

Experimento de Thomson

1. 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.

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

2. 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.

$$\text{a) } E_c = 3.185 \times 10^{-17} \text{ [J]}$$

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

3. En un experimento como el de Thomson, un haz de rayos catódicos describe una trayectoria circular de 14 [cm] de radio; sin embargo, al aplicar un campo eléctrico de $700 \text{ [V} \cdot \text{m}^{-1}\text{]}$ 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.

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

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

4. 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.

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

5. 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 [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$] $\times 10^{-7}$	0.7	1.4	2.1	2.8	3.5
a_c [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$]	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.

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

6. En un experimento de rayos catódicos con unas bobinas de 15 [cm] de radio y 130 vueltas de conductor, se obtuvieron los datos siguientes a 0.8 [A].

Radio [cm]	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
Diferencia de potencial [V]	104	116	126	144	160	180	200

Determine la relación entre la carga y la masa de los rayos catódicos, use el método de mínimos cuadrados.

$$q/m = 1.2757 \times 10^{11} \text{ [C} \cdot \text{kg}^{-1}\text{]}$$

7. Al realizar el experimento de Thomson en un aparato con unas bobinas de 15 [cm] de radio y 130 vueltas de conductor, se determinaron los valores siguientes cuando se aplicó una corriente eléctrica de 1.06 [A].

Diámetro [cm]	Voltaje [V]
11.0	200
10.5	186
10.0	170
9.5	154
9.0	146
8.5	136
8.0	126

Escriba el modelo matemático lineal que se deriva de este experimento y calcule la relación entre la carga y la masa de los rayos catódicos.

$$r^2 \text{ [m}^2\text{]} = (1.9032 \times 10^{-5} \text{ [m}^2 \cdot \text{V}^{-1}\text{)]) (V \text{ [V]}) - 7.5844 \times 10^{-4} \text{ [m}^2\text{]}$$

$$q/m = 1.54005 \times 10^{11} \text{ [C} \cdot \text{kg}^{-1}\text{]}$$

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

$E_c[\text{J}] \times 10^{18}$	70	140	210	280	350	420	490
$r[\text{m}] \times 10^3$	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.

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

9. Un protón incide sobre la tierra con una rapidez de $1 \times 10^6 \text{ [m}\cdot\text{s}^{-1}]$ en dirección perpendicular al campo magnético terrestre de $1.3 \times 10^{-6} \text{ [T]}$. Calcule:

- El radio de la trayectoria resultante.
- La aceleración centrípeta.

$$\text{a) } r = 8\,030.4005 \text{ [m]}$$

$$\text{b) } a_c = 1.2453 \times 10^8 \text{ [m}\cdot\text{s}^{-2}]$$

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. Al realizar el experimento de Millikan a nivel del mar, una gota de aceite ($\rho_{ac} = 0.84 \text{ [g}\cdot\text{mL}^{-1}]$) que se encuentra en caída libre, tarda 7 [s] en recorrer 1 [mm]. Si dicha gota posee 7 electrones en exceso, determine la magnitud del campo eléctrico necesario para que la gota permanezca estática. Desprecie el efecto de la fuerza de Arquímedes y considere que la viscosidad del aire es de $1830 \times 10^{-7} \text{ [g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}]$.

$$E = 52\,498.6384 \text{ [V}\cdot\text{m}^{-1}]$$

12. En el experimento de Millikan, una gota de aceite de $7 \times 10^{-14} \text{ [kg]}$ y de $14 \times 10^{-7} \text{ [m]}$ de radio, se encuentra estática cuando se aplica un diferencia de potencial de 595 [V] entre las placas metálicas separadas 7 [mm]. Calcule la diferencia de potencial que debe aplicarse para que la gota ascienda a $70 \times 10^{-3} \text{ [cm}\cdot\text{s}^{-1}]$. Utilice como valores constantes: $9.78 \text{ [m}\cdot\text{s}^{-2}]$ para la gravedad $1830 \times 10^{-7} \text{ [g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}]$ para la viscosidad del aire y $0.855 \text{ [g}\cdot\text{cm}^{-3}]$ para la diferencia de densidades.

$$V = 2687.8214 \text{ [V]}$$

13. En un experimento como el de Millikan, una gota de aceite con 14 electrones en exceso cae libremente a una velocidad $v_1 = 7 \times 10^{-5} \text{ [m}\cdot\text{s}^{-1}]$. Determine la diferencia de potencial que debe de aplicarse para que la gota ascienda a $\frac{1}{7}v_1$. Las condiciones de trabajo fueron las siguientes: diferencia de densidades, $855.0 \text{ [kg}\cdot\text{m}^{-3}]$; viscosidad del aire, $1.83 \times 10^{-5} \text{ [kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}]$; aceleración gravitatoria, $9.78 \text{ [m}\cdot\text{s}^{-2}]$; distancia entre placas metálicas. 0.006 [m].

