



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**

**“QUIMICA ANALITICA DE LOS GASES NOBLES”**

**TRABAJO MONOGRAFICO**  
que para obtener el Título de  
**QUIMICO FARMACEUTICO BILOGO**  
p r e s e n t a  
**MARIA FELIX RAMIREZ MELLADO**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

## CONTENIDO

INTRODUCCION	1
PARTE UNO. GENERALIDADES	4
1. Historia del Descubrimiento y Preparación de los Gases Nobles	5
2. Abundancia en la Naturaleza	7
3. Propiedades Físicas y Químicas	8
4. Estado Natural	15
5. Obtención, Separación, Almacenamiento y Distribución.	17
6. Determinaciones Analíticas	34
7. Compuestos de los Gases Nobles	60
8. Usos de los Gases Nobles	65
9. Usos de los Compuestos de los Gases Nobles	67
PARTE DOS. INDICES CRUZADOS	68
PARTE TRES. EXTRACTOS SELECTOS	92
BIBLIOGRAFIA	135

## INTRODUCCION

El hecho de que los gases nobles tengan completa sus capas significa que no tienen ninguna variación por pérdida, ganancia o compartición de electrones, debido a que ya tienen su estructura electrónica estable, por lo que deben tener valencia cero y por lo tanto no deben formar compuestos químicos. Así, el hecho experimental observado de que los gases nobles eran inertes fue soportado por esta teoría.

Esta concordancia sorprendente entre teoría y experimento desalentó -- cualquier intento de formar compuestos químicos con los gases nobles por un período de casi 40 años.

Se apartaron físicamente pues no entraban en combinación química con -- otros elementos o uno con otro. Se realizaron muchos intentos para inducir reacciones químicas entre gases nobles y metales y no metales. Por su comportamiento ganaron una posición única en la Tabla Periódica de los Elementos y fueron llamados "gases inertes" o "gases nobles" ("noble" por su aparente renuencia a mezclarse con los otros elementos), -- también se etiquetaron como "gases raros" aunque el helio y el argón no son elementos "raros" (el xenón sin embargo es el más raro de todos los elementos estables en la Tierra).

En 1933 Don Yost y Albert Kaye predijeron que el criptón y el xenón podían reaccionar con el flúor, pasando descargas eléctricas a través de mezclas de xenón y flúor, y de criptón y flúor.

Muy poco después del descubrimiento de los gases nobles fue demostrado que el argón, criptón y xenón formaban hidratos en los cuales los gases nobles están asociados con moléculas de agua. Incidentalmente el fenómeno de formación de clatratos provee un método de separar neón del -- argón por entrampamiento del argón en una jaula clatrato y bombeando -- neón.

Estos compuestos químicos llamados clatratos no son verdaderos porque -- ellos no contienen enlaces químicos reales. La única fuerza entre el gas noble y la molécula huésped son fuerzas de interacción electrostática -- débiles. El gas noble es fácilmente liberado destruyendo la jaula cristalina, disolviendo el huésped en un adecuado disolvente o calentándolo a su punto de ebullición.

Cuando en 1962 se estableció de forma concluyente la existencia de compuestos de los gases nobles se derrumbó la creencia que había prevalecido durante mucho tiempo. El dogma relacionado a la inactividad del xenón fué también derribada, el radón y el criptón comenzaron a reaccionar químicamente.

Así estos gases perdieron su aislamiento y ahora son llamados "grupo de gases helio" o "gases nobles" (6) en lugar de "gases inertes".

La teoría de los compuestos de los gases nobles es aumentada en forma -- importante al observar la correlación que existe entre los datos calculados y los experimentales. Se han obtenido resultados por computación y por espectroscopía de absorción electrónica. Se han obtenido mayores explicaciones para ciertos rasgos espectroscópicos y así obtener sus diferentes isómeros electrónicos de simetría y su actividad estérica.

Debido a la alta naturaleza polar de unión en compuestos de gases nobles, casi todos los fluoruros y óxidos de fluoruros se ha comprobado que son donadores de iones fluoruro.

Debido a la amplia utilización de los gases nobles es necesario usar convenientes métodos analíticos para detección y determinación de ellos, así como identificar las impurezas presentes en los gases nobles y medir su concentración.

Los gases nobles no tienen propiedades químicas en los cuales basar métodos químicos de análisis por lo que se deben usar métodos físicos.

El más antiguo método empleado es el de espectroscopía de emisión (e.e.) con el que originalmente, excepto el radón, fueron identificados como nuevos elementos. Fué realizado análisis cuantitativo removiendo cualquier gas no noble presente en los gases nobles, separando los diversos gases nobles por procesos de adsorción selectiva y desorción y medir -- así la cantidad obtenida del gas (se usa e.e. para propósitos especiales). Actualmente se usa el espectrómetro de masas y más recientemente el cromatógrafo de gases el cual es especialmente valioso por su bajo costo.

El radón y otros gases nobles radioactivos pueden ser manejados por los mismos métodos que se usan para los gases estables. Las concentraciones de los isótopos radioactivos son determinados por instrumentos diseñados para medir radioactividad y se reporta en fracciones de curie por litro de agua en lugar de mole, por ciento o p.p.m.

**PARTE UNO**

**GENERALIDADES**

## 1. HISTORIA DEL DESCUBRIMIENTO Y PREPARACION DE LOS GASES NOBLES.

HELIO.- De la palabra griega helios que significa Sol (2).- Gas noble descubierto en el Sol por Lockyer y Frankland en 1868 (7).- Obtenido por Hillebrand en 1890 por calentamiento de minerales de uranio ( el helio en este mineral fue físicamente entrampado y no químicamente unido (5) e identificado por Ramsay en 1895 espectroscópicamente. (7)

NEON.- Del griego neos, nuevo (2).- Elemento del grupo 0 descubierto por Ramsay y Travers en 1898 (2,7) por destilación fraccionada del aire líquido.

ARGON.- De la palabra griega argon, inactivo (2).- Constituyente gaseoso, elemental, monoatómico descubierto por Raleigh y Ramsay en 1894 (7). En 1785 Henry Cavendish fué el primero que indicó la existencia de un constituyente inerte en la atmósfera al no poder convertir el nitrógeno atmosférico completamente en ácido nitroso.- En 1894 Lord Raleigh y Ramsay descubrieron que el "nitrógeno atmosférico" era más denso que el "nitrógeno químico" preparado en el laboratorio, demostrando que era una mezcla de nitrógeno y un gas más pesado (2).

CRIPTON.- Del griego kryptos, escondido (2).- Gas noble descubierto en 1898 por Ramsay y Travers (7).- Aislado del residuo final obtenido por destilación fraccionada del aire líquido (2).

XENON.- Del griego xenon, extraño (2).- Descubierto en 1898 por Ramsay y Travers por destilación fraccionada del aire líquido (2,7).

RADON.- En 1900, Frierich Dorn encontró que el radio emitía un gas que llamó "emanación radio", este gas fue nombrado más tarde como radon.

pero desde 1923 es conocido como radón ( 2 ).- Todos los isótopos del radón son radioactivos.- El primer isótopo de este elemento  $^{220}\text{Rn}$  con nombre no oficial de Thorn, símbolo Tn, tiempo de vida media ( $T_{\frac{1}{2}}$ ) 55.3 seg fué descubierto por Owens en 1899.- El  $^{222}\text{Rn}$ ,  $T_{\frac{1}{2}}$  3.823 días fué descubierto por Rutherford en 1900 y un tercer isótopo  $^{219}\text{Rn}$ , nombre no oficial actinón, símbolo An,  $T_{\frac{1}{2}}$  4.0 seg fué descubierto por Debierne y Giesel en 1902.- Estos tres isótopos son formados por desintegración de radio y sus isótopos ( 7 ).

## 2. ABUNDANCIA EN LA NATURALEZA.

**HELIO.-** Se encuentra en forma de gas natural, del cual es extraído en una escala comercial (7).- En el aire se encuentra en la proporción - de 5.24 p.p.m. ( $5.24 \times 10^{-4}\%$  en volumen en la atmósfera) (4).

**NEON.-** Abundancia en la corteza terrestre, incluyendo la atmósfera, -  $5 \times 10^{-7}$ , concentración en aire 18.2 p.p.m. en volumen ( $1.82 \times 10^{-3}$ ) (7).

**ARGON.-** Abundancia en la corteza terrestre:  $4 \times 10^{-4}\%$ .- Concentración en la atmósfera 0.93% en volumen (0.934 % en volumen) (4).- Abundancia cósmica: aproximadamente  $1.5 \times 10^5$  átomos/  $10^6$  átomos de Si (7).

**CRIPTON.-** Ocurre en la atmósfera a un grado cercano de  $1 \times 10^{-6}$  partes por unidad de volumen de aire ( $1.14 \times 10^{-3}$ ) (4,7).

**XENON.-** Ocurre frecuentemente de gases emitidos de fuentes térmicas, presentes en el aire a un grado cercano de  $1 \times 10^{-5}\%$  ( $8.7 \times 10^{-6}$ ) (4,7).

**RADON.-** Ocurre en la corteza terrestre en la proporción de  $4 \times 10^{-17}$  - peso % ( $6 \times 10^{-14}$  p.p.m.) (2,5).

Según se observa el orden de incremento de la proporción de los gases - nobles encontrados en la atmósfera es: Rn, Xe, Kr, He, Ne y Ar (9).

### 3. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS GASES NOBLES. (7)

#### HELIO.-

El gas natural  ${}^4\text{He}$  con una traza de  ${}^3\text{He}$ . Tres isótopos de vida corta son conocidos: 5; 6; 8.

Gas incoloro, inodoro, no inflamable. Constante Trouton 4.64.

Existen dos formas líquidas: He I superior  $\sim 2.2^\circ\text{K}$  y He II inferior  $\sim 2.2^\circ\text{K}$ . El He II es un líquido superconductor; tiene muy baja viscosidad; superfluido. El helio no puede ser congelado bajando la temperatura a -- presión normal; punto no triple; m. p. a 25.05 atm  $1.00^\circ\text{K}$ . Calor de fusión 4.35 cal/g-átomo.

Muy ligeramente soluble en agua: a  $0^\circ = 0.97 \text{ ml}/100 \text{ ml}$  y a  $50^\circ = 1.08 \text{ ml}/100 \text{ ml}$ .

#### NEON.-

Tres isótopos estables: 20 (90.92%); 21 (0.26%); 22 (8.82%); isótopos artificiales de vida corta: 17; 19; 23; 24.

Gas inerte, inodoro, no condensa a la temperatura del aire líquido; sólido a la temperatura del hidrógeno líquido; la forma sólida son cristales cúbicos con centro en una cara.

#### ARGÓN.-

Tres isótopos estables: 36 (0.337%); 38 (0.063%); 40 (99.600%); isótopos artificiales radioactivos: 33; 35; 37; 39; 41; 42.

Gas incoloro, inodoro, inerte. Cristaliza en un enrejado cúbico centrado en una cara. También es soluble en líquidos orgánicos.

**CRIPTON.-**

Seis isótopos estables: 78 (0.354%); 80 (2.27%); 82 (11.56%); 83 (11.55%); 84 (56.90%); 86 (17.37%); isótopos radioactivos naturales: 74; 77; 79; -- 81; 85; 87; 95; 97.

Gas, condensa a un líquido incoloro; densidad crítica 0.9085; presión 548 mm; d (sólido a punto triple) 2.823. Potenciales de excitación: 9.91; -- 10.03; 10.56; 10.64 eV; potenciales de ionización: 14.00; 14.66 eV. Ligeramente soluble en agua con formación de un hidrato con fórmula ideal  $Kr \cdot 5.75 H_2O$ . Un hexadeuterado ha sido preparado. Soluble en oxígeno líquido.

**XENÓN.-**

Nueve isótopos ocurren naturalmente: 124 (0.096%); 126 (0.090%); 128 -- (1.919%); 129 (26.44%); 130 (4.08%); 131 (21.18%); 132 (26.89%); 134 -- (10.44%); 136 (8.87%); isótopos radioactivos artificiales: 118-123; 125; 127; 133; 135; 137-144.

Gas. Presión punto triple 612mm. También se le conoce comercialmente como Xenón-133, Xencisol<sup>®</sup>, Xe-133.

**RADÓN.-**

Sinónimos obsoletos: nitón, símbolo Nt y emanación de radio o emanación símbolo Em. El primer isótopo de este elemento  $^{220}\text{Rn}$  nombre no oficial -- torón símbolo Tn,  $T_{1/2}$  55.3 seg.  $^{222}\text{Rn}$ ,  $T_{1/2}$  3.823 días y un tercer isótopo  $^{219}\text{Rn}$  nombre no oficial actinón símbolo An,  $T_{1/2}$  4.0 seg. Estos tres isótopos son formados por desintegración  $\alpha$  de radio y sus isótopos. Un mínimo de 18 isótopos adicionales con número de masa entre 202 y 224 han sido preparados por varias reacciones nucleares. Todos los isótopos son radioactivos con vidas medias cortas. Con la excepción de  $^{223}\text{Rn}$  y  $^{224}\text{Rn}$

emisores  $\beta^-$ , ellos se desintegran espontáneamente por emisión  $\alpha$  o emisión  $\alpha$  y captura de electrones en el caso de isótopos más ligeros.

Gas inerte, incoloro, inodoro. Soluble en disolventes orgánicos.

Fuertemente adsorbido en varias superficies. Capacidad calorífica a 25° y 1 atm: 4.986 cal/g-átomo/°K. Calor latente de vaporización a bp: 4325 cal/g-átomo; calor latente de fusión en el punto triple: 776 cal/g-átomo.

### PROPIEDADES FISICAS

Todos son gaseosos. El helio posee el punto de ebullición más bajo de todas las sustancias conocidas.

Como se puede observar en la tabla de propiedades físicas de los gases nobles:

Los puntos de ebullición aumentan con el número atómico como consecuencia del aumento de los calores de vaporización. (4)

La densidad aumenta conforme aumenta el peso atómico. Destacan sus bajos puntos de licuación y la proximidad con los de fusión (a excepción del radón) en menos de 5°C. La simetría electrónica de los átomos de los gases nobles se resiste a deformaciones o acciones polarizantes que habrían de favorecer la licuación o solidificación.

Observar su relativa solubilidad en agua.

Son conductores de la electricidad en mayor grado que el hidrógeno.

Producen espectros característicos, ricos en líneas: el neón presenta hasta 900, desde el rojo lejano al azul; el helio, desde el rojo al violeta; el argón, criptón y xenón desde el extremo rojo al violeta remoto; el color de la descarga es amarillo vivo en el helio; rojo en el argón; verdoso a lila en el criptón; violeta en el xenón y blanco en el radón. (1)

### PROPIEDADES QUIMICAS

Los gases nobles también llamados raros o inertes poseen las capas electrónicas de valencia con octetos completos (a excepción del helio que posee un par). Son muy estables como se puede observar en la tabla de propiedades químicas de los gases nobles, por su elevado valor de potencial de ionización sobre todo en el caso de los elementos más ligeros del grupo.

El calor de vaporización representa la medida del trabajo que se debe realizar para vencer las fuerzas interatómicas de atracción. Entre los átomos de los gases nobles no existen interacciones comunes, como en el enlace covalente, sino débiles fuerzas de Van der Waals o de London. Por lo que son proporcionales a la polarizabilidad e inversamente proporcionales al potencial de ionización, aumentan con el tamaño de la nube electrónica y a medida que ésta se hace más difusa.

La capacidad de los gases nobles para entrar en combinación con otros átomos es muy limitada. A medida que disminuye el potencial de ionización y la energía de promoción, debiera aumentar la actividad química con el número atómico, que es alcanzada en el criptón. La actividad química del xenón es notablemente mayor y probablemente sea aún mayor la del radón, pero resulta difícil establecer detalladamente por su radioactividad. ( 4 ).

PROPIEDADES FISICAS DE LOS GASES NOBLES

	He	Ne	Ar	Kr	Xe	Rn
PUNTO DE FUSION, °C .	-272.2 (25 atm)	-248.6	-189.37	-157.2	-111.8	-71
PUNTO DE EBULLICION, °C .	(4.18°K) -268.9	(27.13°K) -246.08	(87.29°K) -185.86	(120.26°K) -153.35	(166.06°K) -108.1	(208.16°K) -62
CALOR DE VAPORIZACION A bp (cal/mole).	19.4	414	1558	2158	3020	4325
PRESION CRITICA, atm .	2.26	26.9	48.3	54.3	57.64	62
TEMPERATURA CRITICA, °C .	-267.9	-228.7	-122.3	-63.8	16.59	105
DENSIDAD DEL LIQUIDO A bp (g/cc).	0.1249	1.207	1.4	2.413	3.057	4.4
DENSIDAD DEL GAS (g/lit a 0 °C).	0.17847	0.89994	1.784	3.7493	5.8971	9.73
SOLUBILIDAD EN AGUA a 1 atm DE PRESION PARCIAL, 20 °C, cc(STP) POR LITRO .	8.61	10.5	33.6	59.4	108.1	230
COLOR DE LUZ EMITIDA EN UN TUBO DE DESCARGA CONTENIENDO GAS .	AMARILLA	ROJO	ROJO o AZUL	AMARILLA - VERDE	AZUL - VERDE	-
RADIO ATOMICO (en Å).	1.2	1.6	1.91	2	2.2	-

Referencia (1, 5, 7)

PROPIEDADES QUIMICAS DE LOS GASES NOBLES							
ELEMENTO	SIMBOLO ATOMICO	NUMERO ATOMICO	PESO ATOMICO	CONFIGURACION ELECTRONICA	PRIMER POTENCIAL DE IONIZACION (en EV)	$\Delta H$ VAP. Kcal/mol	ENERGIA DE PROMOCION $eV ns^2 np^6 \rightarrow ns^2 np^6(n+1)^s$
HELIO	He	2	4.0026	$1s^2$ 2	24,58	0,022	—
NEON	Ne	10	20,179	$2s^2 2p^6$ 2-8	21,559	0,44	16,6
ARGON	Ar	18	39,948	$3s^2 3p^6$ 2-8-8	15,755	1,50	11,5
CRIPTON	Kr	36	83,30	$4s^2 4p^6$ -8-18-8	13,996	2,31	9,9
XENON	Xe	54	131,30	$5s^2 5p^6$ -18-8-8	12,127	3,27	8,3
RADON	Rn	86	222*	$6s^2 6p^6$ -32-18-8	10,745	4,3	6,8

\* EL NUMERO DE MASA DEL ISOTOPO DE VIDA MAS LARGA .

