

541.13(04)

128

Universidad Autónoma de Guadalajara.

Incorporada a la Universidad Autónoma de México.

Facultad de Ciencias Químicas.

Detección de Sustancias Radioactivas.

T e s i s

que presenta el pasante

Ignacio López Harías

para obtener el título de

Ingeniero Químico.



Guadalajara, Jal., Noviembre de 1951.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

8 figs. d. d. t.

Universidad Autónoma de Guadalajara.

Incorporada a la Universidad Autónoma de México.

Facultad de Ciencias Químicas.

Detección de Sustancias Radioactivas.



T E S I S

que presenta el pasante

Ignacio López Marías

para obtener el título de

Ingeniero Químico.

Guadalajara, Jal., Noviembre de 1951.

A mis queridos padres

A mis hermanos

A mis profesores y compañeros.

DETECCION DE SUSTANCIAS RADIOACTIVAS

I.— RADIOACTIVIDAD.

II.— PROPIEDADES DE LAS PARTICULAS RADIOACTIVAS.

III.— METODOS FISICOS DE DETECCION.

- 1) Electroscopio.
- 2) Cámara de vapor de Wilson.
- 3) Electrómetro.
- 4) Cámara de ionización con amplificador lineal de bulbos al vacío.
- 5) Contador proporcional.
- 6) Contador Geiger Müller.

IV.— CONSTRUCCION DE UN DETECTOR GEIGER.

- 1) Diagrama.
- 2) Fuente de corriente para experimentación en laboratorio.
- 3) Comprobación del aparato.

V.— EXPLORACION DE ZONAS MINERALOGICAS LOCALES.

- 1) Aplicación del contador Geiger a la localización de depósitos radioactivos.
- 2) Determinación por el mismo contador Geiger de la extensión aproximada del depósito radioactivo.

Introducción.

El adelanto material de la ciencia en los últimos años ha recibido un impulso sin precedente al descubrirse la manera de aprovechar la energía del núcleo. Este hecho ha colocado a la humanidad en el umbral de una nueva edad que sucede a la del hierro: la era atómica.

Por ende es un problema de actualidad el descubrimiento y control de la materia prima que proporcione dicha energía que habrá de servir para el mejoramiento de las condiciones de vida del género humano, si se utiliza con espíritu creador.

Por iniciativa del sub-director de esta Facultad, Dn. Ignacio Pérez Becerra, se llevó a cabo este breve estudio con el fin de hacer algunas exploraciones en el estado, construyéndose para el caso dos contadores Geiger Müller.

La parte radiotécnica estuvo bajo la dirección del Ing. Francisco García Pelayo.

CAPITULO I.

RADIOACTIVIDAD.

Se llama radioactividad a la propiedad que tienen algunos elementos de transformarse por sí solos en otros, desprendiendo energía en forma de radiaciones.

Cuantitativamente podemos decir que la energía que así se produce es un millón de veces mayor que cualquier tipo de energía química conocida.

Para tener idea clara del mecanismo de este fenómeno, es necesario estar de acuerdo con la teoría moderna sobre la constitución del átomo, que como lo han demostrado la experiencia y los últimos experimentos sobre el particular, explica satisfactoriamente el comportamiento de la materia.

Esta teoría considera que el átomo es una esfera imaginaria en cuyo centro geométrico se encuentra un núcleo consistente, compuesto de cargas eléctricas positivas y partículas sin carga que se mantienen fuertemente unidas debido a la acción de fuerzas de naturaleza desconocida, aunque se les quiere considerar semejantes a la valencia que sostiene juntos a los átomos en la molécula. El diámetro del núcleo es por término medio de 10^{-13} cms. Alrededor de él giran los electrones, que son cargas eléctricas sin masa en igual número que sus cargas positivas. El conjunto es una esfera cuyo radio es por término medio 10^{-8} cms.

Podemos observar por este hecho que la materia tiene espa-

cios grandísimos y puede ser penetrada por una partícula de dimensiones pequeñas.

Ahora bien, para que exista radioactividad debe haber un desequilibrio en el núcleo y el proceso radioactivo cesará cuando se llegue a un nivel estable de energía. De una manera general sabemos que la inestabilidad nuclear tiene lugar cuando hay más protones que neutrones. El átomo se estabiliza por sí solo cambiando su carga por la emisión de cargas eléctricas a gran velocidad, que recibe el nombre de radiaciones.

Las principales radiaciones son tres: denominadas con las tres primeras letras del alfabeto griego, alfa, beta y gama. Las dos primeras son corpusculares y radiación propiamente dicha la tercera, de pequeñísima longitud de onda.