$$V = 61.2882 \text{ [V]}$$

14. 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: $7 \times 10^{-3} \text{ [m]}$

Aceleración gravitatoria = $9.78 \text{ [m}\cdot\text{s}^{-2}]$

Diferencia de densidades = $855 \text{ [kg}\cdot\text{m}^{-3}]$

Viscosidad del aire: $1.83 \times 10^{-5} \text{ [kg}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}]$

$$(7e^-) v_c = 1.7507 \times 10^{-4} \text{ [m}\cdot\text{s}^{-1}]$$

$$(28e^-) v_a = 3.5017 \times 10^{-4} \text{ [m}\cdot\text{s}^{-1}]$$

15. En su primer trabajo publicado acerca de la carga fundamental del electrón, Millikan utilizó gotas de agua en lugar de gotas de aceite. Los resultados de este experimento se dan en la tabla siguiente:

Experimento:	Carga de la gota de agua [C]:
1	3.10×10^{-19}
2	3.25×10^{-19}
3	4.60×10^{-19}
4	6.09×10^{-19}
5	7.75×10^{-19}
6	9.24×10^{-19}

Determine el valor de la carga fundamental del electrón que se deduce de este experimento

$$e = 1.5535 \times 10^{-19} \text{ [C]}$$

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: $9.81 \text{ [m}\cdot\text{s}^{-2}]$

Diferencia de densidades: $898.8 \text{ [kg}\cdot\text{m}^{-3}]$

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] .

$$1.864808 \times 10^{23} \text{ [fotones]}$$

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 $7.5140 \times 10^{-11} \text{ [J]}$, determine cuántos fotones viajan en cada pulso.

$$42 \text{ 000 [fotones]}$$

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 $7 \times 10^{14} \text{ [Hz]}$ 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.

- Morado, verde
- 1400 [J]
- $1.5091 \times 10^{21} \text{ [fotones]}$
 $1.9733 \times 10^{21} \text{ [fotones]}$

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.

- $E_T = 980 \text{ [J]}$
- $1.5229 \times 10^{21} \text{ [fotones]}$
- Fotón A (verde-amarillo)
Fotón B (amarillo-naranja)
Fotón C (rojo)

Efecto fotoeléctrico

21. La energía mínima requerida para remover un electrón de un átomo de una placa metálica o material fotoeléctrico es de $3.44 \times 10^{-18} \text{ [J]}$. La absorción de un fotón de longitud de onda desconocida, ioniza al átomo en cuestión y produce un electrón con una velocidad de $1.03 \times 10^6 \text{ [m}\cdot\text{s}^{-1}]$. Calcule la longitud de onda (en nanómetros) de la radiación absorbida.

$$\lambda = 50.6682 \text{ [nm]}$$

22. Al incidir una onda electromagnética sobre la superficie de un metal provoca la emisión de electrones con una velocidad de $14.2135 \times 10^5 \text{ [m}\cdot\text{s}^{-1}]$. Determine el periodo de la onda electromagnética si la función de trabajo del metal es 2.1 [eV]

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

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

Frecuencia de la luz $f \text{ [s}^{-1}] \times 10^{-14}$	8.1967	7.4074	6.8807	6.0976	5.4945	5.1813
Energía Cinética Máxima $E_{c \text{ máx}} \text{ [J]} \times 10^{19}$	2.3710	1.8423	1.4899	1.9324	0.57672	0.38448

Calcule la constante de Planck y la energía de escape o función de trabajo.

$$h = 5.9682 \times 10^{-34} \text{ [J}\cdot\text{s]}$$

$$W_o = 2.4722 \times 10^{-19} \text{ [J]}$$

24. 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 $\lambda \text{ [m]} \times 10^7$	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 $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = q \cdot V$

$$h = 6.2755 \times 10^{-34} \text{ [J}\cdot\text{s]}$$

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

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 $-94.2925 \times 10^{-9} \text{ [N]}$ y tiene una energía potencial de $-17.4638 \times 10^{-18} \text{ [J]}$. Determine de qué elemento es el átomo.

Silicio

27. El único electrón de un átomo hidrogenoide de silicio tiene una frecuencia de giro en torno al núcleo de $3.7651 \times 10^{15} \text{ [s}^{-1}]$. Determine la órbita en la cual se encuentra el electrón.