Ref. (1,4,5,7,9)

#### 4. ESTADO NATURAL

Los gases nobles se encuentran en la atmósfera en proporciones relativamente pequeñas ( 4 ).

**HELIO.** Es el segundo elemento más abundante en el Universo. En la Tierra, proviene de decaimiento radioactivo. La mayor parte del helio presente en la corteza terrestre proviene del decaimiento del uranio y del torio. Se encuentra en forma de gas natural en pozos de gas natural y en manantiales minerales ( 2 ). En minerales que contienen W, Mo, Cu ( 9 ). También se encuentran junto a ciertos hidrocarburos gaseosos naturales ( 4 ).

**NEON.** Se encuentra presente en acumulaciones de conglomerados en la corteza terrestre ( 2 ). En algunas rocas en pequeñísimas cantidades ( tectitas ) ( 9 ).

**ARGON.** Se encuentra presente en acumulaciones de conglomerados en la corteza terrestre ( 2 ). Se encuentra también en pequeñas cantidades en el cuarzo y las pegmatitas ( 9 ).

**CRIPTON.** Se encuentra presente en acumulaciones de conglomerados en la corteza terrestre ( 2 ).

**XENON.** Se encuentra presente en acumulaciones de conglomerados en la corteza terrestre ( 2 ). Ocurre frecuentemente en gases emitidos de fuentes térmicas ( 7 ). A veces se encuentra ocluido en rocas como producto de fisión natural ( 9 ).

RADON. Se ha hallado en vestigios, en una gran variedad de minerales y rocas, en gases naturales y en terrenos con minerales de radio (4). No se ha encontrado en rocas lunares y en meteoritos pétreos. En aguas termales de regiones sísmicas (9).

## 5. OBTENCION, SEPARACION, ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION.

La atmósfera es nuestra fuente principal para obtener neón, argón, criptón y xenón; actualmente son producidos comercialmente como un subproducto durante la destilación fraccional del aire líquido para producir oxígeno y nitrógeno líquido.- La licuefacción de niveles de toneladas de aire/día hace 4 gases nobles disponibles en cantidades suficientes para las presentes necesidades.

El helio se puede obtener de la atmósfera en la misma forma que el neón, argón, criptón y xenón; pero puede ser obtenido más fácilmente de las acumulaciones que han aglomerado en la corteza terrestre.- El helio se obtiene por perforación de pozos de gas natural, el cual puede producir un contenido de helio promedio de cerca del 2%.

El helio es recuperado del gas natural por una licuefacción inicial que deja al helio y nitrógeno en forma gaseosa.- Ulterior licuefacción, esta vez bajo presión, origina la mayor parte del nitrógeno para condensar y queda el helio con cerca del 98 % de pureza en la fase gaseosa.- Puede ser posteriormente purificado, pasándolo a través de una trampa enfriada con nitrógeno líquido conteniendo carbón, el cual absorbe las impurezas remanentes.

El radón es obtenido de la desintegración radioactivo del radio.- Un gramo de radio produce cerca de 0.0001 ml de radón por día.

Algunos de los isótopos de los gases nobles pueden ser producidos artificialmente por bombardeo en un acelerador de partículas, como el producto de desintegración espontánea de un átomo excitado artificialmente y por fisión nuclear, siendo este último usado para producir criptón y xenón en reactores atómicos. ( 2 )

## 5. OBTENCION, SEPARACION, ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION.

La atmósfera es nuestra fuente principal para obtener neón, argón, criptón y xenón; actualmente son producidos comercialmente como un subproducto durante la destilación fraccional del aire líquido para producir oxígeno y nitrógeno líquido.- La licuefacción de niveles de toneladas - de aire/día hace 4 gases nobles disponibles en cantidades suficientes - para las presentes necesidades.

El helio se puede obtener de la atmósfera en la misma forma que el neón, argón, criptón y xenón; pero puede ser obtenido más fácilmente de las - acumulaciones que han aglomerado en la corteza terrestre.- El helio se obtiene por perforación de pozos de gas natural, el cual puede producir un contenido de helio promedio de cerca del 2%.

El helio es recuperado del gas natural por una licuefacción inicial que deja al helio y nitrógeno en forma gaseoso.- Ulterior licuefacción, esta vez bajo presión, origina la mayor parte del nitrógeno para condensar y queda el helio con cerca del 98 % de pureza en la fase gaseosa.- Puede ser posteriormente purificado, pasándolo a través de una trampa enfriada con nitrógeno líquido conteniendo carbón, el cual absorbe las impurezas remanentes.

El radón es obtenido de la desintegración radioactivo del radio.- Un -- gramo de radio produce cerca de 0.0001 ml de radón por día.

Algunos de los isótopos de los gases nobles pueden ser producidos artificialmente por bombardeo en un acelerador de partículas, como el pro-- ducto de desintegración espontánea de un átomo excitado artificialmente y por fisión nuclear, siendo este último usado para producir criptón y xenón en reactores atómicos. ( 2 )

**HELIO.-** Encontrado en forma de gas natural el cual es extraído en una escala comercial.- Producido en la desintegración espontánea de elementos radioactivos: 1 kg de uranio en su conversión hacia 865 g de plomo forma 756 lt de helio, también producido por el bombardeo de berilio, litio y otros elementos ligeros con rayos cósmicos, rayos X y protones de alta velocidad y deuterones.- Tal bombardeo tiene lugar en la naturaleza y da un constante suministro.

**NEON.-** Obtenido por licuefacción y rectificación del aire líquido.

**ARGON.-** Comercialmente obtenido durante la manufactura del aire líquido. Un isótopo radioactivo  $^{41}\text{Ar}$  (110 min,  $\beta^-$ ) es encontrado en el aire circundante de reactores químicos, cuando la reacción  $\gamma, \chi$  es posible.

**CRIPTON.-** Aislado del residuo final obtenido después de evaporación del aire líquido.

**XENON.-** Extracción del residuo del aire líquido.

**RADON.-** El radón es obtenido bombeando los gases en una solución de sal de radio, excitando la mezcla de gas a combinar el  $\text{H}_2$  y  $\text{O}_2$ , removiendo el  $\text{H}_2\text{O}$  y el  $\text{CO}_2$ , por adsorción y congelando el radón.- Los isótopos  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{220}\text{Rn}$  y  $^{219}\text{Rn}$  son formados por desintegración  $\alpha$  de radio y sus isótopos.- Un mínimo de 18 isótopos adicionales con números de masa entre 202 y 224 han sido preparados por varias reacciones nucleares.- Todos los isótopos son radioactivos con vidas medias cortas.- Con la excepción de  $^{223}\text{Rn}$  y  $^{224}\text{Rn}$ , emisores  $\beta^-$ , ellos se desintegran espontáneamente por emisión  $\alpha$  o emisión  $\alpha$  y captura de electrones en el caso de los isótopos más ligeros. (7)

## OBTENCION, SEPARACION, ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION. (4)

El argón, criptón, xenón y neón no radioactivos son producidos casi exclusivamente por la licuefacción y rectificación del aire, siendo además el método más económico de separar el aire en sus principales componentes.

Una pequeña cantidad de argón es producido en los Estados Unidos de Norteamérica como un subproducto de la síntesis comercial de amoníaco, del hidrógeno y del nitrógeno.

En la composición del aire gaseoso "puro" seco hay cantidades variables de vapor de agua, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno, ozono y ocasionalmente otros contaminantes, dependiendo de la localización del aire muestreado con respecto a ciudades, establecimientos industriales, volcanes, montañas, etcétera.- El ozono no parece presentar problemas, aparentemente se descompone o adsorbe en algún lugar a lo largo de la línea, ninguna traza de ozono ha sido encontrada en el oxígeno líquido producido en las plantas de separación de -- aire.- Oxidos de nitrógeno son separados conjuntamente con dióxido de carbono e hidrocarburos insolubles.

Trazas de óxido de carbono y de metano, etano, etileno y otros hidrocarburos los cuales son rápidamente solubles en oxígeno líquido son colectados junto con el criptón y xenón de los cuales pueden ser separados. .

### I.- OBTENCION.

#### 1. LICUEFACCION Y RECTIFICACION DEL AIRE

##### a. PRINCIPIOS DE LA LICUEFACCION DEL GAS

Quando el aire es comprimido, éste se calienta.- El aire comprimido

caliente es primero enfriado por agua y después en el ciclo, por intercambio de calor con fluidos los cuales están a temperaturas muy bajas.- Es mejor comprimir el aire en pasos y enfriarlo con agua en cada paso antes que se comprima a 1500 psi o más a la vez.

La reducción de temperaturas del aire comprimido se basan en los dos métodos siguientes:

- 1.- Efecto de Joule-Thomson.
- 2.- Expansión de una Máquina o Turbina.

Modernos procesos de refrigeración de la licuefacción del aire a altas presiones hacen una combinación de los 2 para obtener el máximo de eficiencia en el enfriamiento.

## 2. DIAGRAMA DE FLUJO.

Los ciclos de licuación usados pueden ser divididos en dos clases principales:

- a.- Los usados para producir oxígeno líquido y/o nitrógeno líquido llamados plantas "líquidas".- El aire es comprimido de 2000 a 3000 psi y los ciclos de "alta presión", en sólo unas cuantas, el aire es comprimido a presiones mucho más bajas, tan bajas como 85 psi.
- b.- Los usados para producir oxígeno gaseoso y nitrógeno gaseoso, llamados plantas de "gas".- En todas las plantas de separación de aire se usan ciclos de "presión baja", en los cuales el aire es comprimido a una presión no mayor de 100 psi. El argón y los gases nobles pueden ser obtenidos en cualquiera de las dos plantas.

En una típica planta líquida, el aire es primero comprimido a

1500 psi en un compresor de 4 pasos en los cuales en todos los pasos son enfriados con agua pasando a un compresor "impulsador" donde es posteriormente comprimido a 2000 psi pasando a un intercambiador de calor llamado "preeenfriador".

## II.- PROCESOS DE CONCENTRACION Y PURIFICACION.

### 1. PRODUCCION Y PURIFICACION DEL ARGON POR DESTILACION.

El argón crudo obtenido contiene oxígeno y nitrógeno como las principales impurezas.- El argón crudo pasa a través de un intercambiador de calor, hidrógeno es adicionado y la mezcla de hidrógeno y argón crudo es comprimido a cerca de 60 psi y se pasa a través de un horno para -- remover oxígeno por combustión catalítica con el hidrógeno.- Este proceso de combustión reduce el contenido de oxígeno del argón crudo a menos que 1 ppm por volumen y deja cerca del 1% de hidrógeno y 1% de nitrógeno como las principales impurezas del argón crudo.- El argón lí--quido refinado tiene una pureza de 99.996% o mayor y es pasado de la - columna de purificación a los tanques de almacenamiento.- El total de impurezas corresponde a 40 ppm y actualmente son menores que esto. Su concentración esta usualmente en los siguientes rangos: 1 a 10 ppm de nitrógeno, 0 a 5 ppm oxígeno, 0 a 5 ppm dióxido de carbono, menos - de 1 ppm hidrógeno, 0 a 6 ppm de humedad.

Se regresa el argón crudo al intercambiador de calor y se enfría a casi su temperatura de licuación el argón crudo es condensado en la marmita de la columna de refinación.- Esta marmita contiene un tipo de -- tubo-y-capa del intercambiador de calor y el vapor de argón crudo es - condensado a los lados del tubo.- El exceso de gas hidrógeno es removido del domo de la marmita.- El argón crudo líquido de la marmita se -- transfiere a la columna refinadora.- El nitrógeno es sacado a la atmósfera desde la parte superior de la columna y el argón líquido refinado se colecta en el fondo de la columna

## 2. PURIFICACION DEL ARGON POR ADSORCION DE OXIGENO.

Otro proceso comercial usa una columna de recuperación y refinación las impurezas de oxígeno son removidas por adsorción en lugar de ser por combustión catalítica.- Este proceso usa el argón recuperado y el argón refinado de las columnas con adición de hidrógeno para adsorber el oxígeno.- El argón es separado a través de un intercambiador de calor, donde es enfriado y fluye a través de una trampa empacada con una zeolita cristalina sintética donde el oxígeno es removido.- El argón frío saliendo de la trampa adsorbente para separar a través de un filtro para remover cualquier partícula de adsorbente.

La pureza del argón es 99.996 %.

## 3. PRODUCCION Y PURIFICACION DEL NEON.

El neón, el helio y el hidrógeno tienden a concentrarse con el nitrógeno en el domo del condensador principal.- El gas aislado del domo del condensador es principalmente nitrógeno, contiene cerca del 2.1% de neón y 0.8% de helio.

Del domo del condensador se pasa a través de un condensador-rectificador refrigerado por nitrógeno líquido, para que el granel de nitrógeno en la mezcla de helio-neón sea removido por condensación y rectificación pasando a una trampa de carbón refrigerada dando como producto un gas que contiene cerca del 95% de helio y neón, se comprime a altas presiones en cilindros para posterior purificación.

Un sistema de purificación que puede ser usado para producir neón conteniendo menos de 300 ppm de helio es:

La mezcla de helio-neón se pasa primero a través de una trampa de carbón fría, de esta trampa se pasa a través de un horno con óxido de cobre.- La mezcla de gas es entonces pasada hacia trampas de carbón refrigeradas por nitrógeno líquido.- El neón es adsorbido en el carbón - donde la mayor cantidad de helio permanece sin ser adsorbido.- El helio es apartado por medio de un tubo de descarga gaseoso ("tubo de espectro") y a través de un sistema de bombeo.

#### 4. PRODUCCION Y PURIFICACION DE CRIPTON Y XENON.

La concentración de criptón y xenón en aire seco son sólo 1.14 y 0.09 ppm respectivamente.

En Europa se han desarrollado y construido plantas exclusivamente para la producción de criptón.- Operan en el principio de separación -- (extracción) de grandes cantidades de aire gaseoso con pequeñas cantidades de aire líquido, el Kr y el Xe permanecen en el depurador líquido.- Se separan de este líquido por destilación fraccionada y purificados por proceso de adsorción.

Las cantidades de Kr y Xe usadas en el presente en los Estados Unidos de Norteamérica son relativamente pequeñas y todo el Kr y Xe no radioactivos necesarios son obtenidos como subproducto de las plantas de producción de oxígeno.

El Kr y Xe tienden a colectarse en el oxígeno líquido en el condensador principal y se recupera de la siguiente manera:

El líquido del condensador lateral fluye a la columna concentradora donde es posteriormente enriquecido de Kr y Xe.- El producto que es sacado del fondo de la columna concentradora usualmente contiene cerca del 1% de Kr+Xe

El producto líquido es evaporado y el vapor resultante es pasado a través de un horno (donde los hidrocarburos son quemados sobre un catalizador), se pasa el gas a través de una trampa cáustica (NaOH) después el gas se pasa a una trampa de adsorción refrigerada donde el Kr y Xe son retenidos en un adsorbente como la gel de sílice, esta trampa adsorbente es calentada a temperatura ambiente y es bombeado en cilindros colectores.- Se obtiene un gas conteniendo 90% o más de Kr-Xe.

El Kr y Xe puros se pueden obtener de esta mezcla por licuación y destilación o por una serie de pasos de adsorción y desorción usando carbón activado.

### III.- ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION.

El método usado para almacenar y enviar los gases nobles depende de la escala de operación.- Pequeñas cantidades se manejan como gas en cilindros de gas comprimido y grandes cantidades se almacenan y transportan en forma líquida en recipientes aislados grandes.

### IV.- HELIO

El helio es producido por separación de éste del gas natural.- La concentración de helio en el aire es tan bajo que la cantidad de helio -- que puede ser recuperado en las plantas de separación de aire es insignificante comparado con la cantidad disponible de gas natural en los Estados Unidos de Norteamérica.- El helio se obtiene en los Estados Unidos de Norteamérica por separación de las plantas de gas natural por las Oficinas de Minas.

La Oficina de Minas opera 5 plantas: Amarillo, Exell Texas; Otis, Kansas; Keyes, Oklahoma y Shiprock, Nuevo México.

#### A) PRODUCCION, SEPARACION Y PURIFICACION.

El helio es extraído del gas natural por un proceso de licuación del gas a bajas temperaturas.