CAPITULO II.

PROPIEDADES DE LAS RADIACIONES NUCLEARES.

Cuando por alguna razón, natural o provocada, hay un desequilibrio en el átomo, este tiende a estabilizarse lanzando elementos del mismo núcleo agrupados de diferente manera, según el caso, lo que constituye las diferentes partículas radioactivas. Al mismo tiempo desprende vibraciones energéticas de pequeña longitud de onda y por lo consiguiente de gran penetración.

Por esta razón las radiaciones nucleares se dividen en materiales y no materiales .

RADIACIONES MATERIALES.

PROTON.—Entre las más importantes podemos considerar en primer término al protón, partícula pesada con carga positiva, trayectoria y alcance definidos. Cuando atraviesa un gas produce ionización. Este fenómeno se debe a que una partícula dotada de gran energía cinética disloca electrones planetarios de los átomos gaseosos al chocar contra ellos, produciendo un ion positivo y otro negativo que siguen las leyes del impacto.

El protón pierde 60 electrón—volts por cada par de iones que produce. Se desvía ligeramente hacia el polo negativo en un campo magnético, indicando con este comportamiento que su carga eléctrica es positiva y su masa relativamente grande (igual a la de un átomo de hidrógeno, pues este consta de un protón y un electrón prácticamente sin masa.)

PARTICULAS ALFA.—Son núcleos de helio compuestos de dos protones y dos neutrones fuertemente ligados. Como le hacen falta dos electrones en su órbita, es un ion de dos valencias. Es proyectado de los cuerpos radioactivos a una velocidad de 15000 Kms/seg., con una penetración de dos a doce centímetros en el aire. Hace fosforescer el sulfuro de zing (espintaroscopio). Ioniza muy fuertemente los gases.

Por la facilidad que presenta para acelerarse y su peso, se han usado para bombardear diversos elementos, ocasionando la inestabilidad nuclear, y por consiguiente la radioactividad y transmutación artificiales.

En el campo magnético se desvían ligeramente hacia el polo negativo.

A medida que pierden su energía cinética al atravesar la materia, tienen más facilidad para alcanzar su equilibrio de cargas absorbiendo electrones y formando así átomos de He.

La posibilidad de contar las partículas alfa y medir el volumen de Helio que se produce, nos proporciona un método de determinar directamente la constante de Avogadro.

Rutherford y Geiger encontraron que el radio emite.....
 3.4×10^{10} partículas alfa por gramo por segundo. Rutherford y Boltwood encontraron que el radio produce helio a razón de....
 1.07×10^4 mililitros por gramo por día medidos a condiciones standard. Así que el calculo se reduce a las siguientes operaciones:

$$\frac{22400 \times 3.4 \times 10^{10} \times 24 \times 60 \times 60}{1.07 \times 10^4} = 6.150 \times 10^{23}$$

El valor así obtenido concuerda (dentro del error experimental) con los obtenidos por otros procedimientos.

PARTICULAS BETA.— Son partículas desprendidas del

núcleo con una velocidad de 290,000 Kms, por segundo y aunque es muy superior a la de las partículas alfa, producen menor ionización en los gases por su pequeñísima masa ($\frac{1}{1837}$ la del proton). Impresionan placas fotográficas y hacen fosforecer al platinocianuro de bario.

En el campo magnético se desvían fuertemente hacia el polo positivo indicando su signo eléctrico negativo y su pequeña masa.

El valor numérico de sus cargas específicas las identifica como electrones libres.

Presentan una amplia variación en velocidad y alcance. Para observar esto se hace pasar un haz de rayos por una cámara de vacío en la que existe un campo magnético. Las partículas se desvían describiendo media circunferencia con diámetro más o menos grande según la velocidad, formando así un espectro continuo de rayos beta, que puede registrarse en una placa fotográfica.

Este hecho se opone a la idea de los niveles definidos de energía. Paulini propuso la teoría de que al mismo tiempo que las partículas beta se desprenden otras eléctricamente neutras a las que llamó "neutrinos". Sostiene que si es definida la energía total desprendida, solo que la distribución entre el neutrino y la partícula beta es variable. Aquella partícula solo se supone que existe, pues no se ha observado en la cámara de vapor ni por ningún otro medio.

La expulsión de un electrón o partícula beta transforma al elemento en el que sigue hacia el aumento de peso atómico en la tabla periódica de los elementos.

OTRAS PARTICULAS DEL NUCLEO

Se había pensado que en la estructura atómica solamente intervenían protones, electrones y partículas alfa, pero se han des-

cubierto otras, aunque de menor importancia. A continuación las enumero.

