

MODULO 1

CONTENIDO



Definición de radiación :

- Espectro electromagnético
- Átomo
- Ionización y excitación
- Interacción radiación-materia

Fuentes de radiación ionizante

- Distribución mundial de la exposición de RI
- Aplicaciones médicas
- Irradiación externa y contaminación externa
- Irradiación externa y contaminación interna

Riesgos según el tipo de fuente

- Definición de riesgo
- Riesgo radiológico

Sistema de protección radiológica

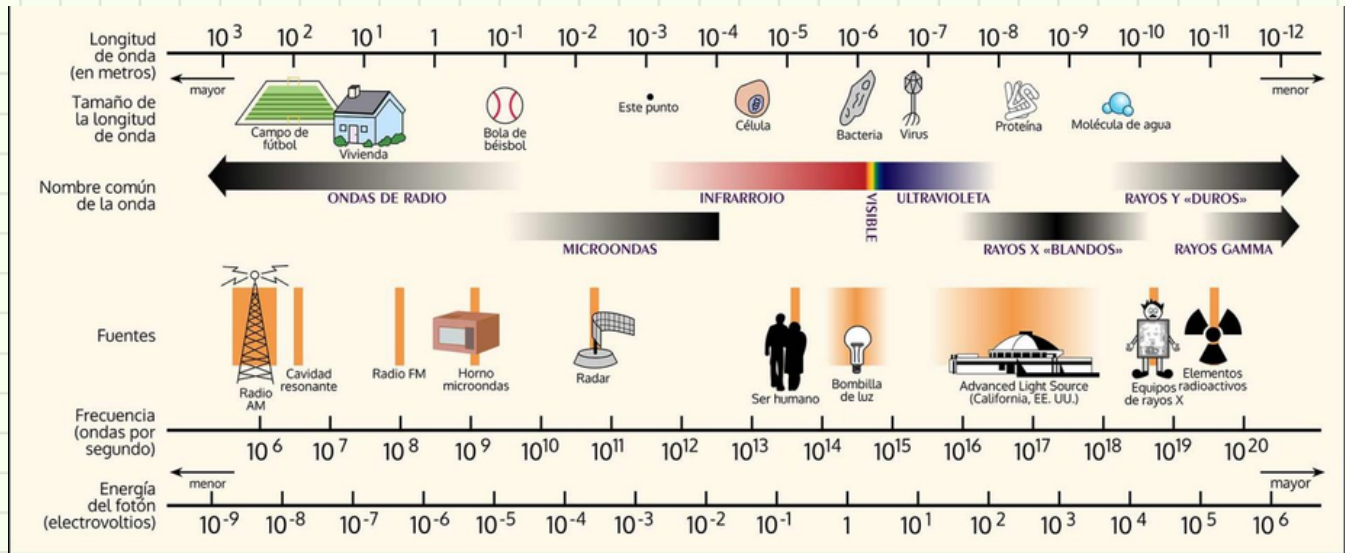
- Situaciones de exposición
- Principios de protección radiológica
- Zonas con riesgo radiológico



RADIACIÓN IONIZANTE

ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

comprende desde la radiación de energía baja y frecuencia baja que se desplaza en ondas largas (como las ondas de radio y las microondas) hasta la radiación de energía alta y frecuencia alta que se desplaza en ondas cortas (como los rayos X y los rayos gamma).



Regiones del espectro

Radiación no ionizante

- Radiación ultravioleta cercana.
- Espectro visible de la luz.
- Infrarrojo cercano.
- Infrarrojo medio.
- Radiación de microondas.
- Ondas de radio

Radiación ionizante

- Rayos gamma.
- Rayos X.
- Radiación ultravioleta extrema.

Usos

Ondas de radio: Emisiones de radio, televisión, wifi.

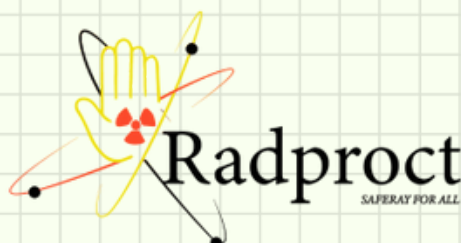
Microondas: Señal de telefonía móvil, antenas microondas, satélites.

Ultravioleta: Fotosíntesis

El espectro de luz visible: Hace visibles las cosas.