Los pasos son:

1. El gas natural es primero comprimido a una presión de 450 psi.
2. Después de comprimido el gas es pasado a una unidad tratadora (para remover dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno y vapor de agua).
3. El gas libre de contaminantes se pasa a las unidades de li

cuación a una presión de 450 psi se envía a través de intercambiadores de calor y se enfría, se licua del 95 al 98%. - La gran cantidad de corriente líquida es obturado a un separador, donde la fase gas rica en helio llamado "helio crudo" es separado de la fase líquida. - Lo último es obturado en el fondo del separador y regresado a través de un intercambiador de calor a temperatura ambiente donde el gas procesado es liberado directamente en una tubería.

El helio crudo del primer paso del ciclo de producción consiste de cerca del 70% de helio y 30% de nitrógeno. - La mezcla se comprime en 4 pasos a 2700 psi y enfriado con agua después es pasado a una unidad procesadora a baja temperatura. - Consecutivos pasos de separación con reducción en presión produce primero helio del 98.2% y 99.5% seguida por una purificación final a través de carbón activado obteniéndose helio grado A de 99.995% de pureza.

#### B) ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION.

Se almacenan a altas presiones en cilindros de gas largos de acero.

#### V.- SEPARACION DE ISOTOPOS.

La característica inactividad del grupo de isótopos del helio excluye el uso de cualquier medio químico de separación. - Técnicas especiales para separación de isótopos del helio como la de "flujo de calor" para separar el helio-3 del helio-4 basado en la propiedad de superfluidez del helio-4 abajo de la temperatura "lambda" (2.19°K a presión atmosférica).

Los siguientes métodos físicos son usados:

- A. METODOS DE DIFUSION.
  - 1.A. DIFUSION TERMICA.
  - 2.A. DIFUSION GASEOSA.
- B. DESTILACION FRACCIONADA.
- C. SEPARACION ELECTROMAGNETICA.
- D. CENTRIFUGACION.
- E. SEPARACION EN JETS DE ALTA VELOCIDAD.
- F. METODOS ESPECIALES DE SEPARACION DE LOS ISOTOPOS DE HELIO.
  - 1.F. METODO DE PELICULA Y FILTRACION.
  - 2.F. TERMOSMOSIS.
  - 3.F. METODO DE FLUJO DE CALOR.

A. METODOS DE DIFUSION.

1.A. DIFUSION TERMICA.- Se usan columnas Clusius-Dickel (termogravimétricas) del tipo de tubo concéntrico o alambre caliente.- La separación causada por difusión térmica es multiplicado varias veces por la transmisión de corriente.

La desventaja de éste método es el alto consumo de energía y la baja capacidad de la columna.

2.A. DIFUSION GASEOSA. La separación parcial de isótopos por difusión a través de barreras porosas es conocido como "difusión gaseosa". El único paso de separación obtenido por este método es muy pequeño pero puede ser multiplicado varias veces usando una -- "cascada" que es un sistema de difusión intercomunicadas en el cual la mezcla isotópica es progresivamente enriquecida en las especies deseadas.

La difusión gaseosa con o sin barreras es desfavorable en comparación con la difusión térmica porque requiere un gran número de pasos de separación operados a bajas presiones.- Más sin embargo puede ser poco difícil y adecuado para la producción de grandes cantidades de isótopos los cuales no pueden ser rápidamente separados - por otros métodos.

#### B. DESTILACION FRACCIONADA.

La facilidad con la cual dos componentes pueden ser separados por un proceso de destilación es medido por su relativa volatilidad.- En el caso de soluciones de isótopos, los cuales son, casi ideales; la volatilidad relativa es igual a la proporción de la presión de vapor de los componentes puros.

La relativa volatilidad se incrementa con el incremento de temperatura por lo que es deseable realizar la destilación a temperaturas tan bajas como sea posible.

La destilación es caracterizada por consumo de baja potencia y es más adecuada para la producción de los isótopos más ligeros de los elementos del grupo del helio en grandes cantidades y económicamente razonables.

#### C. SEPARACIONES ELECTROMAGNETICAS.

Una técnica para incrementar la retención de los isótopos del grupo del helio usando blancos de iones saturados ensamblados por -- condensación continua de vapor de magnesio en su superficie, los átomos de gas noble son así entrampados conforme el magnesio se va depositando.

El proceso electromagnético puede proveer utilidad para la producción de cantidades en miligramos de isótopos de neón y argón.- Sólo una relativamente pequeña fracción del gas introducida en la fuente del espectrómetro es ionizada y colectada, la separación de los isótopos de los gases de criptón y xenón parecen ser menos probables.- La separación electromagnética del helio-3 es completamente impráctico debido a su muy baja abundancia.

#### D. CENTRIFUGACION.

La separación en una centrífuga de gas depende de la absoluta diferencia entre las proporciones de las masas isotópicas que en su relativa diferencia como en el proceso difusional.- Los isótopos pesados pueden ser separados tan fácilmente por este método como los ligeros.

Se ha aplicado al enriquecimiento de isótopos más pesados del grupo del helio como el criptón y el xenón.

#### E. SEPARACION EN JETS DE ALTA VELOCIDAD.

De acuerdo a este método una mezcla de gas es expandida a presión baja a través de una boquilla de diseño apropiado.- A una distancia corta de la boquilla, los efectos difusionales causa que los componentes ligeros de una mezcla se concentren en la periferia del jet, el gas y los componentes pesados en su centro o en la periferia debido a la diferencia molecular.

El factor de separación elemental en este proceso es proporcional a la relativa diferencia de masa de las especies isotópicas como en el proceso difusional y su magnitud en el caso de los isótopos de argón y xenón es del mismo orden que el obtenido por difusión -

gaseosa.

Grandes enriquecimientos pueden ser asegurados por medio de una -- adecuada cascada.

## F. METODOS ESPECIALES DE SEPARACION DE LOS ISOTOPOS DE HELIO.

Los métodos descritos dependen de las propiedades del helio y no -- son aplicables a otros miembros del grupo de los gases nobles.

### 1.F. METODO DE PELICULA Y FILTRACION.

Separaciones del helio-3 del helio-4 basado en la propiedad del he -- lio-4 en el estado líquido es superfluido a temperaturas inferio-- res a 2.19°K (llamado helio-II).

El helio II líquido es admitido a fluir de un recipiente a otro a través de su película de superficie característica, los átomos del helio-3 no toman parte en el proceso y son concentrados en el líqui -- do residual. La misma "filtración" del helio-3 puede ser efectuada moviendo el helio-II líquido para fluir a través de las uniones de vidrio esmerilado cerrado.

El enriquecimiento del helio-3 es pequeño en ambos casos.

### 2.F. TERMOSMOSIS.

En un filtro fino se conduce constantemente la superfluidez del he -- lio-4 . Se concentra el helio-3 de un 4 a un 5%.

### 3.F. METODO DE FLUJO DE CALOR.

Se basa en el hecho de que un gradiente pequeño de temperatura es -- producido en una solución líquida de helio-3 y helio-4 abajo de -- 2.19°K, un flujo a contracorriente de átomos normales y del super- -- fluido helio-4 es inducido.

El método provee capacidad de remover todo el helio-3 de la mezcla de helio originalmente conteniendo 0.01% del helio-3.- La separación es realizada en unos cuantos minutos y con muy poco consumo de energía.- La concentración final de helio-3 depende del volumen al cual ha sido fluído el calor y de la muestra tomada.

## 6. DETERMINACIONES ANALITICAS. ( 4 )

### I. MUESTREO.

Problemas tales como fugas y contaminación del aire son únicas en el análisis de gases.- Si la muestra es colectada a presión atmosférica o a bajas presiones se pueden usar tubos de vidrio con llaves de paso, pero a altas presiones es conveniente usar envases de muestreo metálicos.

#### 1. MUESTREO DE GASES LICUADOS.

a) CILINDROS METALICOS.- En cilindros metálicos equipados con un manómetro y una válvula de seguridad y liberación se muestrean los gases licuados; se usan cilindros metálicos de acero inoxidable de varios tipos y mezclas de cobre.

b) EQUIPOS DE VIDRIO.- Los gases licuados para ser analizados no pueden ser colocados usualmente en vasos de vidrio a menos que el análisis sea realizado inmediatamente.

c) AIRE LIQUIDO.- La composición del aire líquido representa la composición del líquido en un punto particular de la planta donde la muestra fué tomada.

#### 2. CILINDROS DE GAS PRESURIZADOS.

a) PREPARACION DE UNA MUESTRA HOMOGENEA.- La mezcla de gases por difusión es lenta y más aún cuando la temperatura es reducida y la presión elevada.

b) MANIPULACION DE LOS CILINDROS DE GAS PRESURIZADOS.- Deben ser encadenados de modo que no puedan caer y manejarse suavemente.- Si se mueven los cilindros, no deben rodarse sobre -

el piso; sólo sobre dos ruedas, las cuales pueden ser fijadas al tanque y en posición casi vertical.

### 3. MUESTREO DE GASES EN ENVASES CERRADOS.

El contenido de gas de un bulbo o tubo de vidrio por muestrear debe tener una llave de paso o una abertura sellada.

### 4. MUESTREO DE GASES DISUELTOS EN LIQUIDOS.

Gases disueltos en agua (ejemplo: lluvia, ríos, océanos o lagos) o en otros líquidos son liberados por ebullición del líquido y reuniendo el gas emitido.

En lugar de hervir el líquido, el líquido puede simplemente ser agitado por 1 ó 2 horas en un espacio evacuado o en contacto con un gas a una temperatura entre la ambiental y la temperatura del punto de ebullición del líquido.

### 5. MUESTREO DE GASES EN MINERALES.

Después de una trituración muy fina, la fusión al vacío (u otra liberación del gas) debe ser evitada para la liberación del gas ocluido en minerales.

### 6. PRESURIZACION DE MUESTRAS A BAJA PRESION.

Para producir o conducir una muestra de gas a presiones inferiores de la presión atmosférica se usa el método de la bomba de Toepler, usando un adsorbente como zeolitas sintéticas y carbón activado.

### 7. ERRORES DE DIFUSION Y CONTAMINACION.

Las tuberías de plástico tal como Tygon adicionan vapores de plasticizador al gas que pasa a través de éste.- El Tygon y el caucho son notablemente permeables al xenón y al criptón.

El helio difunde a través del vidrio ordinario de borosilicato (Pyrex, Kimax, etc) ligeramente a temperatura ambiente y mucho más a temperaturas elevadas.

## II. TRATAMIENTO PRELIMINAR DE LAS MUESTRAS.

Es posible comenzar el análisis de una muestra de gas de composición completamente desconocida por análisis en un cromatógrafo de gases o en un espectrómetro de masas.

Si no hay amoníaco presente en la muestra se puede seguir un análisis estándar Orsat.- Si existe amoníaco o cualquier otro tipo de gas alcalino presente en la muestra, debe ser removido por absorción en ácido sulfúrico diluido antes de iniciar el procedimiento estándar Orsat.- Un análisis estándar Orsat dará una indicación si es conveniente llevar a cabo una preparación química del gas antes de proceder en el espectrómetro de masas. En el procedimiento Orsat, el residuo después de remover los gases ácidos y de el oxígeno, el hidrógeno, los hidrocarburos y el monóxido de carbono es una mezcla de nitrógeno y gases nobles. El residuo puede ser separado del Orsat y tratado para remover nitrógeno.

En ambos casos la mezcla de nitrógeno y gases nobles puede ser examinado directamente en un espectrómetro de masas o en un cromatógrafo de gases.

El nitrógeno es removido por una esponja metálica de titanio de 900 a 1000°C; por litio fundido a 420°C; por calcio metálico de 440 a 500°C o de 650 a 700°C, por bario metálico o por uranio activado.- Se ha reportado que trazas de potasio vaporizado en

vacío sobre la superficie de litio, dobla la velocidad a la cual el litio absorbe el nitrógeno.- En las condiciones correctas estos metales no sólo absorben el nitrógeno sino también todas las impurezas excepto los mismos gases nobles.- El contenido total de los gases nobles de una muestra puede ser determinada removiendo el residuo.

La separación de los gases nobles de otros puede ser llevada a cabo a bajas temperaturas en procesos selectivos de adsorción-desorción.- El helio puede ser separado del neón en un aparato multigradual de adsorción-desorción.

### III. CROMATOGRAFIA DE GASES.

La cromatografía de gases es probablemente el único, más útil -- instrumento para la identificación y determinación de los gases nobles.- Es relativamente barato, rápido, fácil de calibrar y de usar.- Hasta la fecha no se ha diseñado un cromatógrafo de gases que diferencie los isótopos de algunos de los gases nobles.

La identificación de los componentes puede ser hecha con base en el tiempo de retención.

El análisis cuantitativo es realizado midiendo el área bajo los picos en la carta registradora y comparando éstos con áreas obtenidas en la calibración usando mezclas de gas de composición conocida como estándares.

Algunas de las ventajas de la cromatografía de gases son: una vez que las condiciones necesarias han sido establecidas es rápido, conveniente, y exacto.- Las separaciones de gas preliminares a menudo pueden ser evitadas. Con detectores sensibles, los compo-

mentos presentes en muy bajas concentraciones pueden ser identificados y determinados.- Muy pequeñas muestras pueden ser analizadas.

Una desventaja de la cromatografía de gases es que ocasionalmente dos o más gases tienen el mismo tiempo de retención para un conjunto de condiciones dadas.- Para asegurar la identificación en un componente se debe confirmar con un espectrómetro de masas o un espectrógrafo de emisión.

El área bajo los picos no puede ser usada para determinar cuantitativamente a menos que el pico sea producido por un único componente o a menos que las tolerancias sean hechas para un componente adicional (al mismo tiempo de retención) para una determinación analítica independiente de las concentraciones del componente adicional.

## 1. ANALISIS CUALITATIVO.

La identificación de los gases presentes en una muestra puede ser realizada por los tiempos de retención.- Los tiempos de retención tienen significado sólo para un instrumento en particular y para un especial conjunto de condiciones (ejemplo: empaque de la columna y temperatura, flujo del gas y presión, etcétera).- Los tiempos de retención pueden ser establecidos corriendo los gases puros a un tiempo o mezclas de composición conocida en el cromatógrafo bajo cuidadosas condiciones controladas.

Cada componente en una muestra de gas puede también ser identificada entrapando, usualmente, con algo del gas acarreador, conforme éste sale de la columna de adsorción y aún analizarlo

separadamente por espectrometría de masas, espectroscopía de emisión o espectroscopía infrarroja o con un explorador rápido de espectrometría de masas que puede ser conectado directamente al cromatógrafo de gases para identificación de cada componente conforme éste es eluido.

La identificación de un componente puede ser hecha más fácil si éste puede ser separado del gas eluente.- Por ejemplo: si el gas eluente es helio el componente puede ser algunas veces congelado en una trampa fría y el helio vaciado.- La muestra se calienta e identifica.

## 2. ANALISIS CUANTITATIVO.

El análisis cuantitativo por cromatografía de gases es mejor realizado midiendo las áreas bajo los picos, aunque en muchos casos la medida de la altura de los picos es suficientemente exacta.

## 3. ELECCION DE LAS CONDICIONES.

La elección de las condiciones para separar una mezcla dada depende de la identificación y concentración de los gases -- presentes en la muestra.

### a) MATERIAL DE EMPAQUE DE LA COLUMNA.

- . Existen varios absorbentes los cuales han sido probados con éxito en cromatografía gas-sólido de los gases nobles.- El más usado son las recientemente desarrolladas zeolitas sintéticas cristalinas conocidas como "tamices moleculares".- Son producidas en varios tipos cristalinos y tamaño de poro (ejemplo: tipo 4A, 5A y 13X).

Otros materiales de empaque los cuales han sido útiles también son: mordenita (zeolita cristalina que ocurre naturalmente), carbón activado, gel de sílice y carbón y son usados en seco.

#### b) TEMPERATURA DE LA COLUMNA.

La temperatura tiene un considerable efecto en la separación alcanzada en cromatografía de gases.- En general, a temperaturas bajas hay mejor resolución pero a temperaturas muy bajas de los gases son algunas veces adsorbidos, también, energicamente para facilitar la elución.- A  $-119^{\circ}\text{C}$  no es practicable usar mordenita como empaque de la columna para el análisis de criptón y argón, porque el criptón es también adsorbido fuertemente.

#### c) GAS ACARREADOR.

La selección del gas acarreador depende de varios factores. El helio es a menudo empleado en los Estados Unidos de Norteamérica, cuando es disponible; el helio tiene la ventaja que su conductividad térmica difiere grandemente de la mayoría de los gases y vapores siendo analizados, haciendo esto fácil a detectar trazas de componentes.- Si el helio va a ser identificado no puede ser usado; otras buenas posibilidades para usar como gas acarreador son el hidrógeno, el nitrógeno, el argón y el dióxido de carbono.

El argón es mejor que el nitrógeno como gas acarreador para gases ligeros (ejemplo: helio y neón), cuando se usan celdas de conductividad térmica porque la conductividad térmica del argón es menor que la del nitrógeno, haciendo un mayor contraste con el helio.- También el argón es mejor que el dióxido

de carbono cuando se usan zeolitas sintéticas como material de empaque porque las zeolitas sintéticas adsorben el dióxido de carbono preferentemente.

El hidrógeno tiene muchas de las ventajas del helio pero éste es inflamable y cuando se mezcla con aire u oxígeno es explosivo.

El oxígeno ha sido usado como gas acarreador para separar argón del criptón en gel de sílice y para separar una mezcla de argón, criptón, xenón y metano en tamiz molecular Tipo 5A.

#### d) TIPOS DE DETECTOR.

Se usan celdas de conductividad térmica como detectores para los componentes de una muestra de gas, si las concentraciones son de 10 p.p.m. o más.

