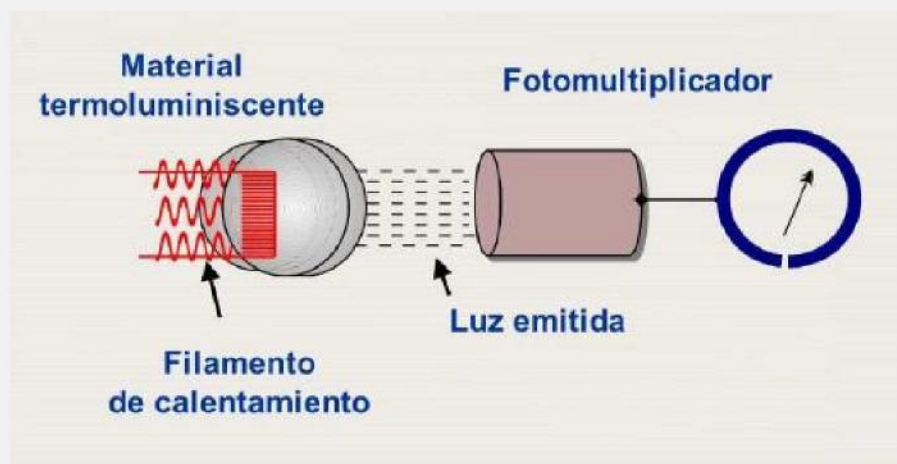


## TEMA 7

### Equipos de detección y medida radiológica



## **INDICE**

1. Objetivos
2. Introducción
3. Tipos de equipos:
  - 3.1 Por su principio de funcionamiento:
    - 3.1.1 Equipos de ionización gaseosa
    - 3.1.2 Equipos de centelleo
    - 3.1.3 Equipos de termoluminiscencia
    - 3.1.4 Equipos de semiconducción
    - 3.1.5 Emulsiones fotográficas
  - 3.2 Por su objetivo de medida:
    - 3.2.1 Radiómetros
    - 3.2.2 Contaminómetros
    - 3.2.3 Dosímetros
4. Calibración, verificación y mantenimiento de equipos

## **1. Objetivos de la unidad**

- > Conocer los principales equipos de medida de la radiación por su principio de funcionamiento.
  
- > Identificar los principales equipos de medida de la radiación por su objetivo de medida en una emergencia nuclear.
  
- > Conocer las principales actividades necesarias de mantenimiento para el correcto funcionamiento de los equipos.

## 2. Introducción

Las radiaciones ionizantes tienen la peculiaridad de no ser detectables por los sentidos, por lo que no podremos saber si estamos ante un campo de radiación y mucho menos su intensidad si no disponemos de los equipos necesarios para ello.



Inodora



Invisible

Como veremos, los equipos que detectan las radiaciones utilizan para su detección alguna propiedad de las mismas que modifica el medio; si somos capaces de cuantificar esa modificación podremos ser capaces de cuantificar el nivel de radiación. Sería algo similar a cuantificar el peso de una persona por la huella que deja su pie en la playa.