Rayos X: Medicina, radiología, radioterapia

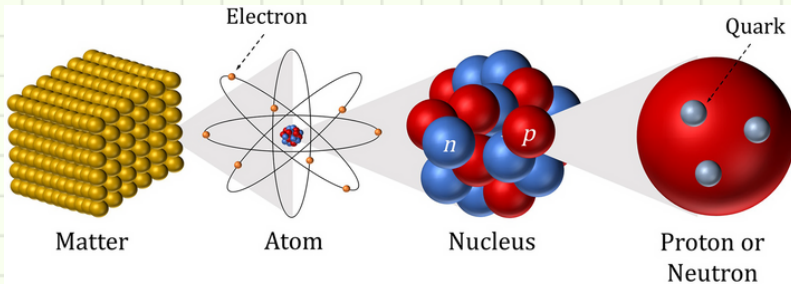
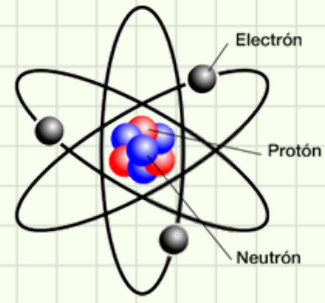
Rayos gamma: Medicina nuclear, industria, agricultura, etc.



EL ÁTOMO

La materia esta constituida por átomos. Los átomos están constituidos por un núcleo lleno de protones y neutrones, y alrededor del núcleo giran los electrones.

Estructura atómica



Partículas subatómicas:

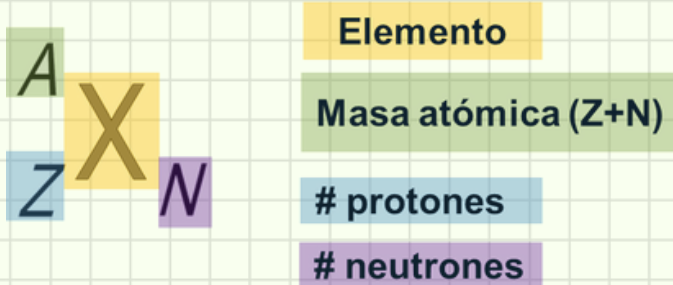
Protones, neutrones y electrones

Carga eléctrica



La suma de los neutrones (N) y los protones (Z) presentes en el núcleo de un elemento se denomina número de masa o masa atómica (A) y su valor siempre será un número entero.

Notación atómica



$$A = N + Z$$

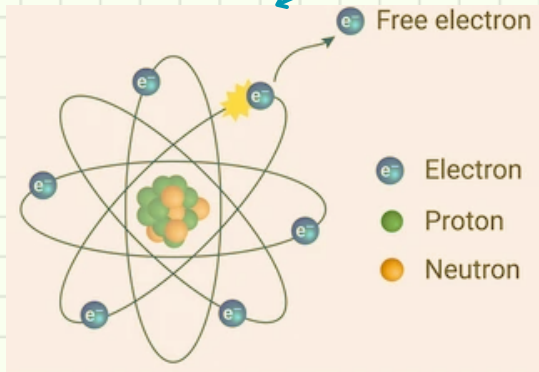
Existen diferentes elementos que contienen igual número de protones, pero difieren entre ellos en cuanto al número de neutrones y se denominan isótopos. En otras palabras, los isótopos tienen el mismo número atómico, pero difieren en el número de masa.

Especies de átomos

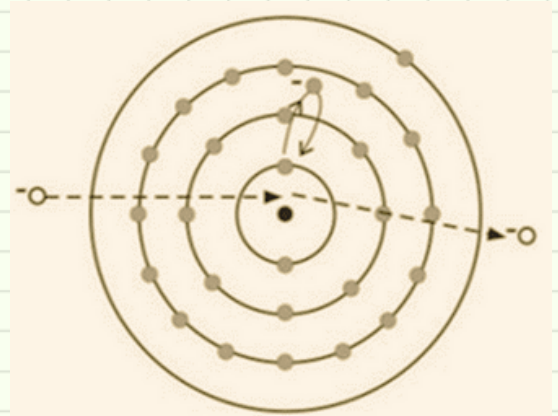
H																	He	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og	
			Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
			Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		

Los elementos tienen asignados nombres químicos y símbolos abreviados, derivados del inglés o el latín. Se organizan en la tabla periódica.

Ionización y excitación



La partícula cargada puede transferir energía al átomo, elevando los electrones a niveles de energía más altos.



La ionización puede ocurrir cuando la partícula cargada tiene suficiente energía para eliminar un electrón. Esto da como resultado una creación de pares de iones en la materia circundante.

