

Detectores de Radiación

Lic. Ariel Martinez

Fenómenos Físicos
utilizados para la Detección
de Radiación
Usos

Tipos y Características
de Detectores

Componentes
Básicos de un
Detector de
Radiación

2

Características Esperadas en
un Detector de Radiación

Dosímetros más Utilizados

Que es lo que queremos determinar?

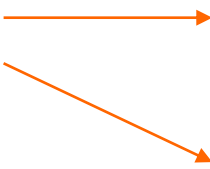
Dosis absorbida, D

- La dosis absorbida D, es la energía absorbida por unidad de masa. Esta magnitud se define para cualquier tipo de radiación ionizante (no solo para radiación electromagnética, como en el caso de la “exposición”), y para cualquier material.
- $D = dE/dm$.
- La unidad del SI de D es el gray [Gy].
- $1 \text{ Gy} = \text{J/kg}$.
- La unidad antigua era el “rad”. $1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$.

1) Fenómenos Físicos utilizados para la Detección de Radiación

1.1) Ionización de gases

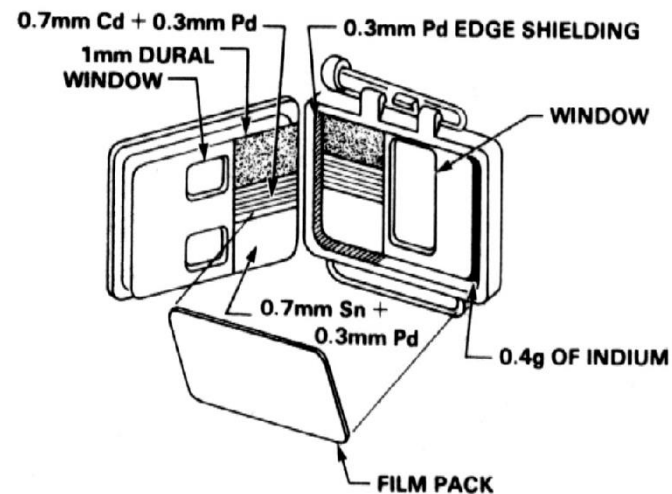
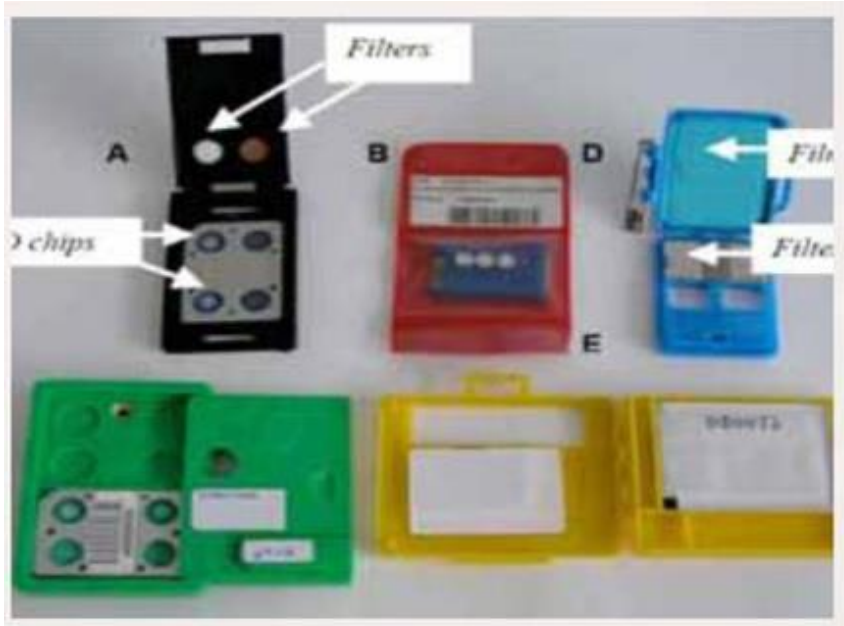
1.2) Excitación y luminiscencia de sólidos

1.3) Disociación de la materia Reacciones químicas
Ennegrecimiento de placas

1.4) Calorimetría

Usos de los detectores

Dosímetros personales.