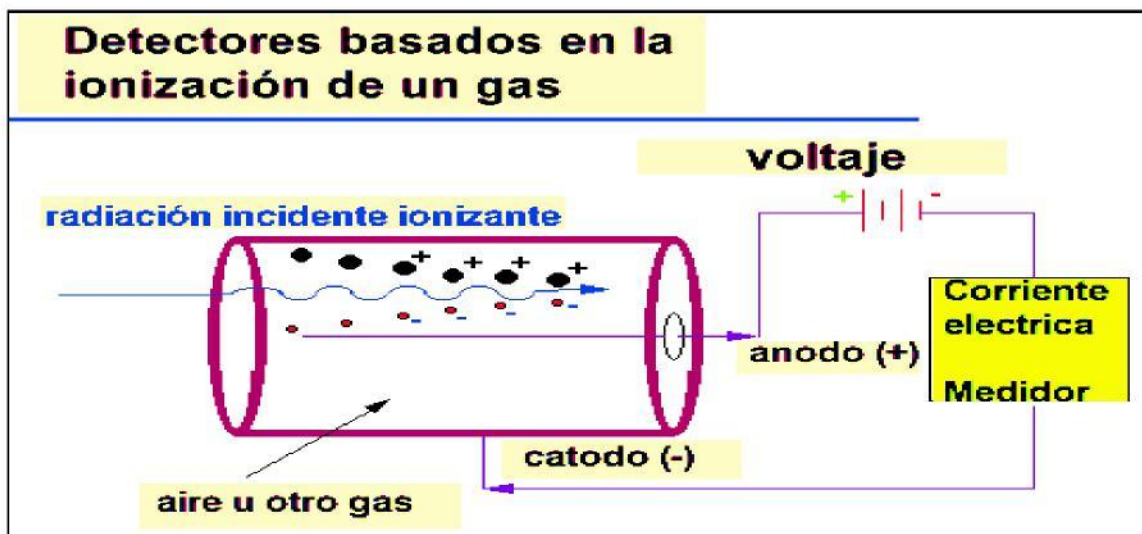
### 3. Tipos de equipos

#### 3.1. Por su principio de funcionamiento

##### 3.1.1. Equipos de ionización gaseosa

Los detectores de ionización gaseosa están constituidos por un recinto lleno de un gas a una determinada presión en el que se disponen dos electrodos a los que se les aplica una tensión.

Dado que los gases son aislantes, en condiciones normales no circula corriente eléctrica entre ambos electrodos, pero si la radiación ionizante alcanza el volumen sensible del gas, producirá su ionización y las cargas eléctricas generadas se moverán hacia los electrodos de signo contrario produciéndose un breve paso de corriente que, convenientemente medido, nos revelará la llegada de la radiación.



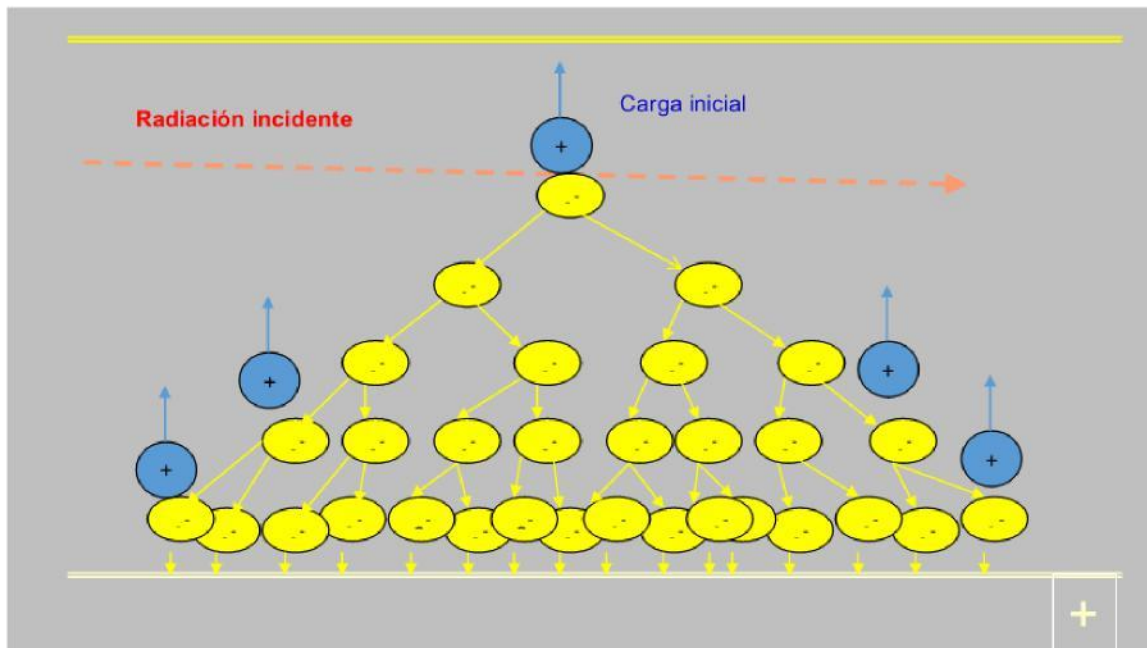
Al variar la tensión aplicada a los electrodos, varía la amplitud del impulso eléctrico obtenido al llegar la radiación, dando lugar a los tres tipos de detectores de ionización gaseosa que existen:

- a) Cámara de ionización. La tensión aplicada a los electrodos produce un campo eléctrico suficiente para que sea posible la captación de toda la carga generada por la radiación incidente. La pared de la cámara no debe ser muy gruesa a fin de que pueda ser atravesada por la radiación que se quiere detectar. Las cámaras de ionización se usan preferentemente para la detección de fotones (radiación X y gamma) y partículas beta. La corriente generada en la cámara es muy pequeña y se precisa de su amplificación para ser medida.



Cámara de ionización para la medida de radiofármacos

b) Contador proporcional. La tensión aplicada a los electrodos es mayor que la de la cámara de ionización y se presenta el fenómeno de multiplicación de carga, originada por los electrones que acelerados hacia el ánodo ganan energía suficiente para ionizar por impacto moléculas de gas neutro. Aunque la magnitud de los impulsos de tensión es mayor que en la cámara de ionización, sigue siendo necesaria una amplificación de la señal.



Fenómeno de multiplicación en un contador proporcional

c) Contador geiger. Si se eleva la tensión de polarización por encima de la zona de proporcionalidad, los impulsos resultantes alcanzan todos la misma amplitud, independientemente de la ionización primaria debida a la partícula detectada. Se dice entonces que la modalidad de funcionamiento del contador corresponde a la zona geiger. La amplitud del impulso es suficiente para activar directamente sistemas electrónicos de registro, sin necesidad de amplificación previa. Esta circunstancia, que abarata considerablemente la cadena electrónica, constituye una cualidad muy apreciada de este tipo de detector. Por otro lado, un sistema geiger no supone más que un contador de partículas ionizantes que alcanzan un volumen sensible, y por ello no suministra dato alguno acerca de la naturaleza o energía de las partículas detectadas.



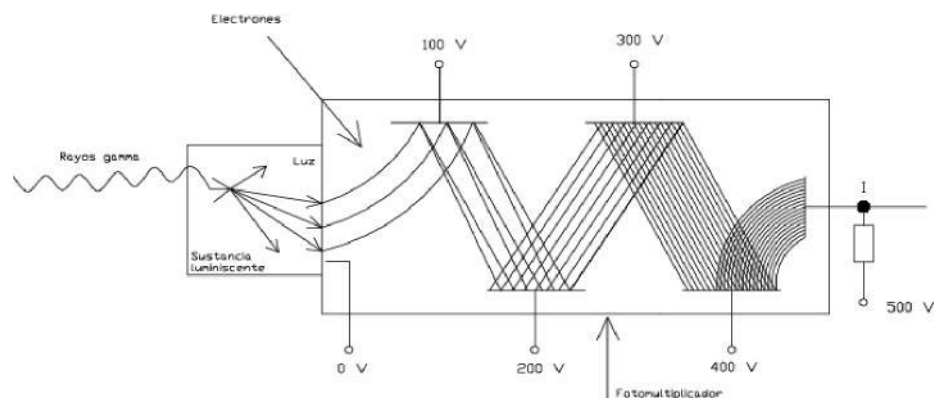
Monitor de contaminación superficial con sonda Geiger



### 3.1.2. Equipos de centelleo

Los detectores de centelleo utilizan la propiedad de ciertos materiales de emitir luz cuando sus átomos o moléculas se desexcitan tras el paso de la radiación ionizante. La luz emitida debe ser transformada posteriormente en señal eléctrica capaz de ser medida mediante un fotomultiplicador. Existe una gran variedad de sustancias luminiscentes, incluyendo cristales inorgánicos y compuestos orgánicos, bien en forma cristalina o en disolución. Todo ello hace de los detectores de centelleo instrumentos dotados de una gran versatilidad.