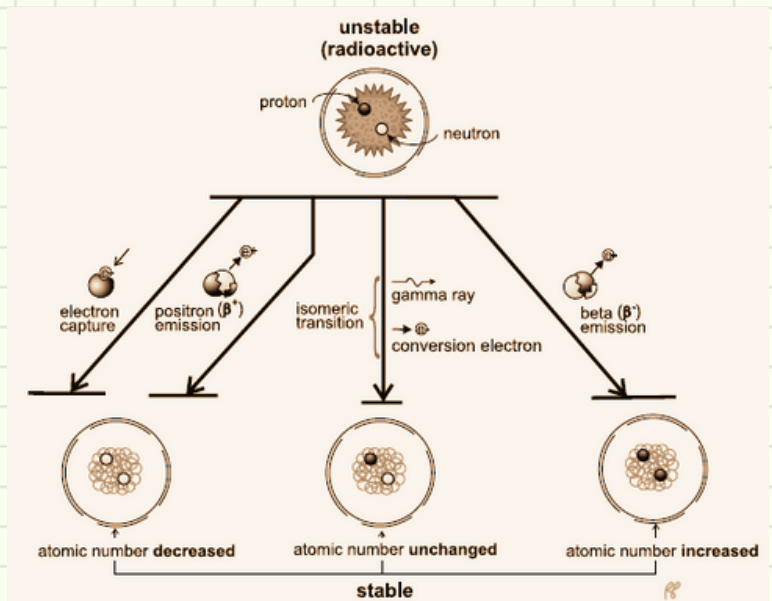
Esquema de decaimiento

Captura electrónica: Proceso en el cual un electrón atómico, normalmente de la capa K, se combina con un protón del núcleo y forma un neutrón y un neutrino electrónico

Decaimiento Beta: Proceso en el cual un nucleido inestable emite una partícula beta para compensar la relación de neutrones y protones del núcleo atómico.

Transición isomérica: Proceso que sucede en los átomos cuyo núcleo está meta-excitado, por ejemplo, tras la emisión de una partícula alfa o beta). La energía extra del núcleo se libera por la emisión de radiación gamma, devolviendo al núcleo a un estado estacionario

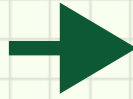
Radiación alfa Proceso en el cual un núcleo atómico emite una partícula alfa y se convierte en un núcleo con cuatro unidades menos de número másico y dos unidades menos de número atómico.



Radiación gamma: Proceso en el cual un núcleo atómico inestable pierde energía mediante la emisión de radiación, como una partícula alfa, partícula beta con neutrino o solo un neutrino en el caso de la captura electrónica, o un rayo gamma o electrón en el caso de conversión interna.

Interacción Radiación-Materia

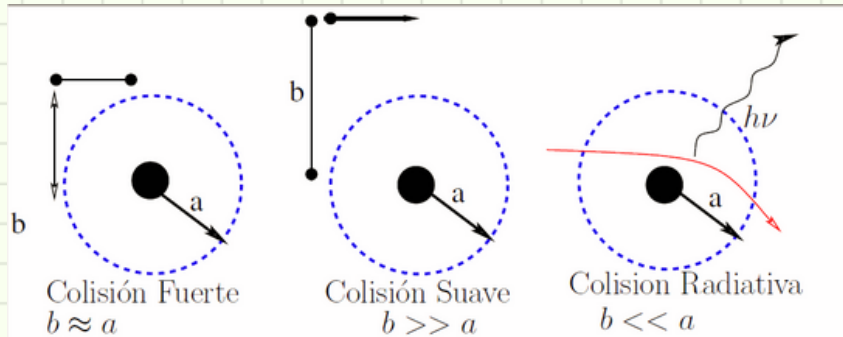
Radiación directamente Ionizante



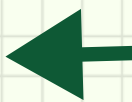
Partículas cargadas con la materia

- Colisión suave
- Colisión fuerte
- Colisión radiativa

Se conoce como radiación directamente ionizante a las partículas cargadas como electrones, protones y partículas alfa (α) que tienen suficiente energía cinética para producir ionización por colisión cuando penetran en la materia.

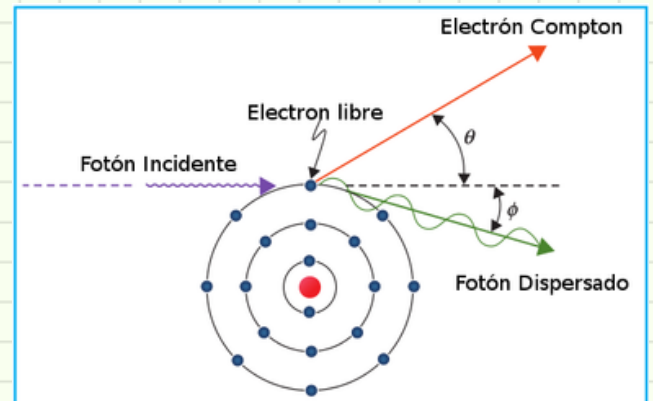


Partículas (fotones o neutrones) que depositan su energía en el medio a través del cual difunden a través de un proceso regido por dos pasos: En el primer paso, se transfiere energía a una partícula cargada del medio la cual es liberada (los fotones liberan electrones o positrones y los neutrones liberan protones o iones más pesados). En el segundo paso, las partículas cargadas liberadas depositan energía en el medio a través de interacciones directas de Coulomb con los electrones orbitales de los átomos en el medio