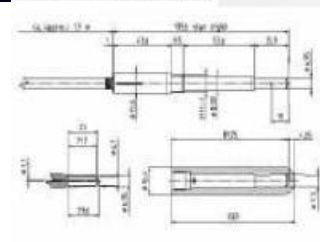


Dosímetros operacionales.

TLDs



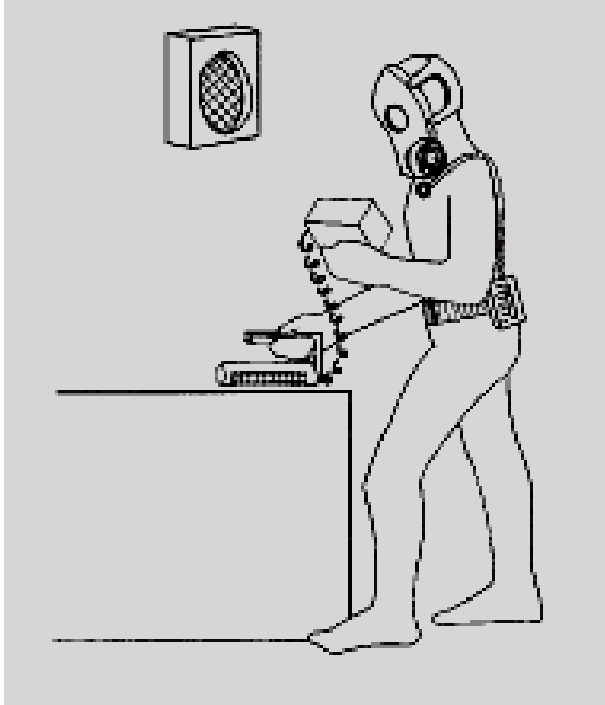
Diodes



Monitores de tasa de exposición o de dosis.



Monitores de contaminación.



2) Característica Esperadas de un Detector de Radiación

2.1) Sensibilidad

capacidad de producir una señal útil y medible dentro de un rango de energía.

2.2) Tiempo de respuesta

tiempo que le lleva al detector formar una señal luego de detectar radiación.

Idealmente se espera que la respuesta del detector sea *lineal* (ionizaciones producidas en el detector sean proporcionales a la energía incidente).

2.3) Resolución en energía

capacidad de distinguir entre energías próximas. Es función de la energía depositada en el detector.

2.4) Eficiencia del detector (ϵ_{tot})

Intrínseca (ϵ_{int}), depende solo de la sección eficaz del detector y de la energía.

Geométrica (ϵ_{geom}), depende de la configuración geométrica del detector.