La sustancia luminiscente debe tener una gran eficiencia de detección y para aumentarla se le añade en pequeña proporción una sustancia llamada activadora.

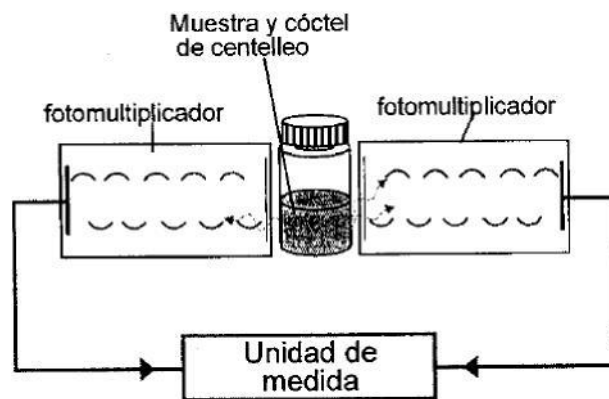


Esquema simplificado de un detector de centelleo

Los compuestos inorgánicos fluorescentes más utilizados en detectores de centelleo son el Sulfuro de Zinc activado con Plata ZnS (Ag) y el Ioduro de Sodio activado con Talio NaI (TI), centelleador inorgánico por excelencia dada su alta eficiencia de conversión luminosa y su excelente transparencia. Dado que pierden su transparencia con la humedad, se montan en cápsulas opacas y herméticas con una pared transparente para dar salida a la luz hacia el fotomultiplicador.

En los centelleadores líquidos se emplean mezclas apropiadas para contener la sustancia que se desea medir, que puede estar disuelta o en suspensión.

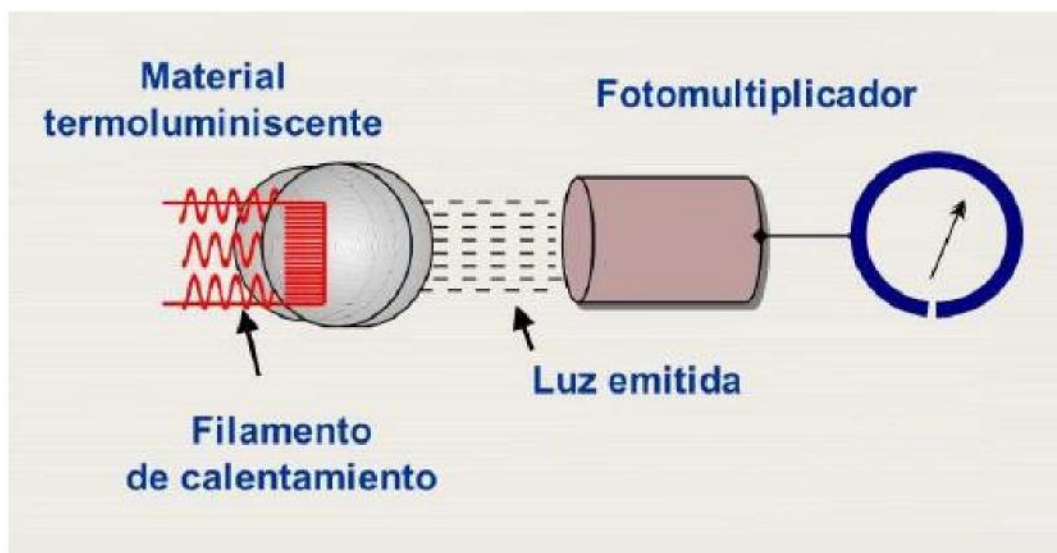
Son adecuados para la detección de partículas beta aunque también es posible la detección de otras partículas y fotones.