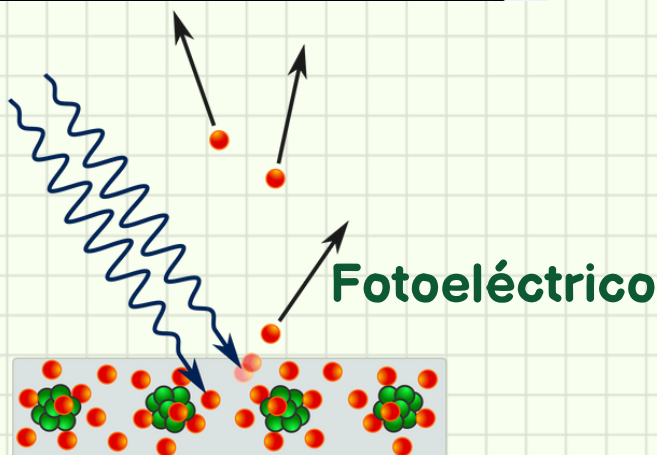
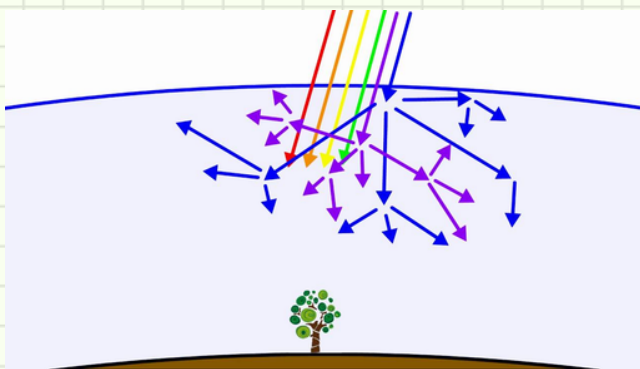