$$\epsilon_{tot} = \epsilon_{int} * \epsilon_{geom}$$

3) Tipos y Características de los Detectores de Radiación

3.1) Detectores gaseosos

3.2) Diodos Semiconductores

3.3) Dosimetría por Luminiscencia

3.4.1) Dosimetría Química

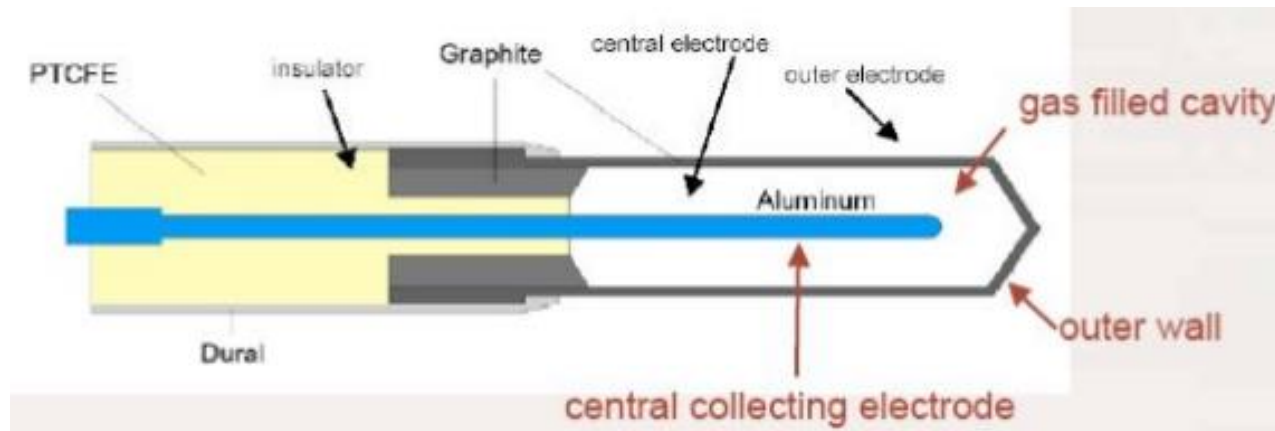
3.4.2) Dosimetría Fílmica

3.5) Calorimetría

3.1) Detectores Gaseosos

Consta de un gas encerrado en un recipiente de paredes delgadas (evitar auto-absorción).

Principio de funcionamiento: la radiación incidente produce pares iónicos en el gas. Estas cargas son colectadas al aplicar una diferencia de potencial a través del gas contenido haciendo que los e^- se muevan hacia el ánodo y los iones positivos hacia el cátodo, evitando la recombinación de iones.



3.1) Detectores Gaseosos

Las diferencias operacionales radican en el *Voltaje Aplicado* entre los electrodos, ya que según V los iones y electrones que son acelerados por el campo eléctrico producirán nuevas ionizaciones o se recombinarán (neutralizarán).