POSITRON.—Radiación corpuscular de la misma masa que el electrón pero de signo contrario. Disminuyendo su velocidad por medio de una lámina delgada de plomo en una cámara de vapor sujeta a un fuerte campo magnético, se desvía de la misma manera que el electrón pero hacia el lado opuesto. Aunque en la desintegración del núcleo se producen electrones y positrones, no existen necesariamente en él como entidades separadas.

Es inestable y produce dos gama cuanta. El resto de la masa guarda una relación estrecha con esta frecuencia.

Por su masa tan pequeña es fácilmente desviado, produciendo una trayectoria torturosa. Es menos efectivo en perturbar electrones en los átomos, reduciendo así la ionización por cm.

NEUTRON.—Partícula con la masa del átomo de hidrógeno que no sufre deflexión en el campo magnético, de gran penetración y en la cámara no produce trayectoria directamente, sino que al chocar con partículas cargadas hace que estas ionicen produciendo condensación.

El neutrón se ha encontrado muy efectivo en producir cambios en el núcleo. Debido a su falta de carga no encuentra dificultad en la penetración de campos magnéticos.

Estas partículas pueden producirse mezclando una sustancia emisora de partículas alfa (radio o radón), con polvo de berilio, o bien bombardeando berilio o litio con una corriente de deuterones acelerados con un ciclotrón o un generador electrostático.

DEUTERON.—El estudio del núcleo atómico adelantó de una manera considerable cuando se bombardeó con estas partículas aceleradas a una velocidad enorme y bajo potenciales de 10^6 volts y más.

Está constituido por un protón y un neutrón, por consiguiente con masa dos y una sola carga positiva. El átomo completo es el deuterio o hidrógeno pesado.

Es un agente importante en la transmutación artificial. Para dotar de alta energía cinética al deuterón, así como otras partículas nucleares usadas para bombardear el núcleo, se usan los aparatos mencionados antes, cuyo funcionamiento es como sigue:

CICLOTRON.—En éste los iones están sujetos a un voltaje moderadamente alto y son conducidos alrededor de una espiral por medio de un potente campo magnético. Son acelerados cada vez que recorren media circunferencia y el voltaje aplicado así es acumulativo.

A medida que los proyectiles alcanzan más y más alto voltaje, se mueven en círculos de radio creciente y cuando alcanzan el extremo del aparato son reflejados por un campo magnético contra el material que se va a bombardear.

GENERADOR ELECTROSTATICO.—Una banda que se mueve rápidamente lleva electricidad de puntos cargados a un electrodo cilíndrico o esférico hasta que alcanza un alto voltaje fijo.

Una serie de aros se colocan para dar un cambio de potencial gradual a lo largo de un tubo al vacío dentro del cual los iones son acelerados. El generador electrostático proporciona energías sobre 4×10^6 electrón-volts y es especialmente útil para hacer bombardeos a voltajes definidos y controlados.

En cambio, el ciclotrón proyecta deuterones a 16×10^6 electrón-volts por lo que se usa para penetrar con partículas cargadas el campo magnético de núcleos pesados, en donde hacen falta energías extremadamente altas. Por ésta misma razón es el más efectivo para producir transmutaciones en gran cantidad.

MESOTRONES O MESONES.—Son electrones positivos y negativos con masa anormalmente alta. Son inestables y por ahora de poca importancia.



RADIACIONES NO MATERIALES

RAYOS GAMA.— Las radiaciones corpusculares al penetrar en la materia general al perder energía, vibraciones como los rayos X y los gama.

Los rayos gama son radiaciones electromagnéticas de muy pequeña longitud de onda (1.3 a 0.001 A°) a lo que deben su gran dureza o penetración. En algunos casos alcanzan a pasar capas rocosas hasta de sesenta pies de espesor.

Tienen las mismas características de la luz por lo que siguen las leyes de la óptica. Así que al atravesar un prisma cristalino sufren una difracción produciendo un espectro.

La absorción de estos rayos en la materia es función de la densidad. Hay una proporcionalidad inversa de la penetración con respecto a la gravedad específica de la materia.

Estos rayos no producen ionización directa, sino que al chocar con algún átomo dislocan electrones que como partículas beta producen ionización.

Aunque todas las radiaciones de que hemos hablado no podemos observarlas ni conocerlas por observación directa, las estudiamos por sus efectos, como veremos más adelante.

CAPITULO III.

