

## RELATIVIDAD

Ecuaciones de Lorentz y Einstein

$$K = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

$$L_{mov} = K \cdot L_{rep}$$

$$t_{mov} = \frac{t_{rep}}{K}$$

$$m_{mov} = K \cdot m_{rep}$$

1. Un astronauta está acostado en una nave espacial, paralelo a la dirección del movimiento; si para un observador en la tierra, la rapidez de la nave es de  $2 \cdot 10^8$  m/s; y el astronauta mide 1,35 m; determinar la longitud real del astronauta. (resp.: 1,81 m).
2. Cuál debe ser la velocidad de una nave espacial si una hora (1 h) de su reloj ha de corresponder a una hora más un segundo (1 h + 1s) de un reloj situado en la tierra. (resp.:  $7,07 \cdot 10^6$  m/s).
3. El muón es una partícula elemental que se descompone en un electrón y dos neutrinos; a un periodo de vida media promedio de  $2,2 \cdot 10^{-6}$  s cuando esta en reposo; que duración promedio debe tener el muón cuando se descompone si un observador mide su velocidad en  $2,9 \cdot 10^8$  m/s. (resp.:  $8,6 \cdot 10^{-6}$  s).
4. Una nave espacial tiene una longitud de 100 m en la tierra; cual es su velocidad si mide 99 metros cuando se esta moviendo. (resp.:  $4,2 \cdot 10^7$  m/s).
5. Una partícula elemental tiene una vida de  $10^{-7}$  s cuando se mide en reposo; qué tan lejos puede desplazarse si se desplaza a una rapidez de 99% la velocidad de la luz cuando se origina. (resp.: 213 m).
6. Un electrón viaja a una velocidad del 99,9% de la velocidad de la luz; ¿cuál es su masa en movimiento?, si su masa en reposo es:  $9,1 \cdot 10^{-31}$  kg. (resp.:  $2,03 \cdot 10^{-29}$  kg).

7. Se observa que una nave espacial en vuelo tiene una masa 1% mayor que su masa en reposo; ¿cuál es su velocidad?  
(resp.: 42,4 km/s).

### MECÁNICA CUÁNTICA.

1. El ojo humano puede responder con solo 3 fotones de luz; si la luz es de color amarillo ( $f = 5 \cdot 10^{14}$  1/s); ¿cuánta energía representa esto?  
(resp.:  $3,3 \cdot 10^{-19}$  J).

$$E = n \cdot h \cdot f$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \frac{J}{s} = 4,136 \cdot 10^{-15} eV \cdot s$$

2. La longitud de onda emitida por cierta bombilla de 100 W es de  $5 \cdot 10^{-7}$  m; ¿cuántos fotones por segundo emite la bombilla?  
(resp.:  $2,8 \cdot 10^{20}$  fotones/s).
3. ¿Cuál es la energía cinética en eV de un electrón que viaja a  $10^7$  m/s?. La masa del electrón es  $9,1 \cdot 10^{-31}$  kg.  
(resp.: 284 eV)

$$Ec \approx \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$1eV = 1,6 \cdot 10^{-19} J$$

4. Un protón ( $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$  kg) se acelera desde el reposo por medio de una diferencia de potencial de 200 Voltios; determinar su energía cinética en eV final y su velocidad final, la carga del protón es:  $+1,6 \cdot 10^{-19}$  C.  
(resp.: 200 eV y  $v = 2 \cdot 10^4$  m/s).

$$q \cdot \Delta V = \Delta E = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

5. Una partícula inestable conocida como muon tiene una energía en reposo de 106 MeV. ¿Cuál es su masa en reposo y cuantas veces es la masa del electrón? (la masa del electrón es de  $9,1 \cdot 10^{-31}$  kg). (resp.:  $1,88 \cdot 10^{-28}$  kg  $m_\mu = 207 m_e$ ).

$$E = m \cdot c^2$$

$$1MeV = 1 \cdot 10^6 eV$$

6. En el efecto fotoeléctrico, la luz dirigida a ciertos metales provoca la emisión de electrones. En el caso del potasio se requieren  $\phi = 2$  eV de trabajo para liberar al electrón de la superficie; si incide una luz de longitud de onda  $5 \cdot 10^{-7}$  m; ¿cuál es la energía cinética de los electrones liberados?. (resp.: 0,49 eV).

$$E_c = h \cdot f - \phi$$

7. Un tubo de rayos catódicos emite rayos X con una longitud de onda de  $2 \cdot 10^{-11}$  m; determinar la diferencia de potencial en voltios del tubo. (resp.: 62.000 V).

$$\Delta V = \frac{\Delta E}{q}$$

$$\Delta E = h \cdot f$$

8. ¿Cuál es la longitud de onda de De Broglie para un auto de 1000 Kg que viaja a una velocidad de 20 m/s ?. (resp.:  $3,3 \cdot 10^{-37}$  m).