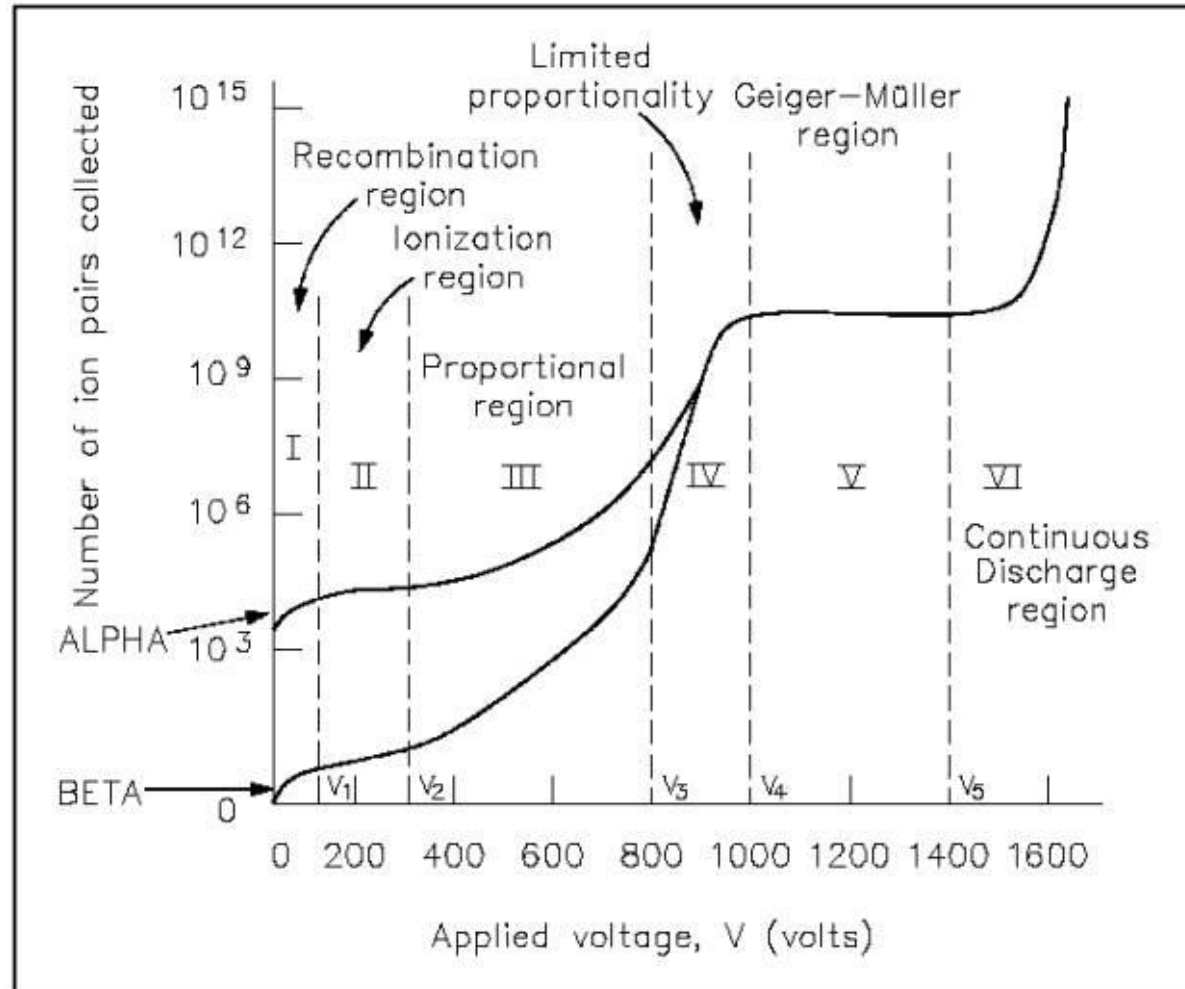
Clasificación

3.1.1) Cámaras de Ionización

3.1.2) Proporcional

3.1.3) Contador Geiger-Müller

3.1) Detectores Gaseosos



3.1) Detectores Gaseosos

II) Región de Ionización el nº de iones colectado no varía con el V aplicado. Se recoge básicamente toda la ionización primaria. La señal generada es muy pequeña por lo que se requiere de un circuito amplificador sensible para medirla. (poco sensible y muy preciso).

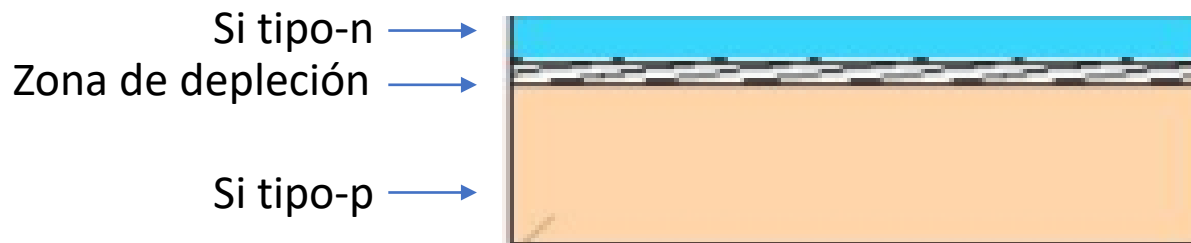
III) Región Proporcional la carga colectada es proporcional al voltaje aplicado

V) Región Geiger-Müller la producción de ionizaciones secundarias produce una avalancha de cargas que va a todo el volumen del gas. Los pulsos son grandes debido a la gran cantidad de iones colectados y se pierde la dependencia con la ionización primaria. (poco preciso y muy sensible).

3.2) Diodos Semiconductores

El medio ionizable es un semiconductor de alta resistividad (Si o Ge)

Los diodos son dispositivos con una unión tipo p-n. Si se altera el dopaje del dispositivo podemos hacer un detector de luz o RX.



Cuando la radiación penetra en la zona de depleción se crea un par electrón-hueco que hace que fluyan en direcciones opuestas. El nº de electrones recogidos creará un pulso eléctrico cuya amplitud será proporcional a la energía incidente.

3.3) Dosimetría por Luminiscencia

Ciertos materiales absorben energía y luego la emiten en forma de luz.

Fluorescencia: la emisión ocurre dentro de los 10^{-8} seg.

Fosforescencia: emisión retardada.

Clasificación según su estimulación:

3.3.1) TLDs

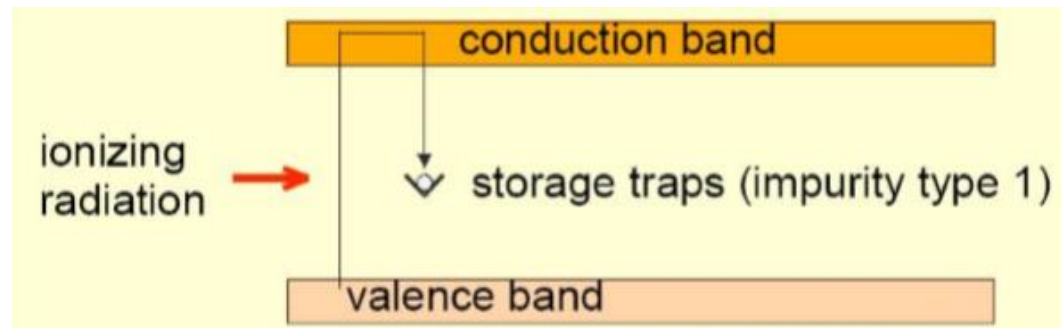
3.3.2) OSL

3.3) Dosimetría por Luminiscencia

Al incidir la radiación se crean electrones libres y huecos.

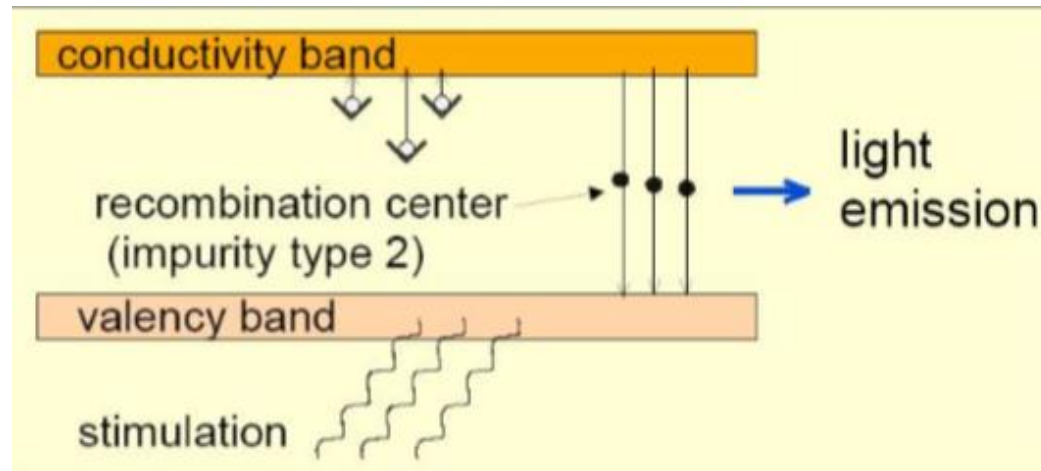
Los materiales luminiscentes presentan “trampas de almacenamiento”

Los electrones y huecos se recombinarán o quedarán atrapados en las trampas.



3.3) Dosimetría por Luminiscencia

Al ser estimulado el material con luz (dosimetría por estimulación óptica) o temperatura (dosimetría por termoluminiscencia) aumenta la probabilidad de liberar los electrones retenidos en las trampas emitiendo energía lumínica.



3.4.1) Dosimetría Química

La energía absorbida puede producir un cambio químico en el medio absorbente y la cantidad de este cambio puede ser usada para la medición de dosis.

$$D = \frac{\Delta M}{G\rho}$$

ΔM : concentración de iones férricos para un determinado gel
 G : nº de moléculas del producto producidas por 100keV

La cantidad de iones férricos producidos por la radiación se puede determinar midiendo la densidad óptica (o absorbancia A) de la solución y comparándola con la solución sin irradiar.

$$A = \log \left(\frac{I_0}{I_t} \right)$$

I_0 : Intensidad de luz incidente
 I_t : luz transmitida

Usualmente se leen con RM, también puede utilizarse densitómetros y lectores ópticos.

3.4.2) Dosimetría Fílmica

Los RX tienen la propiedad de afectar un film de la misma manera que la luz.

El film contiene cristales muy pequeños de *bromuro de plata*, que cuando son irradiados sufren una transformación química la que da lugar a una imagen latente.

Cuando el film se revela, los cristales afectados se reducen a *granos de plata*. El film se fija. Luego se remueven los granos sin afectar y conseguimos que la plata fijada oscurezca el film.

I_0 : Intensidad de luz colectada sin el film

I_t : luz transmitida a través del film

$$OD = \log \left(\frac{I_0}{I_t} \right)$$

El ***grado de oscuridad del film*** depende de la cantidad de plata depositada (energía absorbida) y se mide determinando la densidad óptica (densitómetro) o escaner

3.6) Calorimetría

Es el método **básico y más preciso** para determinar dosis absorbida en un medio.