METODOS FISICOS DE DETECCION

ELECTROSCOPIO —Es un aparato fundado en la repulsión de las cargas electrostáticas del mismo signo. Consiste fundamentalmente en una barra, en uno de cuyos extremos se coloca una delgada lámina de metal (oropel). Por el otro extremos se carga ocasionando que la lámina se separe de la barra tanto más cuanto mayor es la carga, hasta alcanzar un ángulo de 90 grados con la vertical. El aparato permanecería en esta posición si no hubiera fugas eléctricas.

Como las sustancias radioactivas ionizan el aire, si se colocan en la cámara de un electroscopio, lo descargan con relativa rapidez debido a que el potencial eléctrico del aparato se neutraliza con los iones producidos. En función de la velocidad de descarga puede determinarse la radioactividad de un mineral.

No obstante ser un aparato muy sencillo, se ha usado más que cualquier otro para este tipo de determinaciones.

ELECTROMETRO.—Aunque el diagrama indica que su construcción es fácil, es poco usado porque en su operación presenta algunas dificultades.

Consta de dos electrodos (una cubierta metálica exterior que forma la cámara de ionización y uno central) sometidos a una tensión eléctrica por medio de una pila, completando el circuito una resistencia de alto valor indicada en la fig. (2) con la letra X.

Los iones positivos formados son atraídos hacia el electrodo central, que eleva su potencia cuando recibe la carga. Este electrodo está conectado a una pieza móvil sostenida por un alambre muy delgado. Como indica la fig. (2) esta pieza está suspendida sobre dos placas F y F' que se mantienen a cierta presión eléctrica por medio de una batería y la pieza E toma una posición de equilibrio entre F y F' dependiendo de su potencial, los de F y F' y la torsión en el alambre de suspensión. Cuando el potencial con E cambia, se pierde el equilibrio originándose un movimiento en la pieza móvil que se observa por medio de un espejo. El aparato está protegido por una cubierta de metal que evita las interferencias

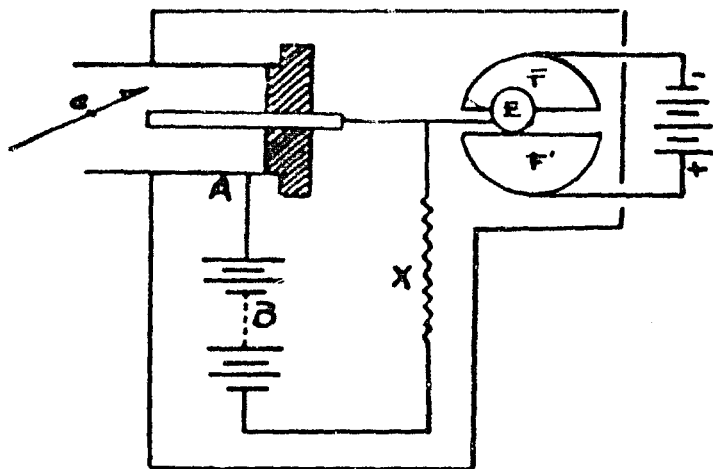


fig (2)

CAMARA DE VAPOR DE WILSON.—Si en un sistema vapor aire se disminuye la presión, o de otra manera, se le permite hacer trabajo de expansión, disminuye su temperatura. Si esa disminución es suficiente llega el vapor a su punto de saturación y se condensa en pequeñas gotas. Los núcleos sobre los que se verifica la condensación son partículas de polvo o moléculas ionizadas. En la cámara de Wilson se suprimen las primeras quedan-

do una atmósfera susceptible a producir condensación en una molécula ionizada.

Cuando una partícula radioactiva cruza en estas condiciones ioniza el aire provocando una condensación visible a lo largo de su trayectoria. Según la forma de ésta se reconocen las diferentes partículas proyectadas del núcleo y su energía cinética.

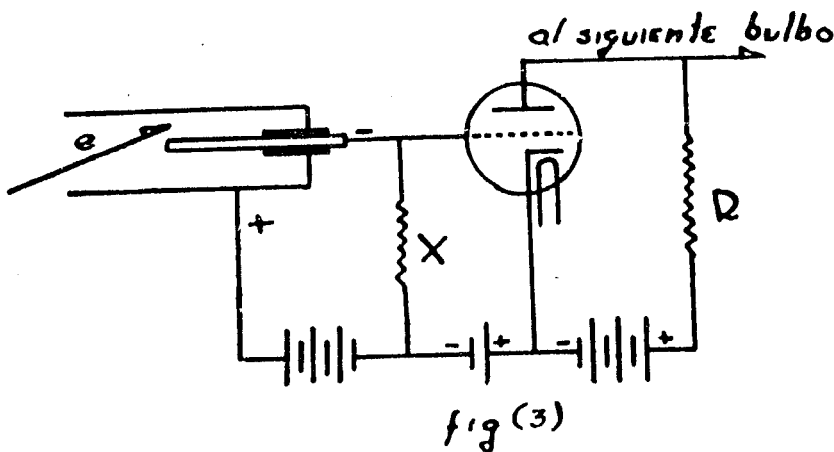
Las partículas alfa producen alrededor de 100,000 iones gaseosos y cada uno condensa una pequeña gota de agua. Viajan en línea recta como lo indica la estela.

