

**Experimento de Thomson**

1. En el experimento de Thomson como el que se realiza en el laboratorio, se imponen 350 [V] y 7.39 [mT]. Calcule la velocidad y el momento angular de los rayos catódicos.

$$v = 1.1094 \times 10^7 \left[ \frac{m}{s} \right]$$

$$m \cdot v \cdot r = 8.6287 \times 10^{-26} \left[ \frac{kg \cdot m^2}{s} \right]$$

2. En un experimento sobre un haz de electrones, se ejerce una fuerza magnética de  $749 \times 10^{-19}$  [N] que provoca una desviación con radio de curvatura de  $r = 6$  [cm]. Calcule el potencial de aceleración y la energía cinética de las partículas que conforman el haz.

$$V = 13.855 [V]$$

$$E_c = 2.22 \times 10^{-18} [J]$$

3. 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  $56.8561 \times 10^{-3}$  [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.

$$E = 4900 [N \cdot C^{-1}]$$

4. En un experimento como el de Thomson, inicialmente un haz de electrones que se mueve perpendicularmente a un campo magnético de  $7 \times 10^{-4}$  [T], tiene una velocidad de  $7 \times 10^6$  [m · s<sup>-1</sup>]. Determine la aceleración centrípeta que se ejerce sobre los electrones, cuando el voltaje de aceleración disminuye a un séptimo de su valor inicial,  $V = \left(\frac{1}{7}\right) V_0$ .

$$a_c = 3.2573 \times 10^{14} [m \cdot s^{-2}]$$

5. Al repetir 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 mantenía constante la corriente eléctrica.

$v [m \cdot s^{-1}] \times 10^{-6}$	9.3211	8.8567	8.4502	8.0451	7.6644	7.288	6.9166
Diámetro [cm]	11.0	10.5	10.0	9.5	9.0	8.5	8.0

Determine, con la información que da la totalidad de los puntos, la corriente que circula a través de las bobinas.

$$I = 1.1622 [A]$$

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

$F_m [N]$	$v [m \cdot s^{-1}]$
$9.4145 \times 10^{-16}$	$6.5 \times 10^6$
$10.1387 \times 10^{-16}$	$7 \times 10^6$
$11.5871 \times 10^{-16}$	$8 \times 10^6$
$13.0355 \times 10^{-16}$	$9 \times 10^6$

Donde  $F_m$  es la fuerza magnética ejercida sobre los electrones y  $v$  es la velocidad de estos. 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.

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

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.

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

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

8. En un tubo de descarga se determinó la relación entre la carga ( $q$ ) y la masa ( $m$ ) de los rayos canales (protones), los resultados son los siguientes:

$I$ [A]	48.86	73.29	97.72	146.59
$r$ [m]	0.06	0.04	0.03	0.02

Donde  $I$  = corriente eléctrica y  $r$  = radio de la trayectoria circular.

Considere que se trabajó con 250 [V], 130 vueltas de conductor en las bobinas de Helmholtz y 0.15 [m] para el radio de las mismas. Determine:

- El modelo matemático lineal que relaciona  $r^2 = f(I^{-2})$ .
- La relación  $q/m$  de los rayos canales (protones).

$$r^2 \text{ [m}^2\text{]} = (8.5942 \text{ [m}^2 \cdot \text{A}^2\text{)]}(I^{-2} \text{ [A}^{-2}\text{]}) + 2.8875 \times 10^{-8} \text{ [m}^2\text{]}$$

$$\frac{q}{m} = 9.5801 \times 10^7 \text{ [C} \cdot \text{kg}^{-1}\text{]}$$

### Experimento de Millikan

9. En un experimento como el de Millikan, se necesita aplicar un campo eléctrico de 98 000 [ $N \cdot C^{-1}$ ] para que una gota de aceite se quede estática. Si la fuerza de gravedad que se ejerce sobre la gota es de  $109.9109 \times 10^{-15}$  [N], determine cuántos electrones tiene en exceso la gota. Desprecie el efecto de la fuerza de Arquímedes.