Para detectar concentraciones inferiores a 10 p.p.m., los detectores de alta sensibilidad (p.p.b.) son: el detector Lovelock en el cual el helio, el neón o argón es usado como el gas acarreador después que éste deja la columna.- Los átomos de gas inerte son activados a presión atmosférica por radiación de una fuente radioactiva, por una descarga de centella a presión atmosférica o por otros medios. Los iones así formados son detectados en una cámara de ionización.

El detector Lovelock que emplea usualmente argón como gas acarreador es usado especialmente para la determinación de impurezas de hidrocarburos en los gases inertes.

Otro detector descrito por Ryce y Brice, usa helio como gas

acarreador.- Una pequeña porción del gas que deja la columna cromatográfica se pasa a un espacio evacuado, entre el filamento y una rejilla de un medidor de ionización.- El voltaje entre el filamento y la rejilla es casi pero no lo suficientemente alto para ionizar los átomos de helio.- Cualquier gas que tenga potenciales de ionización menores que el helio son ionizados y detectados.

Detectores de Descarga Eléctrica.- Este tipo se opera en la proximidad de la presión atmosférica, la descarga se produce por un serpentín Tesla o por un campo eléctrico de radiofrecuencia c.a..- Otro tipo de detector es evacuado y una descarga brillante es producida por un voltaje c.d. entre dos electrodos.- Tienen la ventaja que pueden ser usados para de terminación de gases como gases nobles, oxígeno y nitrógeno los cuales tienen altos potenciales de ionización.

Otro nuevo detector es el de ionización de flama de hidrógeno para determinar impurezas en los gases nobles.- Con este detector, el hidrógeno o una mezcla de hidrógeno y nitrógeno es usualmente usada como gas acarreador o el hidrógeno es adicionado al gas que emerge de la columna.- La resistencia es extremadamente sensible a la presencia de hidrocarburos en la corriente de gas.- Este detector es el mejor para determinar trazas de fluorocarburos, no es sensible al agua y no puede ser usado para determinar los gases difícilmente ionizables.

Se pueden experimentar el tipo y la temperatura de la columna adsorbente, el tamaño de la muestra y la velocidad del gas -

acarreador.

#### IV. ESPECTROMETRIA DE MASAS.

La muestra de gas para ser analizada es admitida a través de una abertura hacia un recipiente evacuado, donde las moléculas del gas son ionizadas por una corriente de electrones que fluyen a través del tubo.- Los iones formados en la descarga son acelerados entre placas cargadas y paralelas por rendijas para dar un haz estrecho, los iones en el haz son entonces desviados por fuerzas magnéticas o una combinación de fuerzas magnéticas y electrostáticas con tal ruta que un espectro es producido en el cual los iones son seleccionados por la relación de masa a carga eléctrica ( $m/e$ ).- Los iones más pesados son desviados al mínimo, los ligeros en la mayoría. El espectro puede ser fotografiado, los iones actúan en un film o placa fotográfica en el mismo camino como la luz, si el espectro es fotografiado el instrumento es llamado espectrógrafo de masas. - En muchos instrumentos modernos la corriente de iones para cada valor de  $m/e$  es medido por un aparato explorador y registrado automáticamente, los instrumentos de éste tipo son llamados espectrómetros de masa (difieren en el método de registro, la velocidad de exploración, el rango de los valores cubiertos de  $m/e$ , la resolución alcanzable y la sensibilidad).

Hay espectrómetros de masa que aceleran, separan y cuentan los iones positivos y algunos otros además los iones negativos.

##### 1. ANALISIS CUALITATIVO.

No es necesario hacer cualquier separación preliminar antes de examinar una muestra de gas para su contenido de gas noble, porque

los valores de  $m/e$  de muy pocos iones se superponen con aquellos isótopos no radioactivos de los gases nobles.- Después que el examen en el espectrómetro de masas ha sido hecho, éste es examinado para picos característicos  $m/e$  de los isótopos del gas noble.- La agrupación de los picos indica que están presentes los gases nobles, en concentraciones lo suficientemente grandes para ser detectadas en el espectrómetro de masas.

Si debido a la presencia de otros gases en los gases nobles en su abundancia isotópica relativa usual, una configuración puede ser obtenida por cromatografía de gases u otros medios.- Si la muestra es radioactiva, su radioactividad puede ser medida.

Hay un tipo de espectrómetro de masa en el cual el espectro de masa es explorado varias miles de veces por segundo y mostrado en un osciloscopio.

## 2. ANALISIS CUANTITATIVO.

La concentración en una mezcla de gas, de cualquier gas, tiene un pico claro  $m/e$  calculado de la altura del pico claro y de la altura del correspondiente pico en una muestra que se corre calibrada en la cual la presión y otras condiciones son adecuadamente controladas ( en la muestra corrida ya calibrada puede ser una muestra del gas puro o una mezcla de composición conocida).

### a) PROCEDIMIENTO GENERAL PARA LA DETERMINACION CUANTITATIVA.

1. Hacer un análisis cualitativo de la muestra (Orsat, correr muestra preliminar en el cromatógrafo de gases, en el espectrómetro de masa o una combinación de todos los métodos).
2. Si es necesario, tratar la muestra químicamente o física--

mente para eliminar serias interferencias de picos de masa o para dejar la concentración deseada del componente.

3. Correr la muestra en el espectrómetro de masas y también correr la muestra pura de cada componente, calcular la composición tentativa de la muestra desconocida; "normalizar" los datos.- La corrección necesaria para normalizar el análisis debe ser pequeña, si no lo es algo está equivocado y la fuente de error debe ser localizada.
4. Usando gases individuales de alta pureza, hacer una muestra de gas estándar teniendo la misma composición que la composición tentativa anteriormente calculada.
5. Correr la muestra estándar, la muestra desconocida y otra vez la muestra estándar.- Los tres deben dar resultados idénticos.

#### b) ISOTOPOS.

1. PROPORCION DE ISOTOPOS.- En el espectrómetro de masa se determina la proporción de isótopos presentes en la muestra, el error en la proporción de isótopos es mayor usualmente a valores bajos de m/e como por ejemplo en los isótopos de H o He.
2. DETERMINACION DE ISOTOPOS INDIVIDUALES.- Se puede determinar la concentración absoluta de algún isótopo (radioactivo o estable).- Si otros gases están presentes se puede determinar con los tres primeros pasos del procedimiento general y la concentración del elemento buscado se calcu-

la por diferencia.- De este valor y de la proporción de las alturas de los picos isotópicos corregidos, si es posible por uso de una muestra estándar conteniendo los isótopos de proporción conocida, calcular la concentración de los isótopos individuales.

3. **TECNICA DE DILUCION ISOTOPO ESTABLE.**- Esta técnica puede ser usada cuando es difícil o imposible liberar completamente el gas a ser determinado de una muestra sólida o líquida.- Se base en una cantidad conocida de un gas conteniendo una concentración de un isótopo  $Ig'$  del elemento  $Ig$  para ser determinado es equilibrado con una cantidad conocida de la muestra para ser analizada para su contenido de  $Ig$ .- Después de equilibrar la proporción de isótopos ( $Ig'/Ig$ ) es determinada en un espectrómetro de masas, de éstos datos la concentración del elemento  $Ig$  en la muestra puede ser calculado.

Esta técnica se aplica a la determinación de helio en minerales usando helio-3 como el isótopo de adición  $Ig'$ .

Para estimar contaminación por argón atmosférico de una muestra de argón liberada de minerales, el isótopo adicionado es Ar-36.

#### V. ESPECTROSCOPIA DE EMISION.

Este método fué principalmente útil para la identificación individual de los gases nobles y para indicar su pureza antes de usar los métodos de espectrometría de masas y cromatografía de gases. En aquellos días era necesario para analizar cuantitativamente,

aislar los gases individualmente por procesos tediosos de adsorción, desorción y comparar así las propiedades de esos gases aislados con las propiedades conocidas de los elementos puros para asegurar que se han hecho buenas separaciones.- Una de las más valiosas de estas propiedades fué el espectro de emisión el cual fue producido sometiendo el gas a una descarga eléctrica a una presión de unos pocos milímetros de presión (de mercurio).

Actualmente el espectro de emisión es limitado a 2 aplicaciones:

- a) Hacer comprobación cualitativa de la pureza de un gas noble "puro".
- b) Para la determinación cuantitativa continua o repetitiva de una o más impurezas, tal como nitrógeno en argón o argón en nitrógeno.

#### 1. EXCITACION DE LAS MUESTRAS DE GAS PARA PRODUCIR EL ESPECTRO.

El espectro de las muestras de gas puede ser obtenido llenando un tubo de descarga con el gas a una presión de unos cuantos mm de mercurio aplicando unos cuantos miles de volts o c.a. en los electrodos y analizando la luz emitida, este tubo se llama Geissler o Plücker.- Otro tubo es el llamado "con la punta de frente" en el cual se obtiene más luz hacia el espectrómetro o espectrógrafo que en el tubo Geissler, cuando la radiación se examina en la región ultravioleta del espectro la descarga en el capilar -- puede ser vista a través de una ventana de sílice vítreo (cuarzo fundido).

Los tubos de descarga son llenados con la muestra a una presión entre 0.5 y 10 mm Hg.- Los tubos equipados con electrodos sellados pueden ser excitados por voltajes más altos (varios miles de

volts) por un transformador o un serpentín Tesla.

Los electrodos que están dentro del tubo de descarga actúan como "colectores" para algunos gases que están presentes en bajas concentraciones.- La acción colectora puede ser parcialmente anulada usando una descarga "sin electrodos" pero también puede ocurrir adsorción en las paredes del vidrio; los efectos de adsorción pueden ser minimizados manteniendo el flujo del gas a través del tubo de descarga mientras el espectro está siendo examinado.

La descarga "sin electrodos" se puede producir por potencia de radiofrecuencia en un serpentín alrededor del tubo y los finales del serpentín conectados a un tubo oscilador de vacío u otra fuente de potencia.

Otras fuentes de excitación son: arcos, centelleos y radiaciones radioactivas.

## 2. ANALISIS CUALITATIVO.

El espectroscopista reconoce los gases nobles por el modelo de las líneas de emisión y en el espectroscopio visual por el color de las líneas.- Se prepara un conjunto de tubos de descarga de vidrio, el cual contiene cada uno la muestra de uno de los gases nobles y se estudia el espectro.

La intensidad de las líneas varía con factores tales como la presión de la muestra del gas, la forma del tubo de descarga, el voltaje y la frecuencia de la potencia aplicada, la presencia de otros gases, la temperatura, los ópticos del espectroscopio y si es usado, la naturaleza de la emulsión en el film o --

placa usado para fotografiar el espectro.- El espectro "rojo"-- y "azul" del argón son el resultado de variar la frecuencia de la descarga.- Las muestras de gas son ligeramente contaminadas con mercurio, para excluir el mercurio de los tubos de descarga se pasa el gas a través de un tubo pequeño conteniendo hojas de oro.

Para ayudar a la identificación de los gases nobles en una muestra de gas es mejor remover todos los gases no nobles, incluyendo nitrógeno antes de examinar el espectro de emisión, en la ausencia de impurezas el espectro de los gases nobles son caracterizados por líneas definidas, claras, con espacios negros entre ellas.

Si un espectrómetro o espectrógrafo es usado las longitudes de onda de las líneas de emisión pueden ser exactamente medidos.-- Para estar seguros de la presencia de un elemento particular en una muestra dada, es deseable identificar como mínimo dos líneas en su espectro de emisión.

#### Ventajas y Desventajas.

Las ventajas del espectrógrafo de emisión para detección de los gases nobles son: 1) en algunos casos detectará muy bajas concentraciones del elemento y 2) el espectro de emisión es único para cada elemento.

Desventajas del método espectroscópico de identificación: 1) -- aunque no es difícil, no es tan simple llenar un tubo Geissler con un gas, 2) algunos gases tienden a suprimir o aumentar la emisión de radiación de otros y 3) trazas de los gases pueden --

ser desorbidos o adsorbidos por los electrodos y paredes de vidrio del tubo de descarga cambiando así el espectro observado.

### 3. ANALISIS CUANTITATIVO.

DETERMINACION DE CONCENTRACIONES BAJAS DE GASES EN PROCESOS DE MANUFACTURA, PURIFICACION O MEZCLADO.

La determinación puede ser hecha fotográficamente o usando un circuito electrónico el cual dá un registro continuo.

a) METODO FOTOGRAFICO.- Para una determinación en particular depende de una adecuada calibración.- La calibración consiste en seleccionar una línea de referencia de intensidad baja media del espectro del principal componente de la mezcla. La intensidad de una línea conveniente del espectro del elemento para ser determinado es entonces comparado con la intensidad de la línea de referencia; la línea analítica y la línea de referencia deben, si es posible, estar completamente juntas en el espectro para minimizar errores causados por variación en la sensibilidad de la emulsión fotográfica (ejemplo voltajes de descarga, presión del gas y temperatura) deben ser de la misma intensidad y originarse de transiciones entre niveles atómicos de cerca de los mismos valores de energía.

La calibración actual se efectúa corriendo gases de concentración conocida.

b) ANALISIS CUANTITATIVO AUTOMATICO CONTINUO.- En el análisis espectrocópico continuo las intensidades de la radiación de las longitudes de onda espectrales seleccionados son medidos por medio de fototubos o tubos fotomultiplicadores y la proporción -

de las intensidades es registrado por medio de un registrador tipo potenciómetro, con una adecuada calibración, la relación registrada da la concentración del componente deseado.

Para medir continuamente las intensidades de dos líneas espectrales, la luz del tubo de descarga en el cual la muestra de gas es excitada puede primero ser dispersada de acuerdo a la longitud de onda por medio de un prisma o rejilla.- Es comparada la intensidad de la luz a cada una de las longitudes seleccionadas.

Otra forma consiste en que la luz del tubo de descarga es alineado y dividido longitudinalmente hacia dos haces por un ocular -- con un interruptor rotatorio.- Estos haces se pasan a través de filtros ópticos para aislar la longitud de onda deseada y cada una es admitida para hacer impacto en un adecuado fototubo.- Si la intensidad de la luz total del tubo de descarga no varía apreciablemente con fluctuación del componente que está siendo determinado, sólo uno de los haces de luz necesita ser filtrado, esta filtración aísla la longitud de onda del componente revisado y la proporción de la intensidad de la luz a esta longitud de onda a la intensidad de la luz total (o a cualquier parte definida -- del total) es entonces una medida de la concentración del componente.

c) SUBSTITUCION ISOTOPICA.- La proporción en la cual los isótopos del mismo elemento están presentes en una muestra de gas es usualmente medido en un espectrómetro de masas.- Ocasionalmente es conveniente determinar esta proporción de las intensidades del par de líneas ligeramente separadas lo cual representa la -

misma transición electrónica pero tienen ligeramente diferentes longitudes de onda por su diferencia en la masa de los isótopos.

## VI. MEDIDA DE RADIOACTIVIDAD.

El argón, el criptón, el xenón y el radón tienen isótopos radioactivos con vida media mayor de 2 horas; todos los isótopos de radón son radioactivos. Los isótopos radioactivos son químicamente inertes como los isótopos estables y pueden ser analizados por los mismos medios de espectrometría de masas, cromatografía de gases u otros métodos físicos.

En los análisis de materiales radioactivos es necesario observar una adecuada precaución para evitar contaminaciones.- Las posibilidades de contaminación son mayores en el caso de los gases porque se desintegran para formar elementos sólidos que también son radioactivos.

Los diferentes radioisótopos pueden ser distinguidos por el tipo ( $\alpha$ ,  $\beta$ , o  $\gamma$ ) y la energía de la radiación emitida o por el tipo de energía de la radiación de sus productos de decaimiento.

Muchos de los detectores de radiación usados con respecto a los isótopos radioactivos de los gases nobles son del tipo de ionización, en el cual los iones producidos por radiación entran a una cámara llena de gas y son detectados y amplificados en un circuito electrónico.- También puede ser medido la energía de partículas individuales  $\alpha$  o  $\beta$  y de fotones gamma individuales.- Algunos de los instrumentos para éste proceso son amplificadores de pulso lineal (para las partículas alfa), espectrofotómetros beta

y contadores de altitud-pulso-gamma.- Contadores de centelleo, - que consisten de una sustancia fosfórica y un tubo fotomultiplicador, cuando una partícula producida por decaimiento toca la -- sustancia fosfórica una chispa de luz es producida, la luz es -- reestablecida y la señal resultante es amplificada por el foto-- multiplicador.- Sustancias fosfóricas típicas son sulfuro de zinc usada para partículas alfa; el antraceno usado para partículas - beta y cristales de yoduro de talio-yoduro de sodio para fotones gamma.

El radón puede ser determinado en cámaras de ionización cilíndricas.- Para determinar radón en un volumen de aire a ser analizado es pasado a través de carbón activado, el carbón se coloca -- alrededor de contadores del tipo de ionización de rayos beta, el cual cuenta rayos beta emitidos del producto de decaimiento del "Radio C" (Bismuto 214).

Un tubo Geiger-Muller equipado con una fina ventana final para - el conteo de argón 41 y criptón 85, los cuales son emisores beta y gamma.

## VII. OTROS METODOS FISICOS PARA LA DETERMINACION DE LOS GASES NOBLES.

1. ANALISIS DE ACTIVACION DE NEUTRONES.- En esta técnica la -- muestra es bombardeada por neutrones.- Algunos de los átomos en la muestra son convertidos a isótopos radioactivos de los elemen-- tos presentes. Cada radioisótopo decae con su propia radiación - característica y vida media, muchos de los elementos presentes - pueden ser identificados y su concentración en la muestra deter-

minados.