La E absorbida aparece como E calórica. Se mide una variación de temperatura.

$$D = \frac{\Delta E}{\Delta m} = C_p \Delta T$$

4) Dosímetros más Utilizados

4.1) Cámaras de Ionización

4.2) Placas radiográficas

4.3) TLDs

4.4) Diodos Semiconductores

4) Dosímetros más Utilizados

4.1) Cámaras de Ionización

Ventajas

- Precisión y exactitud
- Aptas para calibración
- Lectura instantánea
- Reutilizables

Desventajas

- Conexión de cables
- Necesidad de alto voltaje
- Necesidad de correcciones

4.2) Flim

Ventajas

- La mejor resolución del mercado 2D
- Muy fina y no distorsiona el haz
- Tejido equivalente

Desventajas

- Necesidad de un cuarto oscuro
- Dependientes de la energía
- No puede ser usado para calibración
- Necesidad de una curva de calibración

4) Dosímetros más Utilizados

4.2) TLD

Ventajas

- Pequeños
- Tejido equivalente
- Relativamente baratos
- Disponibles en varios formatos
- Reutilizables
- Dosimetría in-vivo

Desventajas

- La información es eliminada durante la lectura
- Lectura no inmediata
- Requiere correcciones
- No recomendados para calibración

4) Dosímetros más Utilizados

4.2) Semiconductores

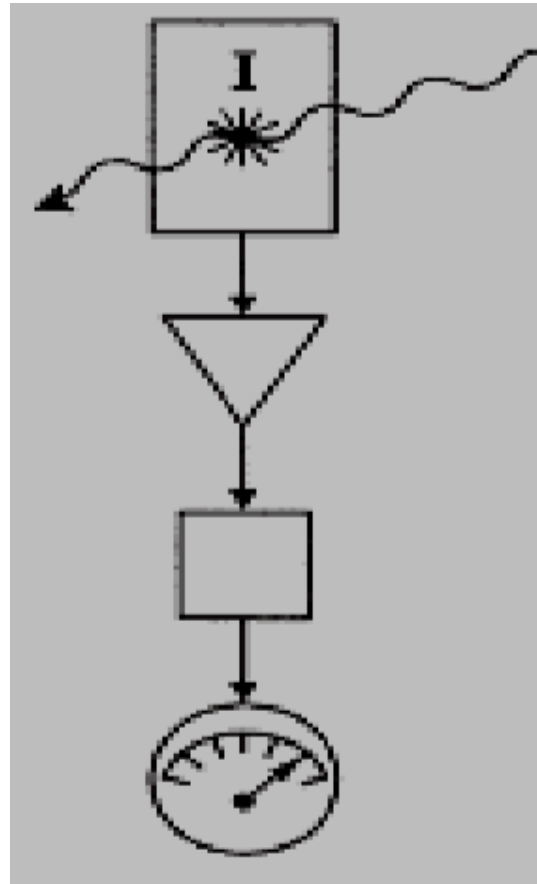
Ventajas

- Pequeños
- Alta sensibilidad
- Lectura instantánea
- Simple instrumentación
- Reutilizables pero pierden sensibilidad con el tiempo

Desventajas

- Necesidad de cables
- Variables con la temperatura
- Cuidados especiales para asegurar constancia en respuesta
- No recomendados para calibración

5) Componentes Básicos de un Detector de Radiación



Detector

Amplificador

Filtro

Lector

5) Componentes Básicos de un Detector de Radiación

Tipos de Pulso

- Lineal o Analógica
- Posee información sobre alguna de las características de la señal: amplitud o forma
- Lógico o Digital
- La señal de amplitud y forma son constantes
- Poseen menos información
- Son sensibles a distorsiones y ruido en el sistema

5) Componentes Básicos de un Detector de Radiación

Tipos de Señales

Rápidas

- Pocos nanosegundos
- Importantes en aplicaciones temporales y altos contajes
- Fácilmente afectadas por inductancias, capacitancias y resistencia de los circuitos y cables

Lentas

- Ofrecen mejor información sobre la altura de los pulsos (espectroscopia)

Muchas Gracias!!!