Esquema de un sistema detector de centelleo líquido

### 3.1.3. Equipos de termoluminiscencia

El principio de detección por termoluminiscencia no debe confundirse con los equipos de centelleo vistos anteriormente. La termoluminiscencia es una característica que presentan ciertos materiales por la que tras ser expuestos a la radiación ionizante emiten luz tras ser calentados a una temperatura adecuada. La cantidad de luz emitida es proporcional a la energía depositada en el material por la radiación, por lo que si se consigue un proceso reproducible y fiable en la medida de la luz emitida puede determinarse la energía depositada por la radiación y en consecuencia la dosis recibida.

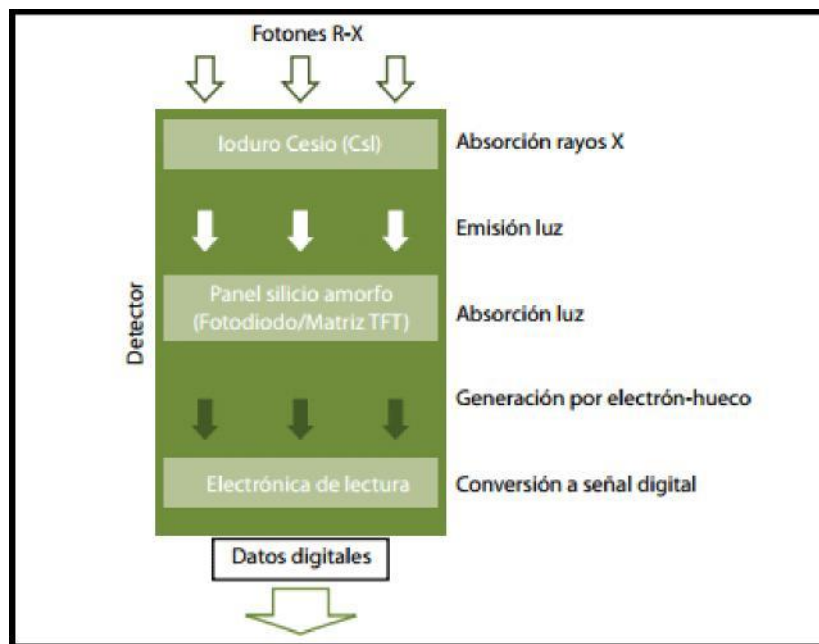


Principio de termoluminiscencia

### 3.1.4. Equipos de semiconducción

Una radiación ionizante al atravesar un semiconductor tal como un cristal de silicio o de germanio puros crea abundantes pares electrón-hueco. Un hueco consiste en la falta de un electrón en los enlaces interatómicos del cristal, pudiendo desplazarse por el volumen e éste con propiedades similares a un ion positivo. Mediante la recogida de estos portadores de carga pueden detectarse el paso de las partículas o fotones y, en determinadas condiciones, medir su energía.

Los detectores de semiconducción presentan una gran eficiencia de detección por unidad de volumen y una gran precisión en la medida.



Principio de funcionamiento de un detector de silicio

### **3.1.5. Emulsiones fotográficas**

Este sistema fue históricamente el primer detector utilizado. Una emulsión fotográfica habitualmente consiste en granos de bromuro de plata en una capa de gelatina montada sobre un material como el acetato. Los granos son ionizados por la radiación dando lugar a plata metálica y por consiguiente a una imagen latente que puede observarse mediante el revelado de la emulsión.

Mediante un método densitométrico puede relacionarse el ennegrecimiento de la película con la radiación recibida por la misma durante un determinado periodo de tiempo y por tanto, podemos estimar la dosis en ese periodo.



En los dosímetros de película fotográfica, la dosis se calcula en función del ennegrecimiento

## **3.2. Equipos por su objetivo de medida**

### **3.2.1. Radiómetros**

Los radiómetros son detectores que permiten conocer la intensidad de la radiación existente en un determinado lugar, y por tanto, tienen un cometido muy importante en una emergencia nuclear para caracterizar la situación radiológica de una determinada zona.

El radiómetro más utilizado actualmente en los planes de emergencia nuclear es el Alnor RDS-120, contador geiger que muestra información tanto de la tasa de dosis existente como de la dosis acumulada a partir de un determinado momento. Dispone de señal acústica de las variaciones significativas de la radiación, y de alarmas para los valores que se hayan establecido.