Los rayos beta son fácilmente reflejados sus trayectorias son quebradas.

Los gama libertan un gran número de electrones secundarios de los átomos con que chocan. La energía de estos electrones secundarios es menor y las trayectorias son cortas y tortuosas.

CAMARA DE IONIZACION CON AMPLIFICADOR LINEAL DE BULBOS AL VACIO.—Consta de dos electrodos, uno en forma de cilindro hueco y el otro es un alambre que pasa a lo largo del anterior siguiendo su eje longitudinal. Entre ambos hay un gas a una presión adecuada. El electrodo central va conectado al polo negativo y recoge los iones positivos producidos por las partículas nucleares que penetran en esta cámara, permitiendo así el flujo de una débil corriente eléctrica. La caída de voltaje a través de una resistencia instalada en el circuito se aplica a las rejillas sucesivas de bulbos amplificadores donde estas variaciones de voltaje son amplificadas.

El rendimiento del aparato está conectado a una bocina donde se escuchan los chasquidos o a un osciloscopio en donde se observan deflecciones. Para esta cámara de ionización, el amplificador es complicado y difícil de operar. La siguiente figura nos da una idea del aparato.



X es una resistencia de alto valor (10meg.) para que la débil corriente produzca una caída de voltaje suficiente para operar el bulbo.

$$\Delta E = I \times R$$

$$\Delta E = 0.000001 \times 10,000,000$$

$$\Delta E = 10 \text{ volts.}$$

CONTADOR PROPORCIONAL.— Ya hemos visto que un electrón con alta energía cinética al atravesar un gas disloca electrones planetarios produciendo iones. Pierde velocidad y queda en condiciones de recombinarse con un ion positivo para formar un átomo neutro y estable, terminando allí el proceso.

Si esto sucede en un fuerte campo electromagnético, el electrón se acelera, lo mismo que los electrones zafados en cada uno de los choques y éstos a su vez adquieren energía cinética causando también ionización multiplicando muchas veces el efecto de uno solo.

El efecto así producido es tan grande que no es necesario amplificarlo tanto como en otros aparatos para su apreciación.

El circuito indicado en la fig. (4) es de un contador proporcio-

nal. El campo magnético es producido alrededor de un alambre muy fino. Los electrones iniciales son empujados hacia el alambre por el campo magnético y si llegan antes de haberse recombinado, producen iones por colisión cerca de este electrodo y por consiguiente una multiplicación de la carga colectada.

Un simple amplificador de dos pasos es suficiente para operar un osciloscopio. Si al espacio alrededor del alambre se practica un vacío parcial, la distancia entre moléculas aumenta y la ionización puede llevarse a cabo a voltajes menores.

Este aparato se llama contador proporcional porque en cierto modo la carga colectada en el filamento es proporcional a la ionización inicial. Es útil en la determinación de partículas alfa y protones. Una modificación de este aparato sirve para detectar electrones.

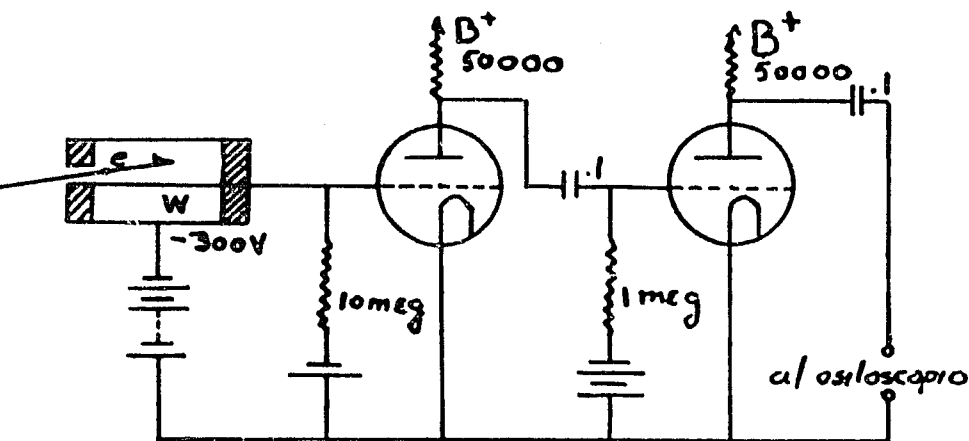


Fig (4)

CONTADOR GEIGER MÜLLER.—El contador Geiger Müller es en teoría de construcción muy sencilla, pero en la práctica existen muchos factores hasta hoy indeterminados que hacen fallar al aparato aunque aparentemente no haya motivo.