7 electrones

10. En un experimento como el de Millikan, una gota de aceite se mantuvo estática al aplicar una diferencia de potencial de 700 [V]; sin embargo, por medio de una descarga de rayos X, se le adicionaron 7 electrones más; tal que, ahora se requieren solo 350 [V] para mantenerla estática. Determine el radio de la gota y considere los valores constantes siguientes:

Distancia entre placas = 7 [mm]

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

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

$$r = 1.4739 \times 10^{-6} \text{ [m]}$$

11. En el experimento de Millikan se rastrea una gota de aceite de  $4.5 \times 10^{-6}$  [m] de radio, cuando la diferencia de potencial es 5 250 [V] y la separación entre las placas es 6 [mm]. Las propiedades del aire son 0.9 [ $kg \cdot m^{-3}$ ] y  $1.83 \times 10^{-5}$  [ $Pa \cdot s$ ]. Tome para el aceite 0.855 [ $g \cdot cm^{-3}$ ] y para el ambiente 77.19 [kPa] y 9.78 [ $m \cdot s^{-2}$ ]. Si la gota viajase verticalmente hacia arriba, en la dirección de la fuerza eléctrica, con 180 electrones en exceso, ¿a qué velocidad viajaría?

$$v = 1.42 \times 10^{-2} \text{ [m} \cdot \text{s}^{-1}\text{]}$$

12. 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 [ $g \cdot mL^{-1}$ ] 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 28 000 [ $V \cdot m^{-1}$ ]. Determine la velocidad a la cual asciende la gota, considerando para la viscosidad del aire,  $1.830 \times 10^{-7}$  [ $g \cdot cm^{-1} \cdot s^{-1}$ ] y para la aceleración gravitatoria, 9.81 [ $m \cdot s^{-2}$ ].

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

13. 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:  $7 \times 10^{-3}$  [m]

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

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

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

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

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

14. En un experimento como el de Millikan, una gota de aceite con 14 electrones en exceso cae libremente a una velocidad  $v_1 = 7 \times 10^{-5}$  [ $m \cdot s^{-1}$ ]. 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 [ $kg \cdot m^{-3}$ ]; viscosidad del aire,  $1.83 \times 10^{-5}$  [ $kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-1}$ ]; aceleración gravitatoria, 9.78 [ $m \cdot s^{-2}$ ]; distancia entre placas metálicas. 0.006 [m].

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

### Teoría cuántica de Planck

15. El cesio se utiliza en los ojos eléctricos para la apertura automática de puertas. La cantidad de energía requerida para ionizar un átomo de cesio es de 3.89 [eV]. Indique cuál de los dos tipos de luz siguientes ioniza al átomo de cesio, una de 0.583 [nm] u otra de 450 [nm]. Justifique su respuesta.

La de menor longitud de onda

16. Las lámparas de sodio emiten luz amarilla. que consta, entre otros, de dos clases de fotones: de  $589 \text{ [nm]}$  y de  $589.6 \text{ [nm]}$  calcule la diferencia en la energía de estos fotones, en  $[J]$ .

$$\Delta E = 3.432117 \times 10^{-22} \text{ [J]}$$

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

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

18. 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:

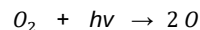
fotón	f [Hz]	% de energía
A	$5.3533 \times 10^{14}$	35
B	$4.7585 \times 10^{14}$	49
C	$4.2827 \times 10^{14}$	16

Si la lámpara tiene una potencia de  $140 \text{ [W]}$  y permanece encendida,  $7 \text{ [s]}$  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)

19. La disociación del oxígeno ( $O_2$ ) en la estratosfera, para generar átomos de oxígeno, es la única fuente significativa de generación de ozono ( $O_3$ ). Una de las reacciones es la siguiente:



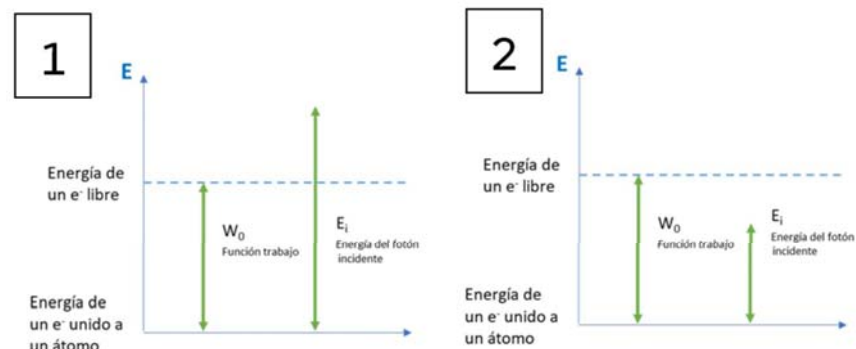
Si la energía de disociación del  $O_2$  en la reacción es de  $495 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ , determine la longitud de onda del fotón necesario para llevar a cabo la disociación de una molécula de  $O_2$ .

