

Boletín 4: Física Moderna.

1- Se tiene una onda electromagnética de frecuencia 2×10^{16} Hz, que se desplaza en el vacío. Determinen:

- Si es visible.
- Energía de cada fotón.
- Su longitud de onda.
- La cantidad de movimiento que cede cada uno de sus fotones al incidir sobre un cuerpo perfectamente absorbente.

2- Cuando se ilumina cierta superficie metálica con luz de diferentes longitudes de onda y se miden los potenciales que detienen los fotoelectrones, se obtienen los valores que se muestran en la siguiente tabla:

λ (nm)	V(Volt)
366	1.48
405	1.15
436	0.93
492	0.62
546	0.36
579	0.24

Representen el potencial en función de la frecuencia. Por medio de este gráfico determinen:

- La frecuencia. umbral
- La función de trabajo del metal.
- El cociente h/e .

3- Los electrones de una pieza de níquel necesitan una energía de 7.37×10^{-19} J para escapar con velocidad cero. Se hace llegar hasta él luz ultravioleta de 9.25×10^{16} Hz. Determinen:

- Si el electrón puede escapar.
- Con qué energía.
- Cuál es su velocidad.
- La cantidad de movimiento del electrón.

4- Un haz monocromático uniforme de 400 nm de longitud de onda incide sobre un material cuya función de trabajo es de 2 eV. Si el haz tiene una intensidad de 3 nWm^{-2} , calculen:

- El número de electrones emitido por m^2 y por s.
- La energía absorbida por m^2 y s.
- Energía cinética de los fotoelectrones.

5- Al incidir luz de longitud de onda $\lambda_1 = 620$ nm sobre la superficie de una fotocélula, los electrones de ésta son emitidos con una energía cinética máxima de 0.14 eV. Determinen:

- La función de trabajo.
- La frecuencia umbral de la superficie.
- ¿Cuál es la energía cinética máxima de los electrones emitidos si la superficie se ilumina con luz de longitudes de onda $\lambda_2 = \lambda_1/2$ y $\lambda_3 = 2\lambda_1$?

6- Para extraer un electrón de un determinado metal en un cátodo de una célula fotoeléctrica hay que suministrar un trabajo de extracción de $W_0 = 1.8 \text{ eV}$.

1° Se ilumina el cátodo con una fuente de luz monocromática cuya longitud de onda corresponde a la longitud de onda umbral para dicho metal. ¿Cuál es el valor numérico de dicha longitud de onda?

2° A continuación se ilumina el cátodo con una radiación monocromática de longitud de onda de $\lambda = 8000 \text{ \AA}$. ¿Cuál sería la corriente eléctrica en este caso en el circuito?

3° Se ilumina el cátodo con una fuente de luz monocromática cuya longitud de onda es de $\lambda = 3000 \text{ \AA}$. Encuentre:

- La energía cinética y la velocidad máxima de los fotoelectrones emitidos por el cátodo.
- La tensión de frenado que habría que aplicar al circuito para anular la corriente eléctrica.

7- Un láser de helio-neón emite luz visible de 632.8 nm de longitud de onda, con una potencia de 3.2 mW y en un haz uniforme de 2.5 mm de diámetro. El haz incide sobre un cátodo de cesio cuya función de trabajo (trabajo de extracción) es de 1.90 eV .

- ¿Cuál es la amplitud de los campos eléctrico y magnético de la luz del láser?
- ¿Cuántos electrones son emitidos por segundo de la superficie del cesio y con qué velocidad máxima?
- ¿Cuál es la energía electromagnética contenida en el tramo del haz entre la salida del láser y el cátodo de cesio separados por la distancia de 1 m ?

8- En las películas fotográficas, el compuesto sensible a la luz es AgBr . Se dice que una película está *expuesta* cuando la energía luminosa absorbida disocia las moléculas en sus átomos. Sabiendo que la energía de disociación de AgBr es de 10^5 J/mol , calculen:

- La energía mínima necesaria para que un fotón disocie una molécula de AgBr .
- La frecuencia del fotón.
- La energía de los fotones de una radiación de frecuencia 100 MHz .
- La luz emitida por una luciérnaga puede exponer una película fotográfica, en cambio la radiación de una estación de radio de FM que emite 50 kW a 100 MHz no lo hace. Explique a qué es debido esto.