Radiación indirectamente Ionizante

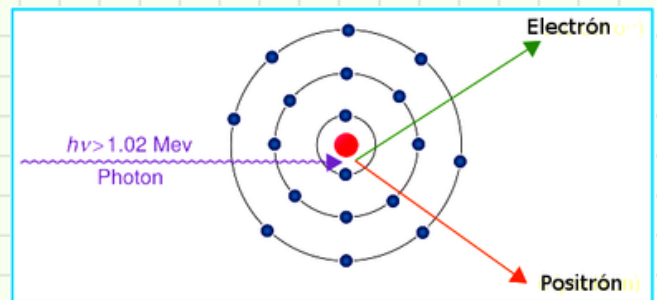
Dispersión de Compton



Dispersión de Rayleigh



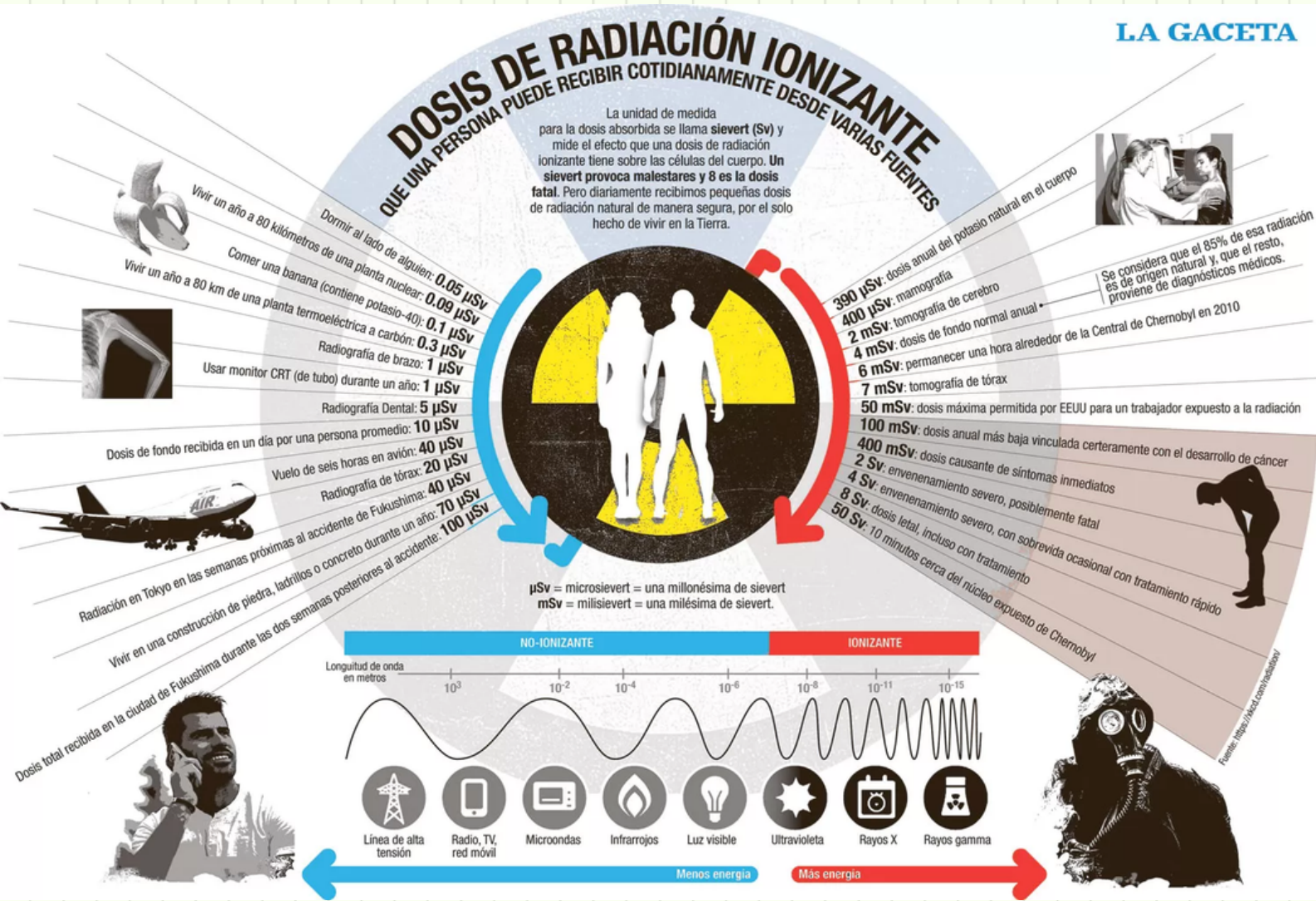
Producción de Pares



FUENTES DE RADIACIÓN IONIZANTE

Todos los organismos vivos están continuamente expuestos a la radiación ionizante, por ejemplo, de los rayos gamma cósmicos y terrestres, la ingestión de potasio y la exposición al radón. En todo el mundo, la exposición humana promedio a la radiación de fuentes naturales es de 2,4 mSv por año, aproximadamente la mitad de la cual se debe a los efectos de los descendientes del radón.

LA GACETA



APLICACIONES DE RADIACIÓN IONIZANTE

- ✓ CONSERVACION DE ALIMENTOS
- ✓ INVESTIGACION AGRICOLA
- ✓ CONTROL DE PLAGAS
- ✓ MEDICINA
- ✓ DIAGNOSTICO DE ENFERMEDADES
- ✓ TRATAMIENTO
- ✓ INDUSTRIA
- ✓ ARQUEOLOGIA Y PANTEOLOGIA
- ✓ PRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA

Aplicaciones medicas

Diagnostico y tratamiento

- Radiología
- Medicina Nuclear
- Radioterapia

IRRADIACIÓN

Se denomina **irradiación** a la transferencia de energía la de un material radiactivo a otro material, sin que sea necesario un contacto físico entre ambos, y **contaminación radiactiva** a la presencia de materiales radiactivos en cualquier superficie, materia o medio, incluyendo las personas.

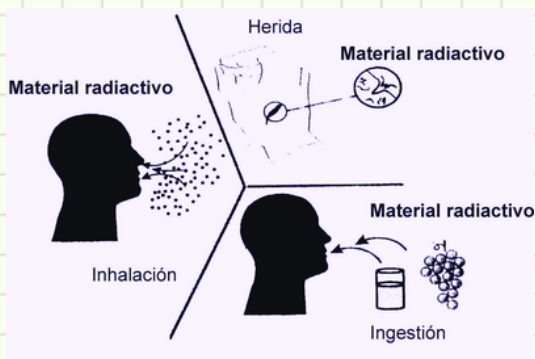
Irradiación externa y contaminación externa

Se dice que hay riesgo de **irradiación externa** cuando, por la naturaleza de la radiación y el tipo de práctica, la persona sólo está expuesta mientras la fuente de radiación está activa y no puede existir contacto directo con un material radiactivo. Es el caso de los generadores de rayos X, los aceleradores de partículas y la utilización o manipulación de fuentes encapsuladas.