La parte más importante y delicada del aparato es un bulbo de cristal de paredes sumamente delgadas, recubierto en su parte interna de un depósito electrolítico de cobre, o de plata en algunos casos. Coincidiendo con el eje longitudinal del bulbo tiene un alambre tenso de tungsteno de 1 a 10 mils de diámetro.

Por medio de una fuente de alto voltaje se sostiene entre los electrodos una tensión eléctrica tal que esté casi por romperse el dieléctrico (por regla general más de 1000 voltios). En el retorno del circuito se instala una muy alta resistencia (10^9 Ohms).

Todo conductor eléctrico tiene una determinada cantidad de electrones libres que pueden extraerse de varias maneras. Si por alguna razón, éstos son arrojados contra el gas en un tubo Geiger, producen ionización por colisión y resultará una descarga continua mantenida por electrones procedentes del conductor. Hay varias razones para la atracción de electrones del metal al gas. En el proceso de recombinación (que siempre tiene lugar), hay una emisión de luz, o según la física moderna, una producción de fotones. Estos son capaces de producir la emisión de fotoelectrones de la superficie metálica de un electrodo del contador y estos pueden sostener la descarga.

Otra razón se debe a los iones positivos, que son pesados, su movimiento relativamente lento y ionizan fuertemente. Cuando se acercan al metal, en el momento antes de hacer contacto, ejercen una gran fuerza de atracción y pueden extraer varios electrones antes de ser absorbidos por el metal.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, podemos entender perfectamente el mecanismo del contador.

Cuando un electrón dotado de gran energía cinética incurre en la cámara del aparato, es acelerado más aún. Al impacto con los átomos gaseosos dispersa electrones que también adquieren energía cinética y a su vez producen ionización multiplicando considerablemente el efecto de un solo electrón. En estas condiciones, la partícula entrante se constituye en un disparador que provoca una descarga. Esta se suprime por la acción de los "apaga-

dores" especiales que se han ideado para el caso y son de varios tipos.

Uno de ellos es una mezcla de gases que llenan el bulbo a baja presión (50 a 100 mm de Hg). La mezcla puede ser argón y oxígeno, o mejor aún, argón y un gas orgánico como xilol. En ambos casos la proporción de la mezcla es de 8 a 1 en el mismo orden. Esta atmósfera evita el flujo excesivo de electrones al saltar la descarga entre el cátodo y el ánodo y hace que el circuito eléctrico se interrumpa.

Otro sistema es la resistencia de alto valor que ya mencionamos al describir el circuito más generalmente usado. Al circular la corriente a través de ella produce una caída de voltaje tal que corte la descarga entre los electrodos. El contador entonces recupera gradualmente su presión eléctrica y queda nuevamente en condiciones de trabajar al arribo de otro electrón.

Esta capacidad automática de recuperación no tiene una velocidad infinitamente grande, así que mientras mayor sea la resistencia, más tiempo tardará en recuperarse y registrará con menor frecuencia la incursión de partículas al aparato.

La baja de potencial así producida puede ser detectada directamente por un osciloscopio o puede ser convertida en una corriente pulsante por medio de un amplificador de tubos al vacío.

Para operar el contador es necesario estudiar su curva característica, que se encuentra de la siguiente manera: En una gráfica se sitúan las cuentas contra el voltaje aplicado. Se trabaja con una fuente de radioactividad fija, como por ejemplo la caratula luminosa de un reloj. Elevando poco a poco el voltaje se observa que en un punto comienza a contar o aumenta el número de chasquidos por minuto a medida que aumenta el voltaje, pero se llega a una zona que puede comprender desde unos cuantos hasta varios cientos de voltios, en que no aumenta la frecuencia. Esta zona de la curva se llama plato. Después de él la curva sigue ascendiendo con un aumento en la cuenta de fondo (background), de-

bido a los rayos cósmicos y a descargas espontáneas probablemente causadas por la luz.

Es evidente que el aparato debe trabajarse en la región del plato para que una variación en el voltaje no afecte su eficiencia. La fig. (5) representa la curva característica de un Geiger.