$$\lambda = 241.6651 \text{ [nm]}$$

### Efecto fotoeléctrico

20. En un experimento del efecto fotoeléctrico, la energía cinética de un electrón expulsado de una placa metálica de cesio es de  $2.76 \times 10^{-19} \text{ [J]}$ , mientras que la energía del fotón incidente es de  $7.2 \times 10^{-19} \text{ [J]}$ .

- Calcule el valor de la función trabajo del metal.
- Indique, cuál de los siguientes diagramas de energía representaría la situación planteada en este problema.



- $W_0 = 4.44 \times 10^{-19} \text{ [J]}$
- Diagrama 1

21. Un láser de color verde ( $532 \text{ [nm]}$ ) con una potencia de  $125 \text{ [W]}$  se hace incidir sobre una placa metálica de cesio. Si la función trabajo  $[W_0]$  del cesio es de  $3.45 \times 10^{-19} \text{ [J]}$ . Determine el número de electrones que se desprenden de la placa de cesio por cada segundo considerando una eficiencia de  $100 \%$  en el proceso fotoeléctrico y la velocidad de los electrones expulsados.

$$N = 3.3477 \times 10^{20} \text{ [electrones]}$$

$$v = 249.6581 \times 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

22. 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.

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

23. Cuando un fotón incide sobre una placa de platino, se emiten electrones con una velocidad de  $7.7838 \times 10^6 [m \cdot s^{-1}]$ ; sin embargo, cuando otro fotón de igual longitud de onda que el anterior, incide sobre una placa de calcio, se emiten electrones con una velocidad de  $7.8306 \times 10^6 [m \cdot s^{-1}]$ . Si la función de trabajo del platino es de  $5 [eV]$ , determine la función de trabajo del calcio.

$$W_0 = 2.9242 [eV]$$

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

Frecuencia de la luz, $f [s^{-1}]$	Energía cinética máxima, $E_{C \text{ máx}} [J]$
$8.1967 \times 10^{14}$	$2.3710 \times 10^{-19}$
$7.4074 \times 10^{14}$	$1.8423 \times 10^{-19}$
$6.8807 \times 10^{14}$	$1.4899 \times 10^{-19}$
$6.0976 \times 10^{14}$	$9.9324 \times 10^{-20}$
$5.4945 \times 10^{14}$	$5.7672 \times 10^{-20}$
$5.1813 \times 10^{14}$	$3.8448 \times 10^{-20}$

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

$$h = 6.5882 \times 10^{-34} [J \cdot s]$$

$$W_0 = 3.0536 \times 10^{-19} [J \cdot s]$$

### Teoría Atómica de Bohr, Teoría de De Broglie

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

Silicio

26. ¿a qué distancia del núcleo se movería el único electrón del ion  $A^{5+}$ , si su velocidad fuese de  $262.611 \times 10^4 [m \cdot s^{-1}]$ ?

$$r = 2.2048 \times 10^{-10} [m]$$

27. El ion litio ( $Li^{2+}$ ) tiene a su electrón en una cierta órbita. Cuando el electrón brinca hacia la órbita 2 se emite un fotón de  $48.213 [nm]$ . Calcule la órbita original.

Órbita 5

28. El único electrón del ion  $X^{20+}$  se encuentra en la órbita 7, pero al incidir sobre él un fotón de  $2.2206 \times 10^{16} [Hz]$  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).