Cuando puede haber contacto con la sustancia radiactiva y ésta puede penetrar en el organismo. Esta situación es mucho más grave que la simple irradiación, ya que la persona sigue estando expuesta a la radiación hasta que decaiga la actividad radiactiva de los mismos de los radionucleidos.

Contaminación Interna



Puede penetrar en el organismo por cualquier vía (respiratoria, dérmica, digestiva o parenteral).

Exposición

Se llama **exposición** al hecho de que una persona esté sometida a la acción y los efectos de las radiaciones ionizantes. Puede ser:

- **Externa:** exposición del organismo a fuentes exteriores a él.
- **Interna:** exposición del organismo a fuentes interiores a él.
- **Total:** suma de las exposiciones externa e interna.
- **Continua:** exposición externa prolongada, o exposición interna por incorporación permanente de radionucleidos, cuyo nivel puede variar con el tiempo.
- **Única:** exposición externa de corta duración o exposición interna por incorporación de radionucleidos en un corto periodo de tiempo.
- **Global:** exposición considerada como homogénea en el cuerpo entero.
- **Parcial:** exposición sobre uno o varios órganos o tejidos, sobre una parte del organismo o sobre el cuerpo entero, considerada como no homogénea.

En caso de **contaminación radiactiva del organismo humano**, según que los radionucleidos estén depositados en la piel, los cabellos o las ropas, o bien hayan penetrado en el interior del organismo, se considera **contaminación externa** o **contaminación interna** respectivamente. La gravedad del daño producido está en función de la actividad y el tipo de radiaciones emitidas por los radionucleidos

RIESGOS SEGÚN EL TIPO DE FUENTE

El riesgo radiológico es el riesgo de efectos nocivos para la salud, debido a la exposición a la radiación ionizante (incluida la probabilidad de que se produzcan esos efectos) y cualquier otro riesgo relacionado con la seguridad (incluidos los riesgos para el ambiente) que podrían surgir como consecuencia directa de la exposición a la radiación ionizante, la presencia de material radiactivo o su emisión al ambiente, o la pérdida de control de una fuente de radiación.

El riesgo a radiación ionizante esta estructurado así:

Riesgo Radiológico

Irradiación externa
Contaminación

Reacciones tisulares

Efectos estocásticos

Fuentes de radiación



Medios de protección

Parámetros operacionales

Distancia: Aumentando la distancia entre el operador y la fuente de radiaciones ionizantes, la exposición disminuye en la misma proporción en que aumenta el cuadrado de la distancia. En muchos casos bastará con alejarse suficientemente de la fuente de radiación para que las condiciones de trabajo sean aceptables.

Tiempo: Disminuyendo el tiempo de exposición todo lo posible, se reducirán las dosis. Es importante que las personas que vayan a realizar operaciones con fuentes de radiación estén bien adiestradas, con el fin de invertir el menor tiempo posible en ellas.

Blindaje: En los casos en que los dos factores anteriores no sean suficientes, será necesario interponer un espesor de material absorbente, blindaje, entre el operador y la fuente de radiación.

CLASIFICACIÓN DE LAS PERSONAS

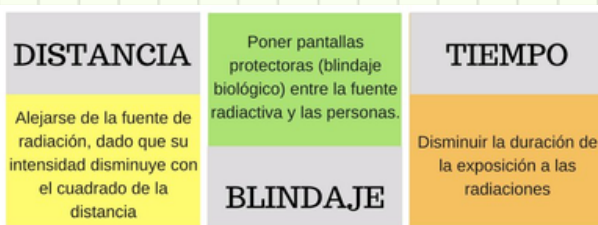
- Trabajador ocupacionalmente expuesto
- Personas en formación y estudiantes
- Miembros del público
- Población en su conjunto



EVALUACIÓN DEL RIESGO RADIOLOGICO

El riesgo R se evalúa mediante la medición de los dos parámetros que lo determinan, la magnitud de la consecuencia o daño posible, y la probabilidad que dicha consecuencia o daño llegue a ocurrir.