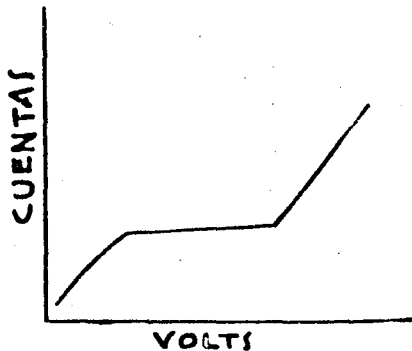


fig (5)

CAPITULO IV.

CONSTRUCCION DE UN CONTADOR GEIGER

Con el objeto de facilitar el estudio de la radioactividad a los alumnos de la Facultad Autónoma de Ciencias Químicas, el sub-director, Dn. Ignacio Pérez Becerra, facilitó los medios para la construcción de un aparato Geiger Müller.

Después de algunos ensayos con diversos diagramas se optó por el de la fig. (6) que dió mejores resultados. La parte principal y más delicada del aparato es el tubo Geiger. Se usó el modelo KELEKET-10 de la Kelley-Koett Manufacturing Co. cuyas características son:

Grosor máximo de la pared del cátodo	0.006"
Punto en que comienza a contar (threshold)	850 volts
Región del plato	900 a 1050 V
Pendiente del plato	2% por 100 voltios
Voltaje recomendable de operación	950 voltios
Material del cátodo	Cobre
Dimensiones del cátodo	3/4 " D x 3 "

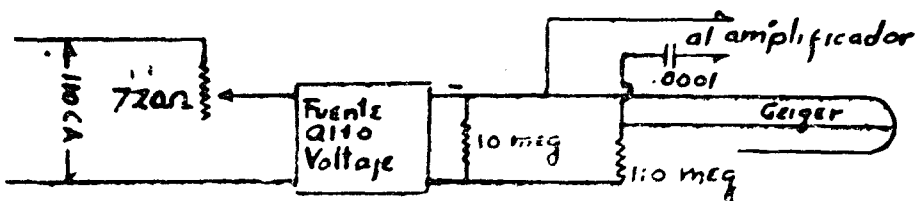


fig (6)

Se construyó para experimentación en el laboratorio una fuente de alto voltaje y corriente directa cuyo diagrama pongo a continuación.

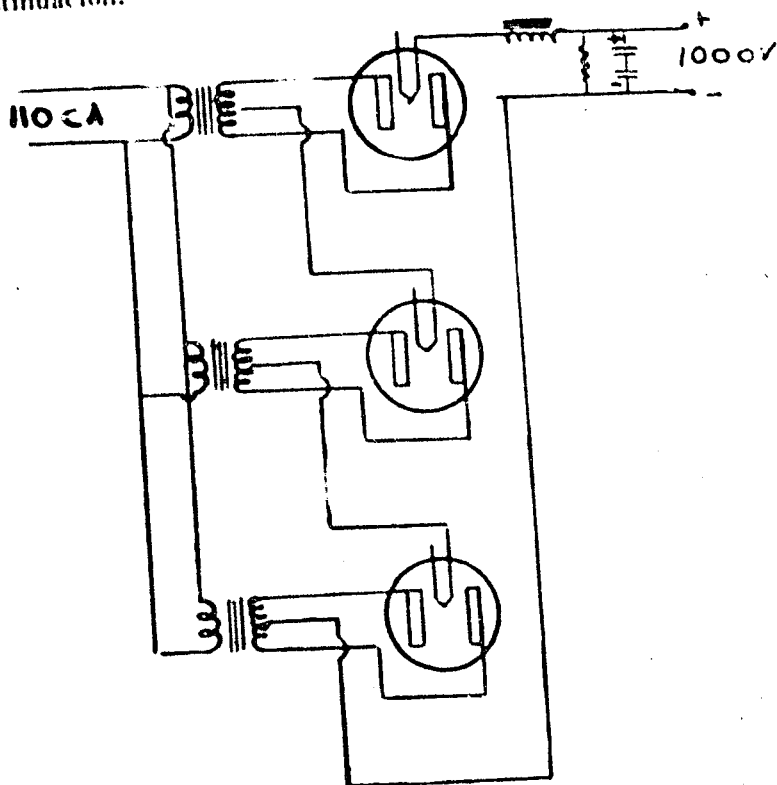


fig (7)

En este aparato la corriente alterna de 110 volts se transforma y rectifica a 1000 volts C. D. Con un reóstato puede variarse el voltaje lo necesario para trabajar el tubo entre los límites del plato especificados por el fabricante.