Cuando la radiación emitida de la muestra activada es compleja, pueden ser intentadas separaciones físicas o químicas de la muestra antes o después de la irradiación de neutrones.

La mejor fuente de neutrones es usualmente un reactor atómico -- porque: a) un alto flujo de neutrones reduce la longitud de tiempo necesario para irradiar la muestra, b) los elementos que no son fácilmente activados llegarán a ser radioactivos en un tiempo razonable y c) los elementos los cuales dan radioisótopos con tiempos de vida media cortos pueden ser detectados.

La sensibilidad con detección por activación de neutrones para el criptón y el xenón han sido de  $10^{-6}$  g y para el argón  $10^{-7}$  g.

La activación de neutrones es usada para la determinación de gases nobles y sus impurezas.

2. METODOS DE SORCION.- Una mezcla de gases nobles era usualmente analizada por un procedimiento selectivo, sistemático de adsorción-desorción con carbón activado a bajas temperaturas.

a) METODO DE LA OFICINA DE MINAS PARA LA DETERMINACION DE HELIO EN GAS NATURAL.- El método está basado en el hecho que todos los componentes del gas natural excepto el helio, el hidrógeno y el neón son adsorbidos cuantitativamente en carbón de coco a la temperatura de ebullición del aire líquido o del nitrógeno.- El aparato es de vidrio equipado con llaves de paso lubricados con grasa para alto vacío.- El tubo conteniendo el carbón primero es calentado a cerca de  $150^{\circ}\text{C}$  y los gases desorbidos y los vapores son bombeados con una bomba -

de difusión de vapores de mercurio mantenida por una bomba - de vacío mecánica.- Cuando prácticamente todos los gases son bombeados el tubo de carbón es enfriado por nitrógeno líquido.- La diferencia en los niveles de mercurio se indican en un manómetro McLeod a 1 mm o menos.- Una cantidad medida de la muestra de gas es entonces introducida en el tubo de carbón.- Todos los constituyentes son adsorbidos dentro 2 minutos, la identificación y pureza del helio es chequeado en un tubo de descarga de alto voltaje, el helio puro da un color oro o naranja-amarillo en el tubo y un espectro con línea - de emisión característica con un espectroscopio.- La presión es entonces medida con el manómetro McLeod y la concentración del helio en la muestra original es calculada.

3. ESPECTROMETRIA FLUORESCENTE DE RAYOS X.- Cuando apreciables cantidades de argón, criptón o xenón son adsorbidos en algún sólido, los gases adsorbidos pueden ser identificados y también -- cuantitativamente determinados por espectrometría fluorescente - de rayos X.- La muestra es irradiada por un potente emisor de ra yos X.- Los átomos de la muestra absorben la radiación y se vuelve a re-irradiar ésta a una longitud de onda característico de - los átomos implicados.- El secundario o haz rayo X "fluorescente" es analizado en un espectrómetro de rayos X.

La radiación característica del argón es suficientemente "suave" (longitud de onda alargada) es rápidamente absorbida por aire, - por lo cual el espectrómetro es evacuado o fluído con helio.- La radiación del criptón y xenón es apreciablemente absorbido por -

el aire seco así que no es necesario tomar precauciones especiales.

4. METODOS PARA MEZCLAS DE GASES BINARIOS.- Estos métodos están basados en la medida de algunas propiedades físicas individuales de una mezcla de gases.- Son construídas curvas de calibración utilizando las concentraciones de uno de los componentes y los valores de las propiedades físicas que están siendo medidas.

a) CONDUCTIVIDAD TERMICA.- Es el método más común de analizar mezclas de gases binarios por la disponibilidad del equipo y su bajo costo.

Un ejemplo práctico es la determinación del argón en la mezcla de hidrógeno y nitrógeno usado para la síntesis de amoníaco donde es importante mantener la concentración de argón ya que aumenta conforme la mezcla de gas es reciclada. El gas es extraído libre de amoníaco; el hidrógeno y trazas de metano son oxidadas a 700°C sobre un catalizador de óxido de cobre conteniendo óxido férrico de 1 a 10%; los productos de combustión son removidos y la proporción de argón/nitrógeno determinadas pasando el gas a través de una celda de conductividad térmica.

b) VELOCIDAD DEL SONIDO.- La velocidad del sonido en un gas puede ser calculado de la fórmula

$$V = \sqrt{\gamma P/d}$$

Donde: V es la velocidad en  $\text{cm seg}^{-1}$ ,  $\gamma = (C_p/C_v)$  es la pro

porción de calor específico a presión constante del calor específico a volumen constante,  $P$  es la presión en dinas  $\text{cm}^{-2}$  y  $d$  es la densidad en gramos  $\text{cm}^{-3}$ .

Si dos gases en una mezcla difieren suficientemente en la proporción de calores específicos o en su densidad, la composición de la mezcla puede ser determinada midiendo la velocidad del sonido bajo condiciones controladas. El aparato consiste de un tubo vertical equipado en la parte superior con una llave de paso, llenado con agua y conectada en el fondo con un tubo flexible a un bulbo nivelador de agua. La muestra de gas es admitida en la parte superior del tubo. Un diapason instalado encima del tubo es golpeado y mientras éste es activo a una frecuencia  $f$  el nivel del agua es bajada lentamente hasta un punto en que la resonancia es encontrada. El agua es entonces bajada otra vez hasta el próximo punto de resonancia. Cada punto es marcado en el tubo y la distancia  $D$  entre los puntos es medido, esta distancia es la mitad de una longitud de onda. La velocidad del sonido es  $2Df$ . La concentración deseada es leída de una carta de calibración, en la cual la velocidad es graficada contra la composición de una mezcla de gas binario.

La principal fuente de error radica en la presencia de vapor de agua; este error puede ser mantenido al mínimo construyendo las curvas de calibración con mezclas de gas de composición conocida saturadas con vapor de agua antes de cada análisis.

La velocidad del sonido en un gas es casi independiente de pequeños cambios de presión en la cercanía de 1 atm de presión.

- c) INTERFEROMETRIA.- Se aplica a mezclas binarias conteniendo 1 ó 2 de los gases nobles. Un ejemplo es usando la línea D de sodio como fuente de iluminación en el análisis de mezclas de nitrógeno-argón.
- d) DENSIDAD DEL GAS.- Mejores resultados se han obtenido cuando los dos componentes en la mezcla del gas binario difieren grandemente en peso molecular y por consecuencia en densidad.
- e) OTROS METODOS PARA MEZCLAS BINARIAS.- Propiedades físicas o procesos en que han sido basados métodos adicionales para el análisis de mezclas binarias de gases son: Absorción de rayos-beta, Absorción de rayos-X y Expansión de un orificio o tubo capilar.

#### VIII. DETERMINACION DE GASES EN MINERALES.

La determinación de gases nobles especialmente helio y argón en minerales es de principal interés en la determinación de la edad de las rocas y de los meteoritos.

1. DETERMINACION DE HELIO EN MINERALES Y METEORITOS.- Los gases son liberados de los minerales por fusión al vacío de 1500 a 2000°C, colectados y purificados. El hidrógeno es removido pasando sobre óxido de cobre caliente. Otras impurezas son removidas por adsorción en carbón enfriado por nitrógeno líquido, el resi-

duo el cual es helio puro totalmente es determinada su presión - en un manómetro McLeod y su temperatura. La pureza del helio -- puede ser determinada en un espectrómetro de masas o por métodos espectroscópicos.

Los meteoritos pedregosos pueden ser manejados como los minerales. Los meteoritos de hierro son disueltos en ácido para liberar los gases ocluidos en lugar de ser sometidos a fusión al vacío. Los gases liberados son tratados como en los minerales.

2. DETERMINACION DE ARGON EN ROCAS.- Se ha usado el método de argón-potasio para determinar la edad de las rocas. Liberando el argón por fusión al vacío de la muestra sin flujo, a una temperatura un poco arriba de 1400°C mantenida durante media hora. El argón radioactivo 37 ha sido usado para trazar y checar la producción de argón en la técnica de fusión al vacío, se recuperó - arriba del 98% del argón presente en la roca.

Las impurezas no inertes pueden ser eliminadas por un metal activo. El contenido del argón 40 es determinado así por espectrometría de masas después de diluir el argón con una cantidad conocida de argón-38 para revisar el grado de contaminación por argón de la atmósfera, con cuidado esta contaminación puede ser conservada con menos de 3 % del argón total en la muestra.

## 7. COMPUESTOS DE LOS GASES NOBLES.

Los gases nobles reaccionan en descargas eléctricas para formar una -- amplia variedad de iones diatómicos como  $\text{He}_2^+$ ,  $\text{Ar}_2^+$ ,  $\text{HeNe}^+$ ,  $\text{ArXe}^+$ , --  $\text{HeH}^+$ , etcétera. (4)

Un número de "clatratos" de gases nobles en el cual los átomos "invitados" de los gases nobles se mantienen por fuerzas de Van der Waals en jaulas cristalinas por las sustancias "huéspedes". Han sido preparados clatratos de hidroquinona conteniendo argón y criptón y también clatratos de fenol de composición aproximadas  $(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH})_4 \cdot \text{Ar}$ ,  $(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH})_4 \cdot \text{Kr}$  y  $(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH})_3 \cdot \text{Xe}$ .

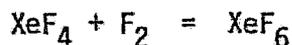
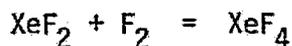
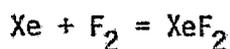
Hidratos con fórmula empírica:  $\text{Ar}(\text{H}_2\text{O})_6$ ,  $\text{Kr}(\text{H}_2\text{O})_6$  y  $\text{Xe}(\text{H}_2\text{O})_6$  han sido también preparados. (5)

Hasta 1962 los gases nobles eran químicamente inertes. El descubrimiento del primer compuesto químico de los gases nobles fué un subproducto no relacionado. Neil Bartlett reportó el primer compuesto en el cual un gas noble tenía enlace químico el sólido amarillo  $\text{Xe}^+\text{PtF}_6^-$ . En el mismo año Howard H. Claassen, Henry Selig y John G. Malen descubrieron otro compuesto el  $\text{XeF}_4$  (2).

### 1. COMPUESTOS DEL XENON.

El xenón reacciona directamente con un sólo elemento el flúor y su estado de oxidación varía de II a VIII. Algunos compuestos -- son extremadamente estables y pueden obtenerse en grandes cantidades.

Los fluoruros  $\text{XeF}_2$ ,  $\text{XeF}_4$  y  $\text{XeF}_6$  se conocen bien. Sus constantes de equilibrio son:



Estas son conocidas en el intervalo de temperaturas de 300 a 775°C.

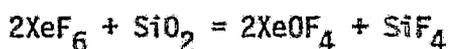
Para preparar el  $\text{XeF}_2$  por reacción directa, se debe remover de la zona de reacción antes de que continúe reaccionando para formar el  $\text{XeF}_4$ . Preparación: se hace circular una mezcla de Xe y  $\text{F}_2$  a través de un aparato que contiene un tubo de níquel calentado a 400°C y un tubo mantenido a -50°C en el que se condensa el  $\text{XeF}_2$ .

El  $\text{XeF}_4$  es el compuesto más fácil de preparar. Preparación: se calienta una mezcla de Xe y  $\text{F}_2$  en proporción 1:5 en un recipiente de níquel a 400°C y una presión de 6 atmósferas. Se obtiene una conversión cuantitativa del Xe a  $\text{XeF}_4$ .

La preparación del  $\text{XeF}_6$  requiere condiciones más severas. Preparación: una conversión del 95% o mayor se obtiene con una relación de  $\text{F}_2/\text{Xe}$  de alrededor de 20, presión de 50 atmósferas la reacción es más rápida a 200° -250°C. A 700°C y 200 atmósferas la conversión es prácticamente cuantitativa.

El  $\text{XeF}_2$  y el  $\text{XeF}_4$  son estables siempre que estén secos y puros y se pueden almacenar en recipientes de níquel o de vidrio secos.

El  $\text{XeF}_6$  a 43°C es un sólido incoloro y comienza a colorearse de amarillo; a 47.7°C se funde para dar un líquido amarillo y su vapor también es amarillo. A temperatura ambiente es estable y se conserva indefinidamente en recipientes de níquel; con el cuarzo reacciona para dar  $\text{XeOF}_4$ , líquido claro e incoloro:

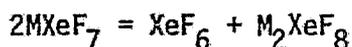


El  $\text{XeF}_6$  forma aductos con ácidos de Lewis debido a que no tiene estructura octaédrica y que contiene un par solitario de electrones y debido a su conductancia en HF líquido.

El  $\text{XeF}_6$  actúa como aceptor del  $\text{F}^-$ . Reacciona con los fluoruros de metales alcalinos (a excepción del LiF) para formar heptafluoroxenatos (VI) o en el caso de NaF y KF para dar octofluoroxenatos --



Forma sales de  $\text{XeF}_7^-$  y  $\text{XeF}_8^{2-}$  (al igual que el  $\text{UF}_6$ ):

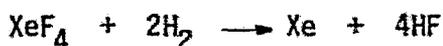


Los octofluoroxenatos de Rb y Cs son los compuestos más estables.

Se conocen aductos del  $\text{XeF}_6$ :  $\text{XeF}_6 \cdot 2\text{SbF}_5$  y el  $\text{XeF}_6 \cdot \text{BF}_3$ .

Existe un oxofluoruro de xenón:  $\text{XeOF}_4$  que se puede preparar por hidrólisis parcial del  $\text{XeF}_6$ :  $\text{XeF}_6 + \text{H}_2\text{O} = \text{XeOF}_4 + 2\text{HF}$  y de la reacción con el sílice. Parece ser estable a temperatura ambiente y se puede conservar en recipientes de níquel. Reacciona con agua obteniéndose el  $\text{XeO}_3$ .

Cada uno de los fluoruros reaccionan con hidrógeno para formar -- fluoruros de hidrógeno y xenón elemental: (2)



La relativa facilidad de reacción con el hidrógeno establece que el  $\text{XeF}_6$  es el más reactivo y el  $\text{XeF}_2$  como el menos reactivo y lo mismo sucede con el poder de fluorinación. (5)

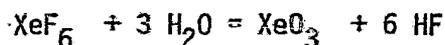
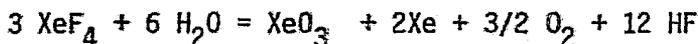
El Xe en la formación de los 3 fluoruros exhibe valencias de 2,4 y 6.

## 2. COMPUESTOS CONTENIENDO OXIGENO.

El  $\text{XeF}_2$  en solución alcalina acuosa se hidroliza rápidamente -



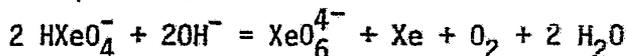
En medio ácido se disuelve dando soluciones incoloras, con olor -- picante y son oxidantes muy fuertes, la hidrólisis es lenta (7 horas en HF diluído).



Se puede obtener soluciones acuosas en concentración 11 M en  $\text{Xe}^{\text{VI}}$  siendo incoloras, inodoras y estables, no conducen la corriente eléctrica y cuando se evaporan producen el  $\text{XeO}_3$  ( explosivo poderoso ).

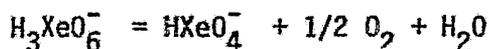
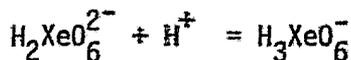
En soluciones fuertemente alcalinas predominan la especie  $\text{HXeO}_4^-$ :

$\text{HXeO}_4^- = \text{XeO}_3 + \text{OH}^-$  y lentamente produce  $\text{Xe}^{\text{VIII}}$  y  $\text{Xe}$ :

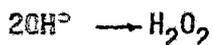
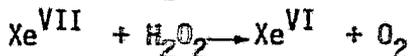
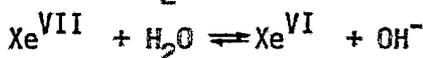
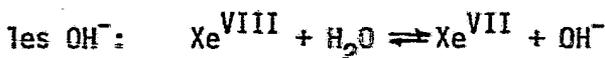


Las soluciones conteniendo  $\text{Xe}^{\text{VIII}}$  también se obtienen pasando ozo no a través de una solución alcalina de  $\text{Xe}^{\text{VI}}$ .

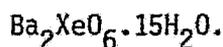
Las soluciones de perxenatos son agentes oxidantes fuertes y actúan rápidamente:  $\text{HXeO}_6^{3-} + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{XeO}_6^{2-}$



La oxidación del agua por el perxenato procede a través de radica-



Se pueden precipitar las sales de las soluciones de  $\text{Xe}^{\text{VIII}}$  son estables e insolubles, se conocen el  $\text{Na}_4\text{XeO}_6 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_4\text{XeO}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  y ---



El  $\text{XeO}_4$  es una sustancia inestable que se forma por reacción del perxenato de sodio con ácido sulfúrico concentrado y las muestras sólidas han explotado a temperatura tan baja como  $-40^\circ\text{C}$ . Bajo condiciones normales no es posible obtener una reacción química entre el oxígeno y el xenón o entre el oxígeno y un fluoruro de xenón. - Se lleva a cabo la reacción por sustitución del fluor por el oxígeno. ( 2 )

### 3. COMPUESTOS DE OTROS GASES NOBLES.

Parece poco probable que se puedan combinar los elementos del helio, neón y argón, ni aún con el flúor.