$$p = m \cdot v = \frac{h}{\lambda}$$

9. Un microscopio electrónico usa un haz de electrones rápidos que son enfocados por campos eléctricos y magnéticos para producir una imagen aumentada de un espécimen delgado sobre una pantalla o placa fotográfica. Encontrar el poder de resolución de un microscopio electrónico en que se usan electrones de 15000 eV de energía, suponiendo longitud de onda igual a la del electrón. (la masa del electrón es de  $9,1 \cdot 10^{-31}$  kg). (resp:  $1,42 \cdot 10^{-11}$  m).

$$p = m \cdot v = \frac{h}{\lambda}$$

$$E = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

10. La posición de un electrón está determinada en cierto instante con una incertidumbre de  $10^{-9}$  m; determinar la incertidumbre del momento lineal y la de velocidad del electrón. (la masa del electrón es de  $9,1 \cdot 10^{-31}$  kg). (resp.:  $\Delta p > 1,06 \cdot 10^{-25}$  kg·m/s y  $\Delta v > 1,2 \cdot 10^5$  m/s).

$$\Delta x \cdot \Delta p > \frac{h}{2\pi}$$

$$p = m \cdot v$$

11. Usando los resultados del problema anterior, cual será la incertidumbre en su posición un segundo después de haberse realizado la medición original. (resp.:  $\Delta x = 120$  km).

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

12. La mayoría de los átomos tienen un radio del orden de magnitud de  $10^{-10}$  m; encontrar las incertidumbres del momentum lineal del electrón y de energía cinética. (resp.:  $\Delta p > 1,06 \cdot 10^{-24}$  kg·m/s y  $\Delta E_c > 3,8$  eV). La masa del electrón es  $9,1 \cdot 10^{-31}$  kg.

$$\Delta x \cdot \Delta p > \frac{h}{2\pi}$$

$$\Delta p = m \cdot \Delta v$$

$$\Delta E_c = \frac{1}{2} m \cdot [\Delta v]^2$$

## DESINTEGRACIÓN RADIATIVA

$$N_{final} = N_{inicial} \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

$$T = \frac{0,693}{\lambda} \text{ Periodo de vida media}$$

$$1 \text{ curie} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ desintegraciones/seg}$$

1. El tritio es el isótopo del Hidrogeno formado por dos neutrones y un protón; y es inestable, se desintegra emitiendo una radiactiva beta; si tiene una vida media de 12,5 años; ¿qué cantidad de 1 gramos permanecerá sin desintegrarse después de 25 años?. (resp.: 0,25 gramos).
2. El isótopo del Sodio (Na) formado por 13 neutrones y 11 protones sufre una desintegración beta; su vida media es de 15 horas; ¿cuánto tiempo se requiere para que se gasten 7/8 de una muestra de ese isótopo?. (resp.: 45 horas).
3. En un reloj fluorescente se suele colocar una cantidad del isótopo de radio-226; que sufre de una actividad radiactiva de 5 microcurie; este isótopo emite partículas alfa que golpean contra un material especial para iluminarse. Determinar el número de desintegraciones que ocurren por segundo. (resp.:  $1,85 \cdot 10^5$  desintegraciones/s).

## ENERGÍA DE ENLACE.

$$E = m \cdot c^2$$

$$1\text{uma} = 1,66 \cdot 10^{-27}\text{kg}$$

$$1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{J}$$

$$1\text{MeV} = 1 \cdot 10^6\text{eV}$$

1. La masa atómica del Oxígeno-16 (8 protones + 8 neutrones) es de 15,9949 uma; determinar la energía de enlace del núcleo y de cada nucleón. Se sabe que el protón individual tiene una masa de 1,007825 uma y el neutrón de 1,008665 uma. (resp.: 127,8 MeV y 8 MeV).
2. Si la energía de enlace del átomo de Neón 20 (10 protones + 10 neutrones) es de 160 MeV; determinar su masa atómica. (resp.: 19,9924 uma).
3. Las masas atómicas del O-16, O-15 y N-15 son respectivamente: 15,9949 uma, 15,0030 uma y 15,0001 uma. Determinar la energía que debe ser suministrada para:
  - a.– transformar un átomo de O-16 en N-15 y liberar un protón (resp.: 12,1 MeV)
  - b.– transformar un átomo de O-16 en O-15 y liberar un neutrón (resp.: 15,6 MeV)
4. En el Sol y en la mayoría de las estrellas se fusionan cuatro protones para formar un núcleo de Helio y liberar dos positrones y energía; determinar la energía liberada en el proceso si las masas atómicas son respectivamente: 1,007825 uma; 4,002603 uma y 0,000549 uma. (resp.: 24,7 MeV).