Las colisiones en cadena que se producen en el tubo al incidir una partícula producen una pulsación eléctrica en el sistema que se aprecia por medio de audifonos o un amplificador lineal

de bulbos al vacío. Adoptamos éste último para trabajos en el laboratorio.

Para exploración en el campo se construyó otro aparato de tipo portátil que utiliza el mismo tubo Geiger. Es sumamente práctico ya que puede aplicarse directamente al terreno o minerales donde se hace el estudio.

Consta de tres pilas secas de 300 volts cada una conectadas en serie. Está dotado de audifonos de 400 ohms. Se usa además en el circuito un condensador de 0.01 mfd.

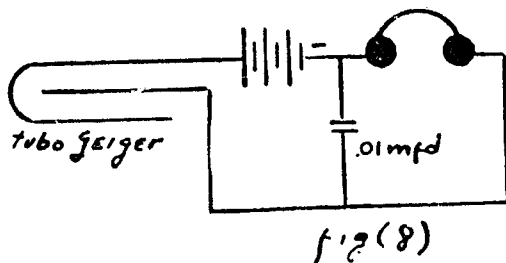


Diagrama del contador Geiger-Müller portátil construido en la FACULTAD AUTONOMA DE CIENCIAS QUIMICAS.

CAPITULO V.

EXPLORACION DE ZONAS MINERALOGICAS LOCALES

Se han explorado diversas zonas en el estado, que por la naturaleza de sus criaderos minerales podría presumirse la presencia de algún elemento radioactivo como uranio, torio o radio.

A falta de datos más precisos, nos fundamos para hacer estas investigaciones en el hecho de que muchas veces se encuentran juntos el oro y la uraninita, pues parece que estos minerales son singenéticos, es decir, depositados simultanea o casi simultáneamente. Resulta de igual manera notable la asociación de estos minerales y su mayor o menor abundancia al presentarse ya sea asociados con calcita o con cuarzo. Estas relaciones genéticas que son de grande importancia científica y económica no se ha estudiado con detenimiento hasta la fecha.

La magnetita y la uraninita se pueden confundir fácilmente dadas sus semejanzas aparentes y suelen encontrarse juntas con frecuencia, razón por la que también hicimos exploraciones en regiones donde se encuentra la magnetita.

Hicimos investigaciones en diversos puntos del cerro de Ajijic, en donde se encuentra una beta aurífera explotada desde el tiempo de la Colonia Española, que corre más o menos superficialmente por la falda que mira al sur de la serie de cerros que van paralelos al lago de Chapala en dirección de oriente a poniente, desde la población de Chapala hasta Jocotepec.

Se dice que en otros tiempos ha habido boleos de considera-

ción, pero dada la pobreza actual de la beta se explota en pequeñísima escala y de una manera rudimentaria (copelación). En este sitio el resultado de nuestras investigaciones fue negativo.

Hicimos otra tentativa en varios puntos en las proximidades de Tala, Jal. hacia el oriente por el arroyo de los Letreros. Localizamos cerca de este un ojo de agua extremadamente caliente (de 60 a 70 grados centígrados). Se cree que algunas veces las aguas termales deben su calor a algún fenómeno radioactivo. Esta razón y el rumor de que había por allí piedras negras y pesadas de aspecto mineral nos indujo a explorar el terreno.

Con el mismo propósito fuimos a La Vencedora, una mina que se encuentra próxima a Ahualulco del Mercado, Jal. y que pertenece a la "Peñoles Mining Co. de México". En esta mina se explota principalmente el plomo y el zinc. De una manera secundaria se extrae oro y plata. El procedimiento que se emplea para concentrar estos metales es el de flotación.

Analizamos con el aparato portátil diversas muestras de mineral y concentrados sin obtener resultados positivos.

Tampoco tuvimos éxito en "Las Higueras", un lugar cercano a Ahuisculo, Jal. en donde solo hay rocas de sedimentación y rocas ígneas carentes de interés.

BIBLIOGRAFIA

- | | |
|--------------------------------|----------------------|
| Introduction to Atomic Physics | Otto Oldenberg. |
| Radioactivity | Havesey and Paneth. |
| Uranium and Atomic Power | De Ment. |
| Physical Chemistry | Gettman and Daniels. |
| Técnica Física | Casares Gil. |
| Electrón and Nuclear Physics | J. Barton Hoag. |
| Curso de Química | Galán. |
| Epply Nuclear Physics | Pollard and Davidson |
| Electrons | Robert A. Millikan. |
| Radio Electronics Review | |
| Te Atom | Harrison. |
| Atomic Energy | Henesy. |