La formación del  $\text{KrF}_2$  se realiza al irradiar la mezcla de los gases a presión baja o mediante una descarga eléctrica; es un sólido cristalino, blanco, se sublima fácilmente abajo de cero grados y - se maneja en recipientes pyrex secos o de policlorofluoroetileno. Es un agente fluorante muy activo y se descompone a temperatura -- ambiente. Por hidrólisis produce el  $\text{KrF}_2 \cdot 2\text{SbF}_5$  que es más estable y menos volátil que el  $\text{KrF}_2$ .

Se ha establecido (por trazadores) la existencia de un fluoruro de radón, preparación a  $400^\circ\text{C}$  de un compuesto no gaseoso a temperatura ambiente ( 2 ), pero se desconoce su composición debido a la energía liberada en la descomposición radioactiva.

## USOS DE LOS GASES NOBLES. (7)

## HELIO.-

El helio líquido (el más conocido líquido volátil) es usado para la producción de temperaturas bajas. El gas inerte, no inflamable es usado para globos aerostáticos, aeronaves, su poder elevador es 0.93 si el hidrógeno es tomado como 1.00. En investigaciones de tecnología nuclear y en cohetes; en lasers.

Categoría terapéutica. Diluyente para gases.

## NEON.-

Se usa en tubos de luz de neón; como ingrediente de llenadores gaseosos; en aparatos antineblina; en señales calientes; en detectores de corriente eléctrica; en indicadores de alto voltaje; para líneas eléctricas de alta tensión; como pararrayos; en tubos medidores de onda; en lasers.

## ARGON.-

Se usa en tubos fluorescentes análogos a la luz de neón, pero produce una luz púrpura-azulada; en tubos refinadores; en termómetros superiores al mercurio; en lasers; como atmósfera inerte y más barato; en cámaras de ionización y en contadores de partículas.

El isótopo  $^{40}\text{Ar}$  es siempre encontrado en minerales conteniendo potasio, entonces éste es un producto de desintegración espontánea del  $^{40}\text{K}$ . Medida la cantidad de  $^{40}\text{Ar}$  y  $^{40}\text{K}$  puede ser usada para determinar la edad geológica de minerales y de meteoritos.

Toxicidad Humana. Simple asfixiante.

## CRIPTON.-

Se usa en ciertos tipos de bombillas eléctricas (arcas incandescentes y -

fluorescentes).

XENON.-

Es usado en lámparas diseñadas a asemejar la luz del día natural y en lámparas de extremadamente alta brillantez.

Categoría Terapéutica. Experimentalmente anestésico. El Xenón 133 se usa como auxiliar diagnóstico (en estudios cardíacos, flujo sanguíneo y función pulmonar).

RADON.-

Se usa para iniciar e inducir reacciones químicas; como marcador de superficie en el estudio de reacciones de superficie; en la determinación de radio y torio; en el estudio del comportamiento de filtros; en combinación con Be u otros materiales ligeros como una fuente de neutrones.

Toxicidad Humana. Toxicidad debida a la radiación de ionización. Máxima - concentración permisible de  $^{222}\text{Rn}$  en aire:  $10^{-5}$   $\mu$  Curie/cc.

Categoría Terapéutica. Como fuente de radiación (antineoplástico).

## 9. USOS DE LOS COMPUESTOS DE LOS GASES NOBLES. (9)

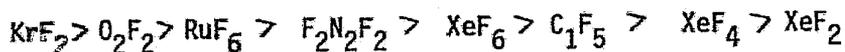
Generalmente se usan como oxidantes muy fuertes; acompañada de donación - de flúor elemental, ión o compuesto reductor.

El  $\text{XeF}_2$  se usa para determinar: C, H, S, y  $\text{N}_2$  en sustancias orgánicas pre via descomposición a altas temperaturas y en presencia del  $\text{XeF}_2$ . Para pro ducir politetrafluor-etileno: como iniciador y a partir de  $\text{C}_2\text{H}_4$  en un ran go de temperatura de  $-80^\circ\text{C}$  a  $100^\circ\text{C}$  y a 100 atm de presión. Se usa en la-- zers de alta potencia y para refinar líquidos o aleaciones de metales.

El  $\text{XeO}_3$  se usa para determinar alcoholes primarios y secundarios: un exce so de  $\text{XeO}_3$  se adiciona a una solución acuosa del alcohol, en medio neutro o ligeramente básico la reacción es más rápida que en medio ácido; se de terminan los ácidos carboxílicos y se titula el resto de  $\text{XeO}_3$  con yodo.

El  $\text{KrF}_2$  se usa en lasers.

La capacidad de donación de flúor es:



PARTE DOS

INDICES CRUZADOS

## INDICES CRUZADOS

## CONTENIDO DE LAS TABLAS DE LOS INDICES CRUZADOS:

ANALYTICAL ABSTRACTS, AÑOS 1970 - 1980, VOLUMENES 18 - 39.

MATERIAL DE ANALISIS.

METODOS DE ANALISIS.

1. CROMATOGRAFICOS.

1.1. GAS.

1.1.1. GAS SOLIDO.

1.1.2. GAS LIQUIDO.

2. ELECTROQUIMICOS.

2.1. CONDUCTIMETRICOS.

2.2. POTENCIOMETRICOS.

3. GASOMETRICOS.

4. MAGNETICOS.

4.1. ESPECTROSCOPIA DE MASAS.

4.2. RESONANCIA MAGNETICA NUCLEAR.

5. OPTICOS.

5.1. ESPECTROSCOPIA DE EMISION O ESPECTROGRAFIA.

5.2. ESPECTROSCOPIA ULTRAVIOLETA Y VISIBLE.

5.3. ESPECTROSCOPIA INFRARROJA.

5.4. FLUOROMETRIA.

5.4.1. ESPECTROSCOPIA DE FLUORESCENCIA ATOMICA.

5.5. FOTOMETRIA DE FLAMA.

5.5.1. ESPECTROSCOPIA DE ABSORCION ATOMICA.

5.6. RAYOS X.

5.6.1. ABSORCIÓN DE RAYOS X.

6. RADÍOQUIMICOS.

6.1. ESPECTROMETRIA DE CENTELLEO.

6.1.1. ESPECTROSCOPIA ALFA.

6.1.2. ESPECTROSCOPIA BETA.

6.1.3. ESPECTROSCOPIA GAMMA.

OTROS.

APARATOS.

ANALYTICAL ABSTRACTS AÑO 1970 VOLUMEN 18		METODOS DE ANALISIS			
MATERIAL	ELEMENTO	1	4	5	6
IMPUREZAS DE H en He PURO. GASES.	He	<u>3 2</u> (1.1.1)			
MEZCLA DE GASES INORGANICOS Y ORGANICOS EJEMPLO: PRODUCTOS DE GASIFICACION DE CARBON.	Ar	<u>3 0 9</u> (1.1.1)			
DETERMINACION DE Ar en O y de O en Ar. GASES.	Ar	<u>6 4 3</u> (1.1.1)			
ESPECTRO DE MEZCLA DE N y Ar. GASES.	Ar			<u>7 6 9</u> (5.1)	
DETERMINACION DE GASES DE CO <sub>2</sub> DE ALTA PUREZA.	He, Ne, Ar		<u>8 4 6</u> (4.1)		
DETERMINACION DE He EN GASES NATURALES.	He	<u>1 0 3 3</u> (1.1.1)			
DETERMINACION DE Kr EN AIRE.	Kr				<u>1 2 9 0</u> (6.1)
DETERMINACION DE IMPUREZAS EN GASES NOBLES DE ALTA PUREZA.	He, Ne, Ar Kr, Xe	<u>1 4 7 7</u> (1.1.1) <u>(1.1.2)</u>			
DETERMINACION DE N en Ar. EJEMPLO: MATERIALES RAROS Y SEMICONDUCTORES.	Ar			<u>1 4 7 8</u> (5.1)	
EN HOJAS METALICAS IMPREGNADAS CON <sup>85</sup> Kr.	Kr				<u>1 4 7 9</u> (6)
DETERMINACION DE N en Ar. GASES.	Ar			<u>2 2 2 8</u> (5.1)	
SOLUCIONES DE MINERALES DE URANIO Y TORIO, GALENA, AGUA DE LLUVIA Y AIRE.	Rn				<u>3 0 5 8</u> (6)
MUESTRAS DE AGUA. EJEMPLO: CIRCUITO DE UN REACTOR.	Ar	<u>3 7 2 2</u> (1.1.1)			
DETERMINACION DE He COMO IMPUREZA EN OXIDO DE BERILIO (SOLUCION DE).	He	<u>3 7 6 7</u> (1.1.1)	<u>3 7 6 7</u> (4.1)		
LIMITES DE Kr COMERCIAL EN CONTADORES PROPORCIONALES.	Kr				<u>4 5 3 1</u> (6.1.2) (6.1.3)

ANALYTICAL ABSTRACTS AÑO 1970 VOLUMEN 19		METODOS DE ANALISIS					
MATERIAL	ELEMENTO	1	2	4	5	6	APARATOS OTROS
COMPUESTOS DE XENON VOLATILES, Xe F <sub>2</sub> , COMPORTAMIENTO DE ELUCION.	Xe	<u>44</u> (1.1.2)					
ANALISIS ISOTOPICO DE He NATURAL EN GASES NATURALES Y MINERALES.	He			<u>1026</u> (4.1)			
<sup>222</sup> Rn COMO CONTAMINANTE ATMOSFERICO.	Rn					<u>1800</u> (6)	
DETERMINACION DE AIRE Y BUTANO EN He.	He	<u>1868</u> (1.1.1)					
SEPARACION ISOTOPICA, CROMATOGRAFIA CRIOGENICA.	Ne	<u>2047</u> (1.1.1)					
DETERMINACION DE N EN Ar.	Ar				<u>2048</u> (5.1)		
DETERMINACION DE Ar EN SILICA.	Ar				<u>2164</u> (5.1)		
SEPARACION DE N, O, CO, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S, COS y SO <sub>2</sub> .	Ar	<u>2884</u> (1.1.2)					
DETERMINACION DE He EN MEZCLAS CON N y H.	He	<u>3106</u> (1.1.1)					
DETERMINACION DE H EN He.	He		<u>3597</u> (2)				3597
DETECCION DE ATOMOS Y MOLECULAS METAESTABLES.	He, Ne, Ar Kr, Xe					<u>3615</u> (6)	
DESPLAZAMIENTO ISOMERICO DE Xe (MOSSBAUER).	Xe					<u>3653C</u> (6)	
DETERMINACION DE IMPUREZAS EN Ne (N, O, H y He).	Ne				<u>3691</u> (5.1)		
DETERMINACION DE O COMO IMPUREZA EN Ar.	Ar						3692
SEPARACION DE H y He (COMO IMPUREZA EL He).	He						3694
AIRE.	Rn					<u>4461</u> (6.1.1)	
AGUA.	Rn					<u>4469</u> (6.1.1)	
Kr AMBIENTAL.	Kr					<u>5245</u> (6.1.2)	

ANALYTICAL ABSTRACTS AÑO 1971 VOLUMEN 20		METODOS DE ANALISIS			
MATERIAL	ELEMENTO	1	4	5	6
IMPUREZAS (O, N, H, CO, METANO, H <sub>2</sub> O y CO <sub>2</sub> ) EN He DE ALTA PUREZA.	He	<u>24</u> (1.1.1)			
		(1.1.2)			
DETERMINACION DE CO <sub>2</sub> , N, N <sub>2</sub> O y O <sub>2</sub> .	Ar	<u>31</u> (1.1.1)			
DETERMINACION DE Kr EN REACTORES NUCLEARES.	Kr				<u>722</u> (6)
DETERMINACION DE TRAZAS DE CONCENTRACIONES DE RADIOISOTOPOS. GASES RADIOACTIVOS.	Ar, Kr, Xe	<u>852</u> (1.1.1)			<u>852</u> (6)
DETERMINACION DE PROTONES DE BAJA ENERGIA Y DE IONES DE Ar.	Ar				<u>1454</u> (6)
DETERMINACION DE Kr EN PRESENCIA DE Xe Y VICEVERSA.	Kr, Xe	<u>1524</u> (1.1.1)			<u>1524</u> (6)
SEPARACION DE CO <sub>2</sub> , Ar Y FOSGENO (COCl <sub>2</sub> ) CON PROGRAMACION DE TEMPERATURA.	Ar	<u>1600</u> (1.1.1)			
ANALISIS DE 4 a 10 COMPONENTES DE UNA MEZCLA GASEOSA.	He	<u>2204</u> (1.1)			
ESTUDIO DEL ESPECTRO DE Ar, N, O, He, H <sub>2</sub> O y OTROS.	He, Ar			<u>2220</u> (5.1)	
DETERMINACION DE IMPUREZAS (C-, H-, N- y O-) EN Ar.	Ar			<u>3615</u> (5.1)	
DETERMINACION DE RADIO ISOTOPOS.	Ar		<u>4574</u> (4.1)		

ANALYTICAL ABSTRACTS AÑO 1971 VOLUMEN 21		METODOS DE ANALISIS					
MATERIAL	ELEMENTO	1	4	5	6	APARATOS	OTROS
GASES NATURALES.	He						5 C
GASES NATURALES. EJEMPLO: FUENTES NATURALES.	Ne			<u>652</u> (5.1)			
DETERMINACION DE LAS HIJAS DE Rn EN AIRE.	Rn				<u>653</u> (6.1.1)		
DETERMINACION DE MEZCLAS DE GASES.	He, Ne	<u>714 P</u> (1.1)					
DETERMINACION DE Ne y Ar en He.	He, Ne, Ar			<u>887</u> (5.5.1)			
SEPARACION DE MEZCLAS. GASES RAROS, GASES PERMANENTES, HIDROCARBUROS INSATURADOS Y SATURADOS MUY BAJOS.	He, Ne, Ar	<u>1703</u> (1.1.1) (1.1.2)					
GAS ACARREADOR, Ne, EJEMPLO: GAS HORNO ALTO, GAS NATURAL, GAS REDUCIDO.	He, Ne	<u>2259</u> (1.1)					
DETERMINACION GASES PERMANENTES EN AIRE.	Ar, Kr, Xe	<u>2385</u> (1.1)					
DETERMINACION GASES PERMANENTES, MICRODESCRIPCION.	Ar, Kr, Xe						2386
DETERMINACION DE He, EJEMPLO: HELIO CRUDO, GASES NATURALES Y GASES PARA INVESTIGACION.	He					2397	
GASES NATURALES.	He						2398
ANÁLISIS DE IMPUREZAS (H, Ne, N, O, Ar, CO, CO <sub>2</sub> , METANO, ETANO) EN He.	He, Ne, Ar	<u>2399</u> (4.1)					
ANÁLISIS DE GAS PARA TUBOS BRILLANTES, LAMPARAS FLUORESCENTES Y TUBOS DE DESCARGA.	Ne, Ar	<u>2400</u> (4.1)					
Rn ABSORBIDO EN HUMANOS (DETERMINACION EN RESPIRACION).	Rn				<u>3562</u> (6.1)		

ANALYTICAL ABSTRACTS AÑO 1972 VOLUMEN 22		METODOS DE ANALISIS				
MATERIAL	ELEMENTO	1	2	4	6	APARATOS
ATMOSFERA DE UN EMPAQUE DE CIRCUITO INTEGRADO.	Ar			$\frac{606}{(4.1)}$		
DETERMINACION DE ISOTOPOS HIJAS DEL Rn.	Rn				$\frac{611}{(6.1)}$	
DETERMINACION DE MEZCLAS DE GASES COMPLEJOS.	He	$\frac{612}{(1.1)}$				
DETERMINACION DE ISOTOPOS DEL ARGON (MUESTRAS GEOLOGICAS).	Ar			$\frac{571C}{(4.1)}$		
DETERMINACION DE LA DIFUSION DE HELIO EN SOLIDOS.	He		$\frac{1447}{(2)}$			1447
ANALISIS DE MEZCLA DE DIFLUORURO DE XENON Y TETRAFLUORURO DE XENON.	Xe	$\frac{1448}{(1.1.2)}$				
DETERMINACION DE PRODUCTOS DE FISION EN COMBUSTIBLE DE REACTORES NUCLEARES.	Xe			$\frac{1513}{(4.1)}$		
CONTENIDO DE He EN GAS NATURAL.	He	$\frac{1658}{(1.1.1)}$				
DETERMINACION EN MEZCLAS DE GAS.	Ne, Ar, Kr		$\frac{2786}{(2.1)}$			
SEPARACION DE $^3\text{He}$ , Ne, H, N, O y Ar DE $^4\text{He}$ .	He, Ne, Ar	$\frac{2986}{(1.1.1)}$				
ANALISIS DE ISOTOPOS DE Ne.	Ne			$\frac{2987}{(4.1)}$		
PURIFICACION DE Xe (COMO PRODUCTO DE FISION) Y SEPARACION DEL Kr.	Ar, Kr, Xe	$\frac{3846}{(1.1.1)}$				
MUESTREO DE OXIGENO LIQUIDO, NITROGENO Y Ar.	Ar	$\frac{4580}{(1.1)}$				4580