Riesgo = probabilidad X Consecuencia



Niveles

- Nivel de consecuencia:** Medida de la severidad de las consecuencias
- Nivel de deficiencia:** Magnitud de la relación esperada entre (1) el conjunto de peligros detectables y su relación directa con los posibles incidentes
- Nivel de exposición:** Situación de exposición a un peligro que se presenta en un tiempo determinado
- Nivel de probabilidad:** Producto de nivel de deficiencia por el nivel de exposición.
- Nivel de riesgo:** Magnitud de un riesgo resultante del producto del nivel de probabilidad

SISTEMA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Es conveniente considerar los procesos que causan las exposiciones a las radiaciones como una red de sucesos y situaciones. Cada parte de la red se inicia en una fuente:

- La radiación o el material radiactivo se transfiere a través de vías ambientales u otras vías dando lugar a la exposición de los individuos.
- La exposición de individuos a la radiación o a materiales radiactivos implica que origina dosis a esos individuos.
- La protección puede lograrse actuando sobre la fuente, o en puntos de las vías de exposición, y ocasionalmente modificando la ubicación o las características de los individuos expuestos.

Situaciones de exposición

Exposición planificada

1. Implican la deliberada introducción y operación de fuentes.
2. Pueden conducir tanto a exposiciones que se prevé que habrán de ocurrir (**exposiciones normales**) como a exposiciones que no puede anticiparse que ocurrirán (**exposiciones potenciales**)

Exposición de emergencia

Pueden ocurrir durante la operación de una situación planificada, o como consecuencia de un acto malévolo,

Exposición existente

Situaciones de exposición que ya existen cuando debe tomarse una decisión sobre su control, incluyendo las situaciones de exposición prolongadas después de emergencias

Categorías de exposición

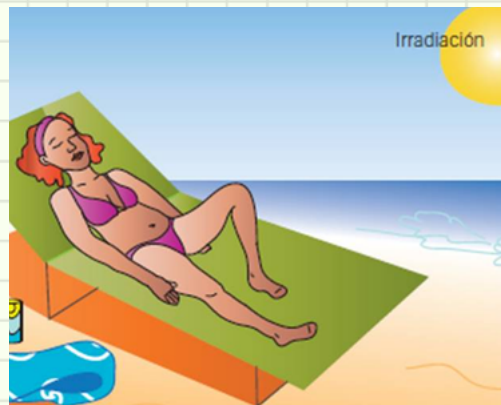
Exposición ocupacional

Toda exposición a radiaciones de los trabajadores ocurrida como resultado de su trabajo



Exposición del público

todas las exposiciones que no sean exposiciones ocupacionales ni exposiciones médicas de pacientes.



Exposición médicas del paciente

La exposición a la radiación de pacientes ocurre en procedimientos diagnósticos, intervencionistas, y terapéuticos.



Niveles de protección radiológica

Restricción de dosis



Aplica para situaciones de exposición planificada y son las limitación de las dosis que los individuos puedan recibir provenientes de una fuente.

Restricción de Riesgo

Aplica para situaciones de exposición potenciales.

Nivel de referencia

Aplica para situaciones de exposición de emergencia y existente

Límites de dosis	Restricciones y niveles de referencia
Proteger al trabajador de la exposición ocupacional y a la Persona representativa de la exposición al público	
 Un diagrama que muestra un silueta humana azul en el centro, rodeada por un círculo rojo. Desde el círculo, se extienden líneas rojas hacia ocho botellas de radiación (símbolo de radiación en un triángulo dentro de un círculo) que representan fuentes de exposición planificada.	 Un diagrama que muestra un silueta humana azul en el centro, rodeada por un círculo rojo. Dentro del círculo está una botella de radiación (símbolo de radiación en un triángulo dentro de un círculo). Desde el círculo, se extienden líneas rojas hacia tres siluetas humanas azules que representan exposición de una única fuente en todas las situaciones.
De todas las fuentes reguladas en situaciones de exposición planificada	De una fuente en todas las situaciones de exposición

En el caso específico de situaciones de exposición planificada, se requieren restricciones separadas para las sumas de dosis ocupacionales y para las sumas de dosis en el público. La Comisión denomina límites de dosis a las restricciones relativas a los individuos y la evaluación de las dosis correspondiente se identifica como "relativa al individuo". Sin embargo rara vez es posible evaluar la exposición total de un individuo debida a todas las fuentes. Es por consiguiente necesario hacer aproximaciones de la dosis que sean comparadas con el límite cuantitativo, sobre todo en el caso de la exposición del público. Para las exposiciones ocupacionales, es más probable que las aproximaciones sean precisas porque el nivel gerencial superior del organismo (empleador) tiene acceso a la información necesaria para identificar y controlar las dosis provenientes de todas las fuentes importantes. La Figura ilustra las diferencias de concepto entre el uso de límites de dosis individual en situaciones planificadas y el uso de restricciones o niveles de referencia con fines de protección respecto de una fuente en todas las situaciones.