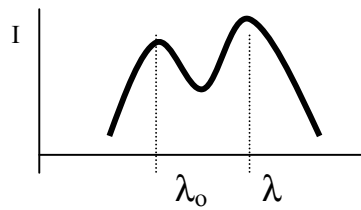
9- Un haz de rayos X, es dispersado debido al efecto Compton por los electrones libres de una lámina según un ángulo de 60° , resultando que la radiación dispersada tiene una longitud de onda de $12.6 \times 10^{-12} \text{ m}$. Determinen:

- La longitud de onda de la radiación incidente.
- La longitud de onda de la radiación dispersada cuando el ángulo es de 120° .

10- Una radiación de $3 \times 10^{18} \text{ Hz}$ experimenta dispersión Compton en una muestra de carbono. Se observa la radiación dispersada en una dirección perpendicular a la de incidencia. Hallen:

- La longitud de onda de la radiación dispersada.
- La energía cinética y la dirección del movimiento de los electrones de retroceso.

11- Se monta un experimento de dispersión ('scattering') Compton en el que sobre un cristal de un cierto material se hace incidir rayos X de $\lambda_0 = 0.154 \text{ nm}$. Se detectan los rayos X dispersados en una dirección que forma un ángulo de 90° con la dirección incidente, obteniéndose la distribución de intensidad de la figura. ¿Cuál será la longitud de onda λ correspondiente al segundo pico?



12- Un electrón cae desde el reposo a través de una diferencia de potencial de 100 V. ¿Cuál es su longitud de onda de De Broglie?

13- Comparen las longitudes de onda de De Broglie de una pelota de masa 1 Kg que se mueve a $v_1 = 1 \text{ m/s}$, con la de un electrón $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ con una velocidad $v_e = 2 \times 10^6 \text{ m/s}$. Digan en que caso se aprecia el carácter ondulatorio de la materia en el movimiento de los cuerpos.

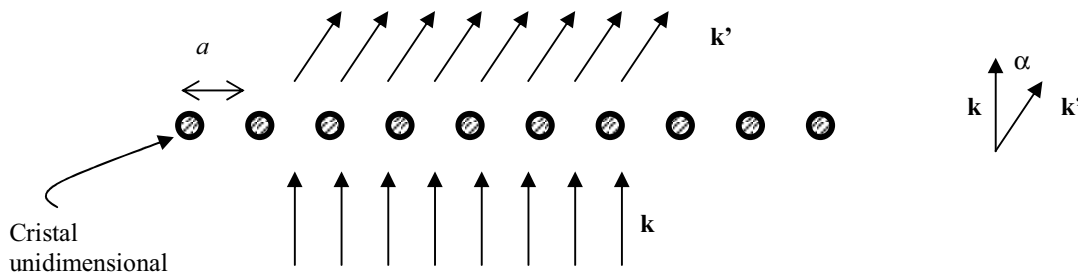
14- Se considera un haz de electrones acelerado por una diferencia de potencial de V voltios.

a) Determine la longitud de onda de la onda asociada a esos electrones para un valor del potencial de $V=100 \text{ V}$. Determine el valor de su vector de onda k .

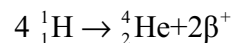
b) Admitiendo que los efectos relativistas comienzan a ser importantes cuando $v/c > 0.1$, siendo v la velocidad de la partícula y c la de la luz en vacío, discuta si el resultado anterior requiere dicha corrección. ¿Qué ecuaciones tendría que modificar y cómo en el caso de que dicha corrección fuera necesaria? (No se pide que las resuelva).

c) Se hace incidir el haz del apartado (a) sobre un cristal unidimensional con distancia interatómica $a=0.4 \text{ nm}$, como se indica en la figura.