ANALYTICAL ABSTRACTS AÑO 1972 VOLUMEN 23		METODOS DE ANALISIS				
MATERIAL	ELEMENTO	1	2	4	5	OTROS
DETERMINACION DE Ar EN EL AIRE DE ALIMENTOS ENVASADOS Y DESHIDRATADOS POR CONGELACION.	Ar	<u>1949</u> (1.1.1)				
ESPECTROS DE ABSORCION.	Kr, Xe				<u>2295</u> (5.1)	
DETERMINACION DE Ar COMO IMPUREZA EN O PURO.	Ar			<u>2429</u> (4.1)		
DETECCION DE GASES "INERTES".	He	<u>3008</u> (1.1.1)				
DETERMINACION EN MINERALES, ROCAS O MINAS.	He, Ne, Ar Kr, Xe			<u>3014</u> (4.1)		
JET SUPERSONICO.	He, Ne Ar, Kr					3015
DETERMINACION DE IMPUREZAS EN GASES NOBLES.	Ne, Ar Kr, Xe			<u>3016</u> (4.1)		
DETERMINACION DE TRAZAS DE O EN Ar.	Ar		<u>3128</u> (2)			
METEORITOS.	He, Ne, Ar			<u>3709</u> (4.1)		
SEPARACION DE He y Ar.	He, Ar					3710
AGUA, MAR.	Ar	<u>4249</u> (1.1.1)				
ESPECTROS DE EMISION.	He, Ar				<u>4340</u> (5.2)	
ATMOSFERA.	Ar			<u>4401</u> (4.1)		

ANALYTICAL ABSTRACTS AÑO 1973 VOLUMEN 24		METODOS DE ANALISIS				
MATERIAL	ELEMENTO	1	4	6	APARATOS	OTROS
GASES NATURALES DEL PETROLEO.	He	<u>211</u> (1.1.1)				
AGUAS TERMALES.	Rn			<u>508</u> (6.1.1)		
MEDICION DE COMPOSICION DE MEZCLAS BINARIAS.	He					518
PRODUCTOS DE CLORINACION REDUCTIVA DE METALES (EN MINAS).	Ar	<u>661</u> (1.1.1)				
AIRE.	Ne	<u>1238</u> (1.1.1)				
MEZCLA DE GAS, COMPLEJAS (EN PROPELENTES).	Ar		<u>1435</u> (4.1)			
ANALISIS ELEMENTAL DE H, He, N, O, Ar, DEUTEROMETANO Y ETILENO.	He, Ar			<u>1436</u> (6.1.2)		
GASES EN DIAMANTES Y OTROS MINERALES.	Ar		<u>2132</u> (4.1)			
ANALISIS DE MEZCLA DE ISOTOPOS DE HIDROGENO E IMPUREZAS DE GASES ASOCIADOS.	Ar		<u>2700</u> (4.1)			
PURIFICACION DE He.	He				3337	
SEPARACION DE ISOMEROS DE H.	He	<u>3338</u> (1.1.1)				

ANALYTICAL ABSTRACTS AÑO 1973 VOLUMEN 25		METODOS DE ANALISIS			
MATERIAL	ELEMENTO	1	4	6	OTROS
DETERMINACION DE AGUA EN GASES EXTRA SECOS.	He , Ar				27
ANALISIS ISOTOPICO.	He			<u>39</u> (6)	39
DETERMINACION DE IMPUREZAS (O y N) EN He.	He	<u>2019</u> (1.1)			
DETERMINACION DE IMPUREZAS (Ar) EN He y DE H <sub>2</sub> O y CO <sub>2</sub> EN Ar MEZCLADO CON N.	He , Ar		<u>2132</u> (4.1)		
PELICULAS DE METALES PRECIOSOS.	Ar			<u>2134</u> (6)	
ANALISIS DE TRAZAS DE TRITIO EN He.	He			<u>2148</u> (6.1)	
AGUA DE MINAS DE URANIO o MANANTIALES CALIENTES.	Rn			<u>2696</u> (6.1.1)	
SEPARACION DE GASES RAROS POR MEMBRANAS.	He , Ar Kr , Xe				2954
ELEMENTOS RADIOACTIVOS DE MEZCLAS DE PRODUCTOS DE FISION.	Kr			<u>3020</u> (6)	
DETERMINACION RADIOACTIVA DE Xe, Ar, Kr EN CO <sub>2</sub> (REACTOR REFRIGERADO CON CO <sub>2</sub> ).	Ar, Kr, Xe	<u>3026</u> (1.1.1)			

ANALYTICAL ABSTRACTS AÑO 1974 VOLUMEN 26		MÉTODOS DE ANÁLISIS				
MATERIAL	ELEMENTO	1	4	5	6	APARATOS
ISOTOPOS DE Ne EN MINERALES RADIOACTIVOS Y GASES NATURALES.	Ne		<u>34</u> (4.1)			
ISOTOPOS DE He EN MUESTRAS FINAS. EJEMPLO PELICULAS METALICAS Y LAMINAS DE ALUMINIO.	He				<u>35</u> (6)	
GASES NATURALES Y AIRE.	He, Ne			<u>722</u> (5.1)		
DETERMINACION DIFLUORURO DE XENON EN GASES RAROS.	He, Ne, Ar Kr, Xe	<u>1409</u> (1.1.1)				
DETERMINACION DE N en Ar,	Ar			<u>1495</u> (5.1)		
MICROCONCENTRACIONES DE Ar en O.	Ar	<u>2059</u> (1.1.1)				
SANGRE.	Xe				<u>2165</u> (6.1.1)	
GASES LIBERADOS DURANTE REPROCESO DE COMBUSTIBLE NUCLEAR.	Kr				<u>2922</u> (6.1.1) (6.1.2)	
IMPUREZAS EN He DE UN REACTOR NUCLEAR.	He	<u>2993</u> (1.1)				
AIRE Y HALOCARBUROS.	Kr, Xe		<u>3112</u> (4.1)			
ANALISIS DE ORES DE URANIO Y TORIO.	Rn				<u>3173</u> (6.1.1)	
AGUA (EN REACTORES NUCLEARES ENFRIADOS CON AGUA).	Kr, Xe				<u>3634</u> (6.1.1)	
MEDIDA DE GASES RADIOACTIVOS.	Ar, Kr, Xe				<u>3771</u> (6.1.1)	3771

ANALYTICAL ABSTRACTS AÑO 1974 VOLUMEN 27		METODOS DE ANALISIS				
MATERIAL	ELEMENTO	1	4	5	APARATOS	OTROS
IMPUREZAS (Ar) EN H.	Ar		<u>22</u> (4.1)			
MEZCLA DE GASES INORGANICOS (CO <sub>2</sub> , H, N y O) E HIDROCARBUROS (C <sub>1</sub> a C <sub>5</sub> ).	He	<u>143</u> (1.1.1)				
ATMOSFERA CONTAMINADA.	Ar	<u>432</u> (1.1.1)				
DETERMINACION DE VAPORES DE Hg EN AIRE o Ar.	Ar			<u>1066P</u> (5.4.1)		
DETERMINACION DE Ar EN MUESTRAS ACUOSAS.	Ar	<u>1075</u> (1.1.1)				
MEZCLA DE COMPONENTES CON PROPIEDADES DE ABSORCION SIMILARES.	Ar					1097
CONCENTRACION DE LA PROGENIE DE Rn EN AIRE.	Rn					2407C
MUESTRAS LUNARES.	GASES NOBLES					2408C
ROCAS DE METEORITOS. ABUNDANCIA INTERESTELAR.	He, Ne, Ar					2408C
IMPUREZAS (Ar y Kr) en O.	Ar, Kr		<u>2554</u> (4.1)			
SEPARACION (He y Ne) DEL AIRE.	He, Ne	<u>2962</u> (1.1.1)				
PURIFICACION Y DETERMINACION DE IMPUREZAS.	GASES NOBLES					3094C
IMPUREZAS (He) en H PURO.	He		<u>3122</u> (4.1)			
MEZCLA BINARIA (He y O)	He				3713P	
ANALISIS ISOTOPICO.	Ar, Kr, Xe		<u>3802</u> (4.1)			

ANALYTICAL ABSTRACTS AÑO 1975 VOLUMEN 28		METODOS DE ANALISIS				
MATERIAL	ELEMENTO	1	4	5	6	OTROS
MEZCLA GASEOSA.	He					1A1C
<sup>222</sup> Rn Y SUS PRODUCTOS (HIJAS) EN AIRE.	Rn				<u>1H4</u> (6.1.1)	
ABUNDANCIA ISOTOPICA.	Kr		<u>2A1C</u> (4.1)			
SEPARACION GASES INORGANICOS Y ORGANICOS (Ne, Ar, Xe, Kr, O Y METANO).	Ne, Ar Kr, Xe	<u>3J37</u> (1.1.1)				
N y O EN ATMOSFERAS INERTES (EJEMPLO: He o Ar o MEZCLA DE Ar-He).	He, Ar			<u>4B17</u> (5.1)		
DETERMINACION DE DIBORANO EN MEZCLA GASEOSA.	Ar			<u>4B56</u> (5.1)		
PRODUCCION DE F-18 POR REACCION DE O y Ne.	Ne				<u>4B130</u> (6)	
ANALISIS DE He ASOCIADO CON CARBON MINERAL.	He	<u>4B172</u> (1.1.1)				
SEPARACION DE MEZCLA DE Ar-N-O EN AIRE.	Ar	<u>4H2</u> (1.1.1)				
ANALISIS DE GASES NOBLES EN AIRE.	He, Ne, Ar Kr, Xe	<u>4H3</u> (1.1.1)				
IMPUREZAS (CO <sub>2</sub> , CO, METANO, COS y H <sub>2</sub> S) EN He.	He	<u>5B21</u> (1.1.1)				
DETERMINACION DE O y N EN Ar.	Ar	<u>5J42</u> (1.1.1)				
METODOS DE ANALISIS Y DETERMINACION DE GASES NOBLES.	GASES NOBLES	<u>6B26</u> (1.1)	<u>6B26</u> (4.1)	<u>6B26</u> (5.1) (5.3)		
PREPARACION DE REACTIVOS SOLIDOS IMPREGNADOS CON RADIONUCLIDOS.	Kr					6J85

ANALYTICAL ABSTRACTS AÑO 1975 VOLUMEN 29		METODOS DE ANALISIS				
MATERIAL	ELEMENTO	1	4	5	6	OTROS
SANGRE (ANALISIS CLINICOS).	Kr				<u>3 D 9</u> (6.1.2)	
PREPARACION ACUOSA DE $XeO_3$ PURO A PARTIR DE $Na Xe O_4$ .	Xe					4 A 5
REACTORES ENFRIADORES DE GAS.	He , Ar Kr , Xe	<u>4 B 27</u> (1.1)				
DETERMINACION DE GASES INERTES EN MEZCLAS GASEOSAS.	He					4 J 10
SEPARACION Ar-N-O.	Ar	<u>5 B 8</u> (1.1.1)				
IMPUREZAS (O y N) EN GASES INERTES DE ALTA PUREZA.	He , Ne				<u>5 B 27</u> (5.1)	
PROPORCION ISOTOPICA DE GASES RAROS EN GAS Ar (USADOS EN COMBUSTIBLE DE REACTOR NUCLEAR).	Ne , Ar Kr , Xe				<u>5 B 2 8</u> (4.1)	
DETERMINACION DE Ar en O.	Ar	<u>5 B 1 81</u> (1.1.1)				
AIRE (ESTUDIO METODOS DE PERFECCIONAMIENTO EN PRECISION Y ERRORES).	Ne	<u>6 B 11</u> (1.1)				
PRODUCTO DE RADIOLISIS (DECAIMIENTO NATURAL DE $Li^3H$ ).	He				<u>6 B 2 0</u> (4.2)	
AIRE (PROGENIE DE Rn DE RESIDUOS DE EXTRACCION DE URANIO).	Rn					6 H 3
DETERMINACION DE GASES NOBLES EN UNA MEZCLA GASEOSA.	He, Ne, Ar Kr , Xe	<u>6 J 2 2</u> (1.1.1)				

ANALYTICAL ABSTRACTS AÑO 1976 VOLUMEN 30		METODOS DE ANALISIS			
MATERIAL	ELEMENTO	1	5	6	OTROS
DETERMINACION GASES NOBLES EN MEZCLA GASEOSA (EJEMPLO: $^3\text{He}$ , $^3\text{H}_2$ , $\text{H}^3\text{H}$ ).	He				2B24
DETERMINACION DE SULFURO DE HIDROGENO ( $\text{H}_2\text{S}$ ) EN He.	He		<u>2B25</u> (5.2)		
CRIPTONATOS RADIOACTIVOS (PREPARACION, PROPIEDADES, USOS).	Kr			<u>3A3</u> (6)	
ANALISIS GASES PERMANENTES EN REACTORES NUCLEARES.	He, Ar Kr, Xe	<u>3B84</u> (1.1)			
FUGAS DE Ar EN BOMBAS DE Na LIQUIDO SELLADAS.	Ar			<u>5A5C</u> (6)	
ISOTOPOS ESTABLES DE Xe.	Xe			<u>5B26</u> (6)	
AGUA DE MAR.	Ar			<u>6H46</u> (6)	

ANALYTICAL ABSTRACTS AÑO 1976 VOLUMEN 31		METODOS DE ANALISIS				
MATERIAL	ELEMENTO	1	3	4	6	APARATOS OTROS
SEPARACION DE $^3\text{He}$ DEL Ar .	He , Ar					1B19
SISTEMA DESCONTAMINACION DE $^{85}\text{Kr}$ EN COMBUSTIBLE REACTORES .	Kr				$\frac{1B88}{(6.1.2)}$	
DETERMINACION DE Ar, N, O y CLORURO DE VINIL EN POLIVINIL CLORURO .	Ar		$\frac{1C67}{(3)}$	$\frac{1C67}{(4.1)}$		
RETENCION DE LA PROGENIE DE Rn DEL AIRE .	Rn				$\frac{1H9}{(6)}$	1H9
MEDIDA DE LA PROGENIE DE Rn EN AIRE .	Rn				$\frac{1H10}{(6.1.1)}$	
SEPARACION DE MEZCLAS DE Ar - O - N .	Ar	$\frac{3B11}{(1.1)}$				
IMPUREZAS (H, He y Ne) EN AIRE .	He , Ne	$\frac{3B12}{(1.1.1)}$				
MEDIDA DE LA ACTIVIDAD DE $^{85}\text{Kr}$ EN LA ATMOSFERA .	Kr	$\frac{3H10}{(1.1.1)}$				
DETECCION DE GASES INORGANICOS .	He , Ar	$\frac{4B6}{(1.1)}$				
DETERMINACION DE $^{37}\text{Ar}$ EN AIRE ,	Ar				$\frac{4H7}{(6.1)}$	
CONTENIDO ISOTOPICO EN COMBUSTIBLE IRRADIADO .	Xe				$\frac{5B86}{(6)}$	
DETERMINACION GASES NOBLES DISUELTOS (AGUA, METANOL-CICLOHEXANO)	Kr , Xe	$\frac{6B26}{(1.1.1)}$				
IMPUREZAS MULTICONGELADOR (GASES N, Ar y O)	Ar					6J5

ANALYTICAL ABSTRACTS AÑO 1977 VOLUMEN 32		METODOS DE ANALISIS				
MATERIAL	ELEMENTO	1	4	5	6	APARATOS
DETERMINACION DE $^3\text{He}$ EN $\text{He}$ .	He		$\frac{1\text{B}19}{(4.1)}$			
DETERMINACION DE $^{85}\text{Kr}$ EN AGUA DE MAR.	Kr				$\frac{1\text{H}50}{(6)}$	1H50
ASPECTOS ANALITICOS DEL METODO Y DETERMINACION EN AIRE.	Ar				$\frac{3\text{B}9}{(6)}$	
ISOTOPOS EN SOLIDOS ( $^3\text{He}$ EN NIOBIO Y $^4\text{He}$ EN ALUMINIO).	He				$\frac{3\text{B}28}{(6)}$	
SEPARACION DE MEZCLAS DE $\text{He}$ , $\text{CO}$ , $\text{CO}_2$ y METANO.	He	$\frac{4\text{B}9}{(1.1.1)}$				
METODO DE PURIFICACION DE Ar OBTENIDO POR RECTIFICACION DEL AIRE LIQUIDO.	Ar					4B21
ANALISIS ISOTOPICO DE NIVELES BAJOS DE $\text{He}$ , $\text{Ne}$ , $\text{Ar}$ , $\text{Kr}$ y $\text{Xe}$ EN METEORITOS.	He, Ne, Ar Kr, Xe		$\frac{4\text{B}30}{(4.1)}$			
SEPARACION DE Kr y N a TEMPERATURA AMBIENTE (ANALISIS PRODUCTOS DE FISION).	Kr, Xe	$\frac{5\text{B}18}{(1.1.1)}$				
DETERMINACION DE $\text{H}_2$ , $\text{H}_2\text{D}_2$ y $\text{Ne}$ EN H y DEUTERIO.	Ne	$\frac{6\text{B}22}{(1.1.1)}$				
IMPUREZAS EN GASES MEDICINALES (CICLOHEXANO $\text{CO}_2$ , $\text{He}$ , $\text{N}$ , $\text{O}$ y $\text{N}_2\text{O}$ ).	He			$\frac{6\text{E}1}{(5.3)}$		

ANALYTICAL ABSTRACTS AÑO 1977 VOLUMEN 33		METODOS DE ANALISIS			
MATERIAL	ELEMENTO	1	2	6	OTROS
SEPARACION DE SF <sub>6</sub> DEL He EN UNA MEZCLA DE GAS A GRANEL.	He			<u>1B109</u> (6)	
DETERMINACION DE H y H <sub>2</sub> O EN Ar (o He) o N COMO CH <sub>4</sub> y ACETILENO.	He, Ar	<u>3B16</u> (1.1.1)			
PRODUCTOS DE DESINTEGRACION DE <sup>222</sup> Rn EN AGUAS DE BAJA Y ALTA SALINIDAD.	Rn			<u>4H25</u> (6.1)	
<sup>222</sup> Rn OCUPACIONAL O AMBIENTAL EN AIRE Y AGUA.	Rn				5H7
PELICULAS DE PALADIO Y TITANIO COMO PRUEBAS PARA DETERMINAR H EN He.	He		<u>6B25</u> (2)		

