m]}$$

36. Determine la longitud de onda de De Broglie de un neutrón que posee la misma energía cinética que tiene el único electrón del ion Ni^{27+} en la séptima órbita.

$$\lambda_n = 1.9371 \times 10^{-12} \text{ [m]}$$

Números cuánticos

37. Si el último electrón del ion X^{2-} tiene como valores de sus números cuánticos $n = 5$, $l = 2$, $m = 0$ y $s = -\frac{1}{2}$, determine:

- ¿Cuál es el elemento X?
- ¿Cuántos electrones de X^{2-} tienen $m = -1$?

a) Osmio

b) 16 Electrones

38. El último electrón del ion A^{7+} tiene como valor de cada uno de sus números cuánticos a: $n = 4$, $l = 1$, $m = +1$ y $s = -\frac{1}{2}$

Determine:

- De qué elemento se trata.
- El número de electrones que tienen a -2 como el valor de alguno de sus números cuánticos para el ion A^{7+} .

Tecnecio

$2 e^-$ con $m = -2$

39. Proponga el valor de los números cuánticos para el último electrón del ion correspondiente y complete la tabla siguiente:

Ion	Carga del ion	Z	A	Número de:			n	l	m	giro
				Protones	Electrones	Neutrones				
	$2+$		24				2	1	+1	$-\frac{1}{2}$
P^{3-}		15				16				$-\frac{1}{2}$
	$1-$		35				3	1	+1	$-\frac{1}{2}$
Ca^{2+}						20				$-\frac{1}{2}$

40. Un átomo neutro X presenta en su electrón diferencial los números cuánticos $n = 4$, $l = 3$, $m = +3$ y $s = +\frac{1}{2}$. Determine:

- A qué elemento pertenece el átomo X.
- Cuántos electrones del átomo X tiene $n = 3$ y $m = +1$.

a) Europio

b) $4 e^-$

Propiedades magnéticas

41. En el Laboratorio de Química se registró el campo magnético (B) que generó un solenoide con un núcleo de un elemento X, al ir variando la intensidad de corriente eléctrica (I) como se muestra en la tabla siguiente:

B [T]	0	0.002	0.004	0.006	0.008	0.010	0.012	0.014	0.016	0.018
I [A]	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0

El solenoide utilizado tiene 800 espiras y una longitud de 14 [cm]. Si la permeabilidad magnética del aire es de $3.3621 \times 10^{-7} [T \cdot m \cdot A^{-1}]$. Obtenga:

- El modelo matemático $B = f(I)$, use el método de mínimos cuadrados.
- El carácter magnético del elemento X con base en la permeabilidad relativa.

a) $B [T] = 0.01 [T \cdot A^{-1}] \cdot I [A] - 2 \times 10^{-3} [T]$

b) Ferromagnético

42. En el laboratorio de química se realizó el experimento de propiedades magnéticas con un solenoide de 0.14 [m] de largo y 800 vueltas de conductor. Se midió el campo magnético (B) generado en el solenoide cuando se variaba la corriente eléctrica (I), primero con aire y después con un núcleo metálico de material desconocido. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

I [A]	$B_{\text{aire}} [T]$	$B_{\text{núcleo}} [T]$
0.1	3.34×10^{-4}	2.51×10^{-4}
0.4	5.54×10^{-4}	4.04×10^{-4}
0.7	7.73×10^{-4}	5.58×10^{-4}
1.0	9.93×10^{-4}	7.11×10^{-4}
1.3	1.21×10^{-3}	8.65×10^{-4}

Calcule:

- El modelo matemático del $B = f(I)$ para el aire.
- El modelo matemático del $B = f(I)$ para el núcleo metálico.
- La permeabilidad magnética del aire.
- La permeabilidad magnética del núcleo metálico.
- La permeabilidad relativa del núcleo metálico y con base en ésta determine su carácter magnético.

a) Aire: $B [T] = (7.3033 \times 10^{-4} [T \cdot A^{-1}]) (I [A]) + 2.6156 \times 10^{-4} [T]$

b) Núcleo: $B [T] = (5.1166 \times 10^{-4} [T \cdot A^{-1}]) (I [A]) + 1.9963 \times 10^{-4} [T]$

c) $\mu_{\text{aire}} = 255.6166 \times 10^{-9} [T \cdot m \cdot A^{-1}]$

d) $\mu_{\text{núcleo}} = 179.0833 \times 10^{-9} [T \cdot m \cdot A^{-1}]$

e) $k_m = 0.7$; diamagnético