Para la frecuencia de giro se tiene la expresión matemática siguiente: $f_g = \frac{v}{2 \cdot \pi \cdot r}$

Órbita 7

28. El único electrón del átomo C^{5+} se encuentra en una órbita tal, que tiene una longitud de onda asociada de $2.77 \times 10^{-10} \text{ [m]}$. Determine la energía potencial del electrón.

$$E_p = -6.2869 \times 10^{-18} \text{ [J]}$$

29. El único electrón de un ion hidrogenoide de Ti^{21+} salta de una órbita con radio de $6.0133 \times 10^{-11} \text{ [m]}$ a otra con radio de $9.6214 \times 10^{-12} \text{ [m]}$. 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. El único electrón del ion X^{20+} se encuentra en la órbita 7, pero al incidir sobre él un fotón de $2.2206 \times 10^{16} \text{ [Hz]}$ 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).

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

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

31. Un átomo hidrogenoide emite un fotón de $4.3252 \times 10^{18} \text{ [Hz]}$. Si la emisión corresponde a la cuarta línea espectral de la serie de Lyman, identifique al elemento al cual pertenece el átomo.

Rubidio

32. Un átomo de deuterio (${}^2_1\text{H}$) emite un fotón que se asocia a una onda electromagnética. El proceso de emisión ocurre cuando el único electrón salta de una órbita permitida, en donde el electrón se asocia a una onda estacionaria cuya $\lambda_e = 2.329 \times 10^{-9}$ [m], hacia la órbita $n = 2$.

- a) Calcule la energía del fotón emitido como consecuencia del salto del electrón y determine el valor de la frecuencia asociada al fotón.
b) ¿A qué región del espectro corresponde la línea asociada a la emisión del fotón?

$$a) E_f = 5.0117 \times 10^{-19} \text{ [J]}$$

$$f = 7.5637 \times 10^{14} \text{ [s}^{-1}\text{]}$$

b) Ultravioleta visible

33. El único electrón de un átomo se encuentra a 1.8898×10^{-10} [m] del núcleo y posee una energía total de -1.7114×10^{-17} [J]. Determine cuál es su longitud de onda asociada y la cantidad de energía que debe absorber para pasar a la órbita 14.

$$\lambda_e = 1.1873 \times 10^{-10} \text{ [m]}$$

$$E = 8.3706 \times 10^{-18} \text{ [J]}$$

34. Una de las líneas de emisión del átomo de hidrógeno tiene una longitud de onda de 93.8 [nm].

- a) Ubique la región del espectro electromagnético en la que se encuentra esta emisión.
b) Calcule la energía del fotón asociada a la transición electrónica del nivel 6 al nivel 1.

a) Región ultravioleta

$$b) E_f = 2.12 \times 10^{-18} \text{ [J]}$$

35. 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:

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

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

b) Órbita 7

36. 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.

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

Números cuánticos

37. Dé el valor de cada uno de los números cuánticos para el electrón diferencial del átomo de Ni.

$$n = 3, l = 2, m = 0, s = -1/2$$

38. Indique en cuántos electrones del ion Pt^{4+} se cumple que:

- | | |
|-----------------------|------------------|
| a) $n = 5$ | a) 12 electrones |
| b) $l = 3$ | b) 14 electrones |
| c) $m = -2$ | c) 7 electrones |
| d) $l = 0$ y $m = -2$ | d) 0 electrones |

39. Indique en cuántos electrones del ion Pb^{2+} se cumple que:

- | | |
|---|-------|
| a) $l = 2$ | a) 30 |
| b) $m = -1$ | b) 16 |
| c) $l = 1$ y giro = $-1/2$ | c) 12 |
| d) $m = -3$ y giro = $+1/2$ | d) 1 |
| e) Proponga el valor de los cuatro números cuánticos para el último electrón del ion Pb^{2+} , según el principio de construcción electrónica. | |

$$e) n = 5, l = 2, m = +2, s = -1/2$$

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

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

a) Osmio

b) 16 Electrones

41. Llene la tabla siguiente, dando el valor de cada uno de los números cuánticos, para el último electrón del ion correspondiente.

Ion	n	l	m	Giro
O^{2-}				
P^{3-}				
Ag^+				
W^{6+}				
Sr^+				

42. El último electrón, según el principio de construcción de Aufbau, de un átomo neutro tiene los valores de sus números cuánticos siguientes: $n=4$, $l=0$, $m=0$ y $s=+1/2$. Si el átomo se ioniza hasta quedarse con un solo electrón y éste realiza una transición energética del nivel 6 al nivel 2. Determine:

- La frecuencia del fotón emitido.
- La longitud de onda de De Broglie del electrón en la órbita 6.

El elemento es potasio

a) $f = 2.6312 \times 10^{17} \text{ [s}^{-1}\text{]}$

b) $\lambda_e = 1.0497 \times 10^{-10} \text{ [m]}$