Suponiendo que dicho cristal actúa como una red de difracción con distancia entre centro de rendijas a , determínese la dirección \mathbf{k}' (o sea, el ángulo α) en la que se observa el primer mínimo de difracción



15- La masa de nuestro Sol es de aproximadamente $2 \times 10^{30} \text{ kg}$ y la potencia media que emite es de $3.9 \times 10^{26} \text{ W}$. Si el mecanismo de generación de energía en el Sol es la reacción de fusión:



reacción en la que también se producen neutrinos y rayos γ , determínese:

a) La energía proporcionada por esta reacción

b) Suponiendo que el Sol está constituido únicamente por hidrógeno, y que la potencia radiada por el Sol se mantiene constante, determine el tiempo necesario para que todo el hidrógeno se convierta en He según la reacción anterior

c) Compare el resultado anterior con el tiempo que tardaría en “gastarse” un Sol cuya energía proviniese de la combustión del carbón (suponga ahora todos los átomos del Sol, de C) y que radiase la misma potencia.

Nota: Tómense las masas siguientes (en unidades de masa atómica, uma): protón $m = 1.0073$, partícula α $m = 4.0015$ electrón $m = 5.4858 \times 10^{-4}$

16- La tabla adjunta muestra una serie de medidas efectuadas al cabo de distintos tiempos sobre la masa de un cierto isótopo radiactivo cuya masa inicial es de 1 mg, que decae emitiendo partículas α . A partir de esos datos:

- Calcúlese la vida media τ del isótopo.
- Determinése cuanto tiempo tiene que pasar para que la radiactividad, medida en nº de desintegraciones por segundo, disminuya hasta un 1% de su valor inicial.
- Una vez alcanzada la situación anterior calcúlese cuántas partículas α se emiten por segundo.

Tiempo (horas)	0	10	20	30	40
Masa (mg)	1.000	0.931	0.866	0.806	0.750

17- Los seres vivos en equilibrio con la atmósfera terrestre tienen en media en sus tejidos un átomo del isótopo $M = 14$ del C por cada 7.7×10^{11} átomos del isótopo de $M = 12$. La vida media del isótopo $^{14}_6\text{C}$ es de $T = 5730$ años. Unos arqueólogos analizan una muestra de celulosa (de fórmula $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) de una madera antigua encontrando que contiene un total de 21 mg de C. Asimismo analizan su radiactividad por medio de un contador y el resultado obtenido es 950 cuentas por semana (cada cuenta corresponde a una desintegración del isótopo $^{14}_6\text{C}$).

Determine con estos datos, y las hipótesis habituales de radiodatación, la edad de esa madera.

18- A) Un átomo que está inicialmente en un nivel de energía con $E = -8.92$ eV absorbe un fotón que tiene una longitud de onda de 735nm. ¿Cuál es la energía interna del átomo después de que absorba 1 fotón? B) Un átomo que está inicialmente en un nivel de energía con $E = -1.35$ eV emite un fotón que tiene una longitud de onda de 360 nm ¿Cuál es la energía interna del átomo después de que emita el fotón?

19- El electrón de un átomo de H se encuentra en el estado *excitado* $n = 2$. Este electrón efectúa desde dicho estado una transición al estado fundamental.

- ¿Cuál es la energía del fotón emitido en esa transición? ¿Cuál es su longitud de onda?
- Considerando la conservación del momento (mv) en dicha transición, ¿cuál será la velocidad de retroceso del átomo?
- Estúdiese si debería corregirse el resultado del apartado a) como consecuencia de la energía cinética adquirida por el átomo en virtud del citado retroceso.

20- Un electrón experimenta transiciones sucesivas en un átomo de hidrógeno. Inicialmente, el electrón está en el estado $n_a = 6$. En una primera transición a un estado intermedio n_b , se emite un fotón de longitud de onda $\lambda_1 = 1.099 \mu\text{m}$. Tras una segunda transición, el electrón alcanza el estado fundamental, $n_c = 1$. Determinése:

- El número cuántico n_b del estado intermedio.
- La energía y la frecuencia del fotón emitido en la segunda transición.
- Represente estas dos transiciones en un diagrama de niveles de energía para el átomo de hidrógeno.