### PROBLEMAS DE REPASO GENERAL.

1. La radiación solar llega a nosotros con una intensidad de  $1400 \text{ W/m}^2$ ; determinar cuanta masa en kilogramos se esta transformando en el Sol cada segundo; sabiendo que estamos a una distancia de  $1,49 \cdot 10^{11}$  metros y la masa del Sol es de  $2 \cdot 10^{30}$  kg; cuanto tiempo de vida podrá brillar si puede consumir toda su masa. (resp.:  $4 \cdot 10^9$  kg/s y  $1,6 \cdot 10^{13}$  años).
2. Supóngase que se encierra en un recipiente totalmente sellado una bombilla de  $100 \text{ W}$ ; y esta permanece encendida durante un año; cual será el incremento de la masa si no existe escape de energía en ese tiempo. (resp.:  $3 \cdot 10^{-8}$  kg).
3. La energía de masa de un protón es de  $938 \text{ MeV}$ ; cual es el momentum lineal y la energía cinética si el protón se mueve a una rapidez de  $80\%$  la velocidad de la luz. (resp.:  $E_c = 625 \text{ MeV}$  y  $p = 1250 \text{ Mev/c}$ ).

### CUESTIONARIO.

ENUNCIAR LOS SIGUIENTES PRINCIPIOS Y SUS CONSECUENCIAS (en caso de tenerlas).

1. Enuncie los tres postulados de Einstein para la relatividad.
2. Principio de Equivalencia.
3. Principio de conservación de la energía.
4. Postulado de Plack para la luz.
5. Postulado de longitud de onda asociada a una partícula de De Broglie.
6. Principio de Complementaridad.
7. Principio de Incertidumbre de Heisenberg.
8. Postulados de Bohr para el átomo de Hidrogeno.
9. Principio de Exclusión de Pauli.

DEFINIR o EXPLICAR BREVEMENTE LOS SIGUIENTES TÉRMINOS O FENÓMENOS FÍSICOS.

1. Radiación.
2. Número atómico.
3. Isótopo.
4. Isóbaro.
5. Isótono.
6. Energía de Enlace.

- 
7. Fisión Nuclear.
  8. Fusión Nuclear.
  9. Radio isótopo.
  10. fotón.
  11. Moderador.
  12. Regulador.
  13. Blindaje biológico.
  14. Refrigerante.
  15. Unidad de masa atómica.
  16. Electrovoltio.
  17. Actividad radiactiva.
  18. Periodo de Vida media.
  19. Cuerpo negro.
  20. Elemento Transuranico
  21. Rayos X.
  22. Efecto fotoeléctrico.
  23. Efecto Compton.
  24. Las Líneas espectrales.
  25. Efecto Zeeman

EXPLIQUE BREVEMENTE EN QUE CONSISTE:

1. Curvatura de un rayo luminoso dentro de un campo gravitacional.
2. Corrimiento hacia el rojo en un rayo que vence la gravedad.
3. Radiación de un cuerpo negro.
4. Significado de la función " $\Psi$ ", en la ecuación de Schödinger.
5. Que representan los números cuánticos en el átomo moderno
6. Indicar cuales leyes de conservación deben mantenerse si un protón y su antiprotón chocan y se trasforman a 2 piones positivos, 2 piones negativos y un número indeterminado de piones con carga nulas.
7. En el problema n°1 de energía de enlace explicar porque se requiere más energía para liberar un neutrón que un protón.
8. masa de las estrellas define su evolución; indicar en un esquema, cuales serán los ciclos o transformaciones que sufrirán las estrellas según su masa.

INDICAR CUALES FRASES SON FALSAS Y RAZONE SU RESPUESTA:

1. La luz es diferente para distintos observadores inerciales.
2. La longitud de un objeto aumenta para observadores en movimiento.
3. La masa de un cuerpo aumenta al aumentar su velocidad.
4. La fuerza y la aceleración son paralelas a bajas velocidades solamente.
5. En una interacción entre dos cuerpos, si uno aumenta su velocidad implica que la masa del segundo disminuye.

- 
6. Un rayo luminoso siempre se mueve en línea recta en el espacio incluso al pasar cerca de una estrella.
  7. Si un rayo de luz viaja en la misma dirección que la fuerza de gravedad; implica que sufre un corrimiento hacia el azul.
  8. Los rayos catódicos se desvían hacia los campos negativos.
  9. Los rayos alfa están compuestos por núcleos de Helio.
  10. El modelo atómico de Thomson propone la existencia de un núcleo central y electrones girando alrededor del mismo como planetas alrededor del Sol.
  11. Si se añade o quita un protón, pero se mantiene el número de neutrones, estamos ante distintos isótonos.
  12. Si se funden dos átomos de Hierro (26 protones + 30 neutrones) para formar Cadmio (48 protones + 64 neutrones), la reacción nuclear libera energía.
  13. Las estrellas gigantes rojas surgen cuando se acaba el Hidrogeno y empiezan a consumir su Helio.
  14. Las supernovas surgen al no poder transformar el hierro en elementos más pasados y con ello liberar energía para detener el colapso gravitatorio.
  15. Los moderadores y los reguladores tiene la misma función en un reactor nuclear.
  16. Solo el Uranio 235 es fisiónable y ello ocurre solo en el 85 % de las colisiones con neutrones de baja energía.
  17. En el efecto fotoeléctrico, la energía de los electrones es proporcional a la longitud de onda de luz que incide.
  18. El número de electrones liberados en el efecto fotoeléctrico es proporcional a la frecuencia de la onda de luz incidente.
  19. Los rayos X representan lo opuesto al efecto fotoeléctrico.