Principios de protección radiológica



justificación

Los médicos que prescriben las pruebas sopesan los riesgos frente a los beneficios y valoran la posibilidad de usar otras técnicas alternativas sin radiaciones



optimización

Siempre se trata de que la dosis para el paciente sea lo más baja posible asegurando una adecuada calidad de imagen para el diagnóstico



limitación

A los pacientes no les aplican los límites de dosis. Se utilizan los niveles de referencia para cada tipo de exploración y de paciente y se aplican sobre el conjunto de ellos

Dos de dichos principios están relacionados con la fuente y se aplican en todas las situaciones de exposición:



JUSTIFICACIÓN

Todas las exploraciones radiológicas deben estar justificadas por el médico que solicita la prueba y por el especialista en radiodiagnóstico, que son los que disponen de toda la información clínica del paciente.

Esto exige poner en la balanza los beneficios y los riesgos del examen o procedimiento previsto, tomando en consideración otras exploraciones alternativas en las que no se utilice radiación ionizante.

OPTIMIZACIÓN

El estudio radiológico debería realizarse siempre con la dosis tan baja como sea razonablemente posible para asegurar una calidad de imagen adecuada.

Existen guías y recomendaciones al respecto bien establecidas por organizaciones internacionales, las cuales se basan en datos científicos.



Uno de los principios está relacionado con los individuos y se aplica a situaciones de exposición planificada



LIMITACIÓN DE DOSIS

No hay límites de dosis de radiación aplicables a los pacientes. Las características de cada exploración y de cada paciente determinan la dosis necesaria.

Se aplican niveles de referencia sobre grupos amplios de población, nunca de forma individual, cuyos valores representan las mejores prácticas en el mismo contexto tanto geográfico como tecnológico y que son revisados regularmente.

Debe evitarse repetir exámenes innecesariamente. Sin embargo, algunas repeticiones de exámenes son necesarias para monitorizar la evolución de la enfermedad o de su tratamiento.

¿QUÉ OCURRE SI LA PACIENTE ESTÁ EMBARAZADA?

Las pacientes embarazadas pueden someterse a exploraciones con rayos X siempre que esté justificado para el diagnóstico o tratamiento de su enfermedad y se minimice la radiación que llegue al feto.

Los médicos pueden considerar retrasar los procedimientos que conlleven la exposición directa de la región pélvica y del feto. Sin embargo, si el procedimiento es esencial para la salud de la madre, los médicos tomarán medidas especiales para mantener la dosis al feto lo más baja posible.

El riesgo de que se produzca cualquier tipo de efecto radio-inducido en el futuro bebé es prácticamente nulo en la inmensa mayoría de las exploraciones con rayos X (ICRP 84).



Zonas de riesgo radiológico

Una función importante del empleador y/o de la persona licenciada o autorizada es la de mantener el control sobre las fuentes de exposición y sobre la protección de los trabajadores que están ocupacionalmente expuestos. Para esto, se recomienda clasificar las áreas de trabajo antes que clasificar a los trabajadores. Se usan 2 denominaciones: áreas controladas y áreas supervisadas.

Zona supervisada, cuando existe la posibilidad en las mismas de recibir dosis efectivas superiores a 1 mSv/año (límite del público) e inferiores a 6 mSv/año, o dosis equivalentes superiores a 1/10 de los límites para el cristalino, piel y extremidades.



Zona controlada, cuando se pueden superar los 6 mSv/año para la dosis efectiva o dosis equivalentes superiores a 3/10 de los límites para el cristalino, piel y extremidades.



¿Está embarazada o cree que puede estarlo?

Por favor, informe al personal médico antes de someterse a una radiografía o a un procedimiento de medicina nuclear.

Debe saber que
El feto es más sensible a la radiación.
Los riesgos dependen del estado de gestación, del tipo de procedimiento y de la cantidad de radiación utilizada.
En la mayoría de los casos los procedimientos radiológicos de diagnóstico no entrañan riesgos, ni siquiera en el embarazo.

Recomendaciones
No deje de someterse al procedimiento si es importante para su salud.
Pregunte al personal médico las medidas que se tomarán para reducir los riesgos.
Si está preocupada, pida consejo antes de someterse al procedimiento.
Pregunte si ha de realizarse una prueba de embarazo.

IAEA
International Atomic Energy Agency
<https://rpop.iaea.org>



Señalización mujer en estado de embarazo