Radiómetro Alnor RDS-120

### **3.2.2. Contaminómetros**

Los contaminómetros son detectores para medir la contaminación superficial en personas, vehículos y otros bienes.

En los planes de emergencia nuclear se dispone de dos modelos:

- Berthold LB-1210, detector portátil de contaminación tipo contador proporcional con sonda de butano para la medida de partículas alfa y alfa-beta.

Los resultados se pueden obtener en cps (cuentas por segundo) y eligiendo el isotopo adecuado en Bq/cm<sup>2</sup>. Dispone de la posibilidad de fijar alarmas visuales y sonoras.



Contaminómetro Berthold LB-1210

- Contamat FHT-111-M, tipo contador proporcional formado por una unidad electrónica que puede combinarse con varias sondas: sonda de gas butano para la detección de la contaminación alfa-beta y sonda de xenón para la identificación proveniente de isótopos beta-gamma. Los resultados se muestran tanto en cps, Bq o Bq/cm<sup>2</sup>, permitiendo medidas simultaneas alfa y beta.



Contamat FHT-111-M



### **3.2.3. Dosímetros**

Los dosímetros son detectores utilizados para efectuar una estimación de la dosis recibida como consecuencia de las tareas llevadas a cabo en presencia de las radiaciones.

Los dosímetros disponibles actualmente en los planes de emergencia nuclear para conocer las dosis recibidas por parte del personal de intervención en emergencias son de dos tipos:

- Dosímetros de termoluminiscencia, basados en el principio de la termoluminiscencia visto anteriormente. Son dosímetros pasivos en los que no conoceremos la dosis recibida hasta que no se haya leído en un lector adecuado. Se presentan en el interior de un sobre plateado que no debe ser abierto en ningún momento por el personal de intervención.



Dosímetro de termoluminiscencia

- Dosímetros de lectura directa o dosímetros electrónicos, donde el detector de semiconducción va unido a circuitos de medida de la corriente y de control de la operación del instrumento.

Se trata de dosímetros activos, que proporciona medidas de dosis inmediatas que se pueden utilizar en el registro dosimétrico individual del personal de intervención, principal ventaja frente a los dosímetros de termoluminiscencia.

Otra ventaja es que pueden programarse diferentes perfiles: por ejemplo uno a nivel usuario y otro a nivel experto donde se fijan los valores de alarma, tanto de dosis como de tasa de dosis.



Dosímetro de lectura directa

#### **4. Calibración, verificación y mantenimiento de equipos**

Como se ha visto en esta unidad, los instrumentos de medida de la radiación son muy diversos y se precisa tener garantía de que su funcionamiento es correcto en todo su rango de operación, en las condiciones ambientales en que se ha de operar y en el margen de las energías y actividades en que se van a emplear para medir.

La calibración y verificación de un detector debe efectuarse periódicamente y siempre que el mismo hay sufrido una reparación o modificación importante, en especial en su sistema detector.

Inicialmente cuando se adquiere un equipo de radiación o contaminación, viene acompañado de un certificado de calibración en origen, en el cual se indican las condiciones de calibración y su periodo de recalibración.

El usuario del equipo, de acuerdo con el fabricante, con el centro de calibración y las condiciones de usos, deberá establecer el periodo de calibración del equipo.

La verificación tiene por objeto la comprobación frecuente del funcionamiento del detector. Para ello se utiliza una fuente de radiación, que a veces trae el propio equipo, y que nos posibilita saber si las medidas son correctas. Otro tipo de verificación es la efectuada por los equipos digitales que efectúan un autochequeo cuando son conectados.

En cuanto al mantenimiento, tiene por objeto ampliar la vida útil del equipo que depende en gran medida de las condiciones de uso y almacenamiento. Es importante antes de cada medida inspeccionar visualmente el equipo, comprobar la batería y gas de llenado y seguir las recomendaciones del fabricante en cuanto a su uso.



Certificado de calibración de un radiómetro