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

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

29. Si el único electrón del ion  $A^{20+}$  posee una energía total de  $-1.9646 \times 10^{-17} [J]$ . Determine:

- La rapidez con la que se desplaza el electrón.
- La frecuencia del fotón emitido cuando salta a la órbita 3.

$$a) v = 6.5676 \times 10^6 [m \cdot s^{-1}]$$

$$b) f = 1.3159 \times 10^{17} [s^{-1}]$$

30. Determine en qué órbita debe estar el único electrón del ion hidrogenoide de nitrógeno para que al saltar a la séptima órbita emita la energía necesaria para romper el enlace de una molécula, si para ello se requieren como mínimo  $7 [eV]$ .

El electrón debe estar al menos en la órbita 11

31. El electrón de un ion hidrogenoide emite una radiación correspondiente a la cuarta línea espectral de la serie de Paschen con una longitud de onda de  $2.0503 \times 10^{-8} [m]$ . Determine la velocidad del electrón en cada una de las órbitas involucradas.

$$v_B = 5.1082 \times 10^6 [m \cdot s^{-1}]$$

$$v_A = 2.1892 \times 10^6 [m \cdot s^{-1}]$$

32. El único electrón del átomo de hidrógeno emite la quinta línea espectral de la serie de Lyman. Determine la frecuencia y la energía en  $[eV]$  de la onda electromagnética emitida.

$$f = 3.189 \times 10^{15} [s^{-1}]$$

$$E = 3.19 [eV]$$

33. El único electrón del ion  $A^{13+}$  que se encuentra inicialmente en una órbita de radio  $0.18521 [nm]$ , efectúa una transición hacia la órbita 5. Determine la diferencia de energía entre las dos órbitas.

$$E_F = 8.37067 \times 10^{-18} [J]$$

34. El único electrón de un ion hidrogenoide de oxígeno, tiene asociada una longitud de onda igual a  $\lambda_e = 12.4680 \times 10^{-11} [m]$ . A partir de los datos anteriores, determine en que órbita se encuentra dicho electrón, así como su energía potencial.

$$n = 3$$

$$E_p = 3.104 \times 10^{-17} [J]$$

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

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

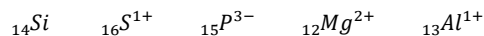
$$E = 8.3706 \times 10^{-18} [J]$$

36. El único electrón de un ion hidrogenoide se encuentra en una órbita de radio,  $r = 3.24135 \times 10^{-10} [m]$  y exhibe una longitud de onda de  $2.90942 \times 10^{-10} [m]$ . Indique de que ion se trata.

$O^{7+}$

### Números cuánticos

37. Considere las siguientes especies químicas:



- a) Indique cuales especies químicas son isoelectrónicas entre sí.  
 b) Identifique a la especie química cuyo electrón diferencial como valores de sus números cuánticos los siguientes:  $n = 3$ ,  $l = 1$ ,  $m = +1$  y  $m_s = +\frac{1}{2}$   
 c) Identifique a la especie química que posee, en total, 3 electrones con  $m = 1$ .

- a) No hay especies isoelectrónicas  
 b)  $P^{3-}$   
 c)  $Si^{1+}$

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

$$n = 3, l = 2, m = 0, s = -\frac{1}{2}$$

39. 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:

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

- a) Osmio  
 b) 16 Electrones

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

- a)  $n = 5$   
 b)  $l = 3$   
 c)  $m = -2$   
 d)  $l = 0$  y  $m = -2$

- a) 12 electrones  
 b) 14 electrones  
 c) 7 electrones  
 d) 0 electrones

41. Con base en los valores de los cuatro números cuánticos para el último electrón de los siguientes elementos, escriba el símbolo de cada uno de éstos, así como cuál:

- a) Es el más electronegativo.  
 b) Tiene el radio atómico mayor.  
 c) Pertenece al cuarto periodo.  
 d) Es diamagnético.

Elemento	$n$	$l$	$m$	$s$	Respuestas
A	4	0	0	$+\frac{1}{2}$	
B	6	1	+1	$-\frac{1}{2}$	
C	2	1	0	$-\frac{1}{2}$	
D	6	0	0	$+\frac{1}{2}$	

- a) Flúor  
 b) Cesio  
 c) Potasio  
 d) Radón

42. Complete la tabla siguiente, considerando que los números cuánticos corresponden al último electrón del ion correspondiente.

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				$-\frac{1}{2}$