ANALYTICAL ABSTRACTS AÑO 1978 VOLUMEN 34		METODOS DE ANALISIS			
MATERIAL	ELEMENTO	1	4	6	APARATOS
TRAZAS DE H en He.	He	$\frac{1B25}{(1.1.1)}$			
CALIBRACION DEL DETECTOR NaI(Tl) POR CONTEO CON $^{85}\text{Kr}$ y $^{133}\text{Xe}$ GASEOSO.	Kr, Xe			$\frac{4B23}{(6.1.3)}$	4B23
DETERMINACION EN ATMOSFERAS DE CONTACTO SELLADAS (MEZCLA H, He, N, CH <sub>4</sub> , O, H <sub>2</sub> O, Ne, Ar y CO <sub>2</sub> ).	He, Ne, Ar		$\frac{4B115}{(4.1)}$		
DISTRIBUCION DE He EN NIOBIO.	He			$\frac{5B24}{(6)}$	
MEZCLA ISOTOPICA DE H y He.	He		$\frac{6J93}{(4.1)}$		

ANALYTICAL ABSTRACTS AÑO 1978 VOLUMEN 35		METODOS DE ANALISIS				
MATERIAL	ELEMENTO	1	2	4	6	ESTADISTICO
MEDIDA DE LA DISTRIBUCION DE LOS ATOMOS LIGEROS EN SOLIDOS.	He				<u>3B25</u> (6.1.2)	
AIRE.	Rn				<u>3H9</u> (6.1.1)	
ANALISIS DE TRAZAS DE O en He, Ar o N.	He, Ar		<u>3J10</u> (2)			
SEPARACION DE UNA MEZCLA DE HI, Ar, Kr y Xe.	Ar, Kr, Xe	<u>4B12</u> (1.1.1)				
DETERMINACION DE Ra y Rn EN UNA EMULSION.	Rn				<u>4B45</u> (6.1.2)	
ANALISIS DE PARTICULAS DEL COMBUSTIBLE DE REACTORES DE ALTA TEMPERATURA.	Kr, Xe			<u>4B85</u> <u>4B85</u> (4.1)		
LIBERACION DE <sup>133</sup> Xe DEL METAL URANIO.	Xe				<u>5B90</u> (6.1.3)	
ESTIMACION DE CONCENTRACION ATMOSFERICA DE HIJAS DE RADON DE VIDA CORTA.	Rn					5H9
SUPERFICIES DE MATERIALES (PRUEBAS MICRÓNUCLEARES) NO RESONANTES Y RESONANTES.	He				<u>5J90</u> (6.1.3)	
SEPARACION DE O del Ar COMERCIAL.	Ar	<u>6B28</u> (1.1.1)				
DETERMINACION DE GASES INERTES (H, N, Ar y CH <sub>4</sub> ) EN AMONIACO GASEOSO.	Ar	<u>6B108</u> (1.1.1)				
DETERMINACION DE GASES RAROS.	He, Ne			<u>6J78</u> (4.1)		

ANALYTICAL ABSTRACTS AÑO 1979 VOLUMEN 36		METODOS DE ANALISIS				
MATERIAL	ELEMENTO	1	4	5	6	OTROS
INSPECCION EN UN MATRAZ (Rn EN AIRE).	Rn				<u>2H2</u> (6.1.1)	
MEDICION DE CONCENTRACIONES BAJAS DE Rn-222 EN AIRE.	Rn				<u>2H3</u> (6)	
MEDIDA DE Rn-222 EN AIRE.	Rn				<u>2H17</u> (6.1.2)	
EXTRACCION DE Ar EN MUESTRAS GEOLOGICAS.	Ar					3B18
CUANTIFICACION DE HIJAS DE Rn EN AIRE.	Rn				<u>3H4</u> (6.1.1)	
ANALISIS DE ATMOSFERAS CONTAMINADAS (N, O, Ar, CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> y NO).	Ar	<u>4G5</u> (1.1.1)				
DETERMINACION DE GASES EN JETS SUPERSONICOS (Ar, CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> ).	Ar		<u>4J90</u> (4.1)			
SECADO DE He y N EN TETRACLOROFERRATO SODICO.	He	<u>5A12</u> (1.1)				
DETERMINACION DE IMPUREZAS EN He (H, N, O y CH <sub>4</sub> ).	He			<u>5B27</u> (5.1)		
IMPUREZAS EN SOLUCIONES CRIOGENICAS (Xe LIQUIDO).	Xe			<u>5J13</u> (5.3)		
SEPARACION GASES NOBLES (He, Ne, Ar, Kr y Xe).	He, Ne, Ar Kr, Xe	<u>5J41</u> (1.1)				
DETERMINACION GASES PERMANENTES (H, N, O, Ar y CO) EN HIDROCARBUROS DEL GRUPO IV al VI.	Ar	<u>6B15</u> (1.1.1)				
IMPUREZAS (O y N) EN He.	He	<u>6B19</u> (1.1.1)				
Rn EN AGUA NATURAL Y GASES NO CONDENSABLES EN PAREDES GEOTERMICAS.	Rn				<u>6H28</u> (6.1.3)	

ANALYTICAL ABSTRACTS AÑO 1979 VOLUMEN 37			METODOS DE ANALISIS				
MATERIAL	ELEMENTO	1	2	4	5	6	APARATOS
DETERMINACION POTENCIOMETRICA DE O en Ar .	Ar		<u>1B179</u> (2.2)				
INSPECCION CONTINUA DE CONCENTRACIONES DE Rn EN AGUAS SUBTERRANEAS .	Rn						1H 26
ANALISIS DE Ar, Ne y SO <sub>2</sub> EN AIRE ATMOSFERICO .	Ne , Ar			<u>1J61</u> (4.1)			
SEPARACION DE MEZCLAS (Ar- O- N- METANO- CO) .	Ar	<u>2B13</u> (1.1)					
ANALISIS DE MEZCLAS DE O- N- He- Ne- H .	He , Ne	<u>2B 24</u> (1.1.1)					
PROFUNDIDAD DE CONTORNOS DE Ne IMPLANTADOS EN TANTALIO Y EN SILICIO .	Ne					<u>2B 32</u> (6.1.3)	
EQUIPO DE PURIFICACION DE Ar USADO EN ANALISIS ESPECTRAL .	Ar						2B 33
TRAZAS DE N en Ar PURO .	Ar	<u>2B 34</u> (1.1.1)					
TRAZAS DE CO <sub>2</sub> EN PRODUCTOS DE AIRE FRACCIONADO .	Kr	<u>2B114</u> (1.1.1)					
PREPARACION Y MEDIDA DE He EXTRA PURO .	He						2 J 6
DETERMINACION DE <sup>3</sup> He EN ERBIO DEUTERADO y VO <sub>2</sub> EN VIDRIO .	He					<u>3B 7</u> (6)	
DETERMINACION DE TRAZAS (He en Ne ; He y Ne en H ; y He, Ne y H en Ar o en O) .	He, Ne, Ar	<u>4B 7</u> (1.1.1)					
N en Ar. MEZCLAS DE GAS DE REFERENCIA .	Ar				<u>4B21</u> (5.4)	<u>4B21</u> (6)	
Rn-220 EN AGUAS MINERALES DE MANANTIALES .	Rn					<u>6H 21</u> (6.1.2)	
MEDIDA DE Rn-222 EN AGUA .	Rn					<u>6H 22</u> (6.1.3)	

ANALYTICAL ABSTRACTS AÑO 1980 VOLUMEN 38		METODO DE ANALISIS			
MATERIAL	ELEMENTO	1	2	6	OTROS
ESTUDIO OPTICO DEL SISTEMA He - CL <sub>4</sub> - Ge - Ge.	He				2B108
MEDICION DE H y H <sub>2</sub> O EN Ar y DE H EN Na LIQUIDO.	Ar		<u>3B22</u> (2)		
DIFUSION Y EMANACION DE Rn EN PILAS DE DESECHO DE MOLINOS DE URANIO.	Rn			<u>4B107</u> (6.1.3)	
DETERMINACION DE Xe y Kr (FISION GAS) EN COMBUSTIBLE NUCLEAR.	Kr, Xe	<u>4B113</u> (1.1)			
ANALISIS DE MEZCLAS DE He-3 y He-4.	He	<u>5B32</u> (1.1.1)			
INSPECCION DE Rn POR HUMEDAD (DOSIMETRO).	Rn				5B33
PROFUNDIDAD DE CONTORNOS DE He EN CRISTALES DE NIQUEL Y NIOBIO (DIFERENTES METODOS).	He			<u>6B17</u> (6)	
FORMULA GENERAL PARA MEDIR CONCENTRACION DE LAS HIJAS DE Rn y Th EN AIRE.	Rn			<u>6H9</u> (6.1.1) (6.1.2)	
Rn-220 EN AGUA MINERAL DE MANANTIALES (POR EXTRACCION).	Rn			<u>6H53</u> (6.1.1) (6.1.2)	

ANALYTICAL ABSTRACTS AÑO 1980 VOLUMEN 39		METODOS DE ANALISIS		
MATERIAL	ELEMENTO	1	6	OTROS
DETERMINACION SIMULTANEA DE Rn-220 y Rn-222 EN AGUAS TERMALES.	Rn		<u>1H36</u> (6.1.2)	
DETECCION DE O, Kr y CH <sub>4</sub> en Ar o N EN SUPERFICIES INTERNAS DE TUBERIAS METALICAS.	Kr	<u>1J61</u> (1.1.2)		
ANALISIS DE H, Ar, O, CO, CO <sub>2</sub> , HIDROCARBUROS LIGEROS Y AGUA EN METEORITOS, ROCAS LUNARES, CRISTALES Y BASALTOS.	Ar	<u>2B150</u> (1.1)		
TECNICAS DE MEDICION DE Rn y Ra EN SEDIMENTOS MARINOS y AGUA DE MAR.	Rn			2H20
PREPARACION DE Xe-128 COMO TRAZADOR DE HUELLAS DE Xe.	Xe			4B20
IMPUREZAS EN He y H (CO <sub>2</sub> , NO, N <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> S, SO <sub>2</sub> , COS, ETANO, PROPANO, BUTANO, H <sub>2</sub> O) Y (O, N, CH <sub>4</sub> y CO).	He	<u>5B30</u> (1.1.1)		
INSPECCION EN AIRE DE Xe-133.	Xe		<u>5H12</u> (6.1)	
DATOS DE SOLUBILIDAD DE Ar.	Ar			6B168B
RESPUESTAS NEGATIVAS (Ne, H, Ar, O) EN UN DETECTOR DE IONIZACION DE He.	He, Ne, Ar	<u>6J50</u> (1.1.1)		

**PARTE TRES**

**EXTRACTOS SELECTOS**

1970

VOLUMEN 18

ABSTR. 846

ANÁLISIS ESPECTROFOTOMÉTRICO DE MASA DE DIOXIDO DE CARBONO DE ALTA PUREZA.

R.T. Parkinson y R.E. Wilson (Master General of Ordnance Inspectorates, - Royal Arsenal, Woolwich, London, S.E. 18, England). Talanta, 1968, 15 (9),

931-938.- La muestra bajo alta presión se admite continuamente a través de un sistema de admisión directo hacia la fuente del espectrómetro de masa del tubo de entrada y el  $\text{CO}_2$  se remueve por congelación de éste en las paredes de un tubo en U de vidrio que es enfriado a  $-196^\circ\text{C}$  entonces el -- concentrado de impurezas volátiles entra a la fuente del ión.- Se incluye una válvula de unión de vacío para que el instrumento pueda ser usado en el procedimiento normal cuando se requiera.- El tiempo mínimo requerido para que la fuente del ión llegue a ser estable es 20 min.- La sensibilidad del método (el cual es mucho más elevado que en el método espectrofotométrico de masa normal) es 0.01 p.p.m. en volumen para H, He, metano, Ne, y Ar, y 0.2 p.p.m. en volumen para O y N más CO.

G. W. Flinn.

1970

VOLUMEN 18

ABSTR. 1290

TECNICA MODIFICADA DE CONTEO POR CENTELLEO PARA LA DETERMINACION DE NIVE-

LES BAJOS DE CRIPTON-85.- N.I. Sax, J.D. Denny y R.R. Reeves (Radiolog. Sci. Lab., New York State Dept. of Health, Albany. N.Y. 12201, U.S.A.). -

Analyt. Chem., 1968, 40 (12), 1915-1916.- La técnica descrita es sensible, conveniente y económica, implica el uso de virutas de centelleador de -- plástico baratos contenidos dentro de un frasco hermético para gas que --

puede ser llenado con el gas conteniendo criptón y contado eficientemen--  
te (94%) por espectrometría de centelleo.- La eficiencia no es afectada -  
por la presencia de N, O o metano y el nivel de detección para  $^{85}\text{Kr}$  es 1  
pC por metro cúbico de muestra de aire.

C. B. Baines

1970

VOLUMEN 18

ABSTR. 1477

CONTROL DE LA CALIDAD DE GASES "PUROS" [POR CROMATOGRAFIA DE GASES].- H.  
Guerón, J. de Villelume, F. Bryselbout y P. Larrat (Lab. des Gaz et des  
Combustibles, Fac. des Sci. d'Orsay, France). Chim. analyt., 1968, 50 --  
(11), 575-581 (en Frances).- Oxígeno, H, N, y metano (cada uno en concen-  
traciones abajo de 10 p.p.m. en volumen) en argón o helio de alta pure-  
za pueden ser determinados por cromatografía de gases directo en una co-  
lumna (4 metros x 4 mm) de tamiz molecular 5A (diam. de partícula 0.8mm)  
a  $\approx 55^\circ$ .- Para la determinación de CO, el tamiz molecular debe ser hu-  
medecido con 2.5% de  $\text{H}_2\text{O}$  y la longitud de la columna no debe exceder de  
2 metros.- Los dos detectores usados se fundamentan en la ionización de  
la impureza del gas por descarga de alto voltaje a alta frecuencia.- Los  
cromatogramas de referencia son preparados similarmente con mezclas de  
composición conocida.- Con neón, criptón, o xenón de alta pureza, una mo-  
dificación del procedimiento es necesaria para asegurar una separación -  
definida de los picos de las impurezas del gas de aquellos de los gases\_  
nobles.- Para cada impureza  $< 3$  p.p.m. en argón, helio o neón, las impu-  
rezas (en un vol. conocido de muestra) debe ser inicialmente concentrado  
por enfriamiento del gas a  $-183^\circ\text{C}$  ó  $-196^\circ\text{C}$  en una mezcla de partes igua-  
les de tamices moleculares 4A y 5A, desde la cual los gases son desorbi-

dos hacia la columna de 70°C a 80°C.- Una preconcentración de  $\approx 100$  dobles conduce a una sensibilidad de  $\approx 10$  partes por  $10^9$ .- Los resultados obtenidos por éste método general de análisis son reportados y discutidos con respecto a sensibilidades y a méritos comparativos de otros aparatos usados para determinar las cantidades de trazas en gases.

W. J. Baker

1970  
VOLUMEN 18  
ABSTR. 3058

SEPARACIONES RADIOQUIMICAS DE ACTIVIDADES DE BISMUTO USANDO DALZIN [1,2-bis(tiocarbamoil) hidrazina] Y SU APLICACION A PROBLEMAS GEOLOGICOS [DETERMINACION DE PLOMO-210, PLOMO-212 Y RADON].- B.L. Rao, P.P. Parekh y M. Sankar Das (Analyt. Div., Bhabha Atomic Res. Centre, Trombay, Bombay, India).- J. radio-analyt. Chem., 1969, 2(1-2), 79-89.- Los análisis para  $^{210}\text{Pb}$  y  $^{212}\text{Pb}$  y  $^{222}\text{Rn}$  son efectuados por determinación de los isótopos naturales hijas de  $^{210}\text{Bi}$ ,  $^{212}\text{Bi}$  y  $^{214}\text{Bi}$  respectivamente. Se dan procedimientos para la preparación de muestras de minerales de uranio y torio, de las galenas, del agua de lluvia y del aire, de solución de  $\text{HNO}_3$  (pH 2) - conteniendo  $\text{Bi}^{\text{III}}$  como agente catalítico.- La muestra en solución (10 a 30 ml) es extraída dos veces, volúmenes iguales de una solución saturada de dalzin en  $\text{CHCl}_3$ .- Las capas de  $\text{CHCl}_3$  combinadas son lavadas con  $\text{HNO}_3$  0.01 M (2X20ml) y extraída con  $\text{HCl}$  2M (2X10ml).- Después de combinar y diluir a 50 ml, la fase de  $\text{HCl}$  es tratada a 100°C con  $\text{H}_2\text{S}$  por 2 min. - El precipitado de  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  se colecta y se lava con  $\text{H}_2\text{O}$  caliente y con etanol, es secado para ser contado con un tubo Geiger-Mueller.- El compuesto de las curvas de desintegración espontánea puede ser el resultado por el constituyente de isótopos de Bi.- El producto químico de Bi es determinado

por titulación con EDTA o gravimétricamente por precipitación de Bi como el 8-hidroxiquinolinato o  $\text{BiPO}_4$  y rangos desde 44 a 91%.- El método es aplicable al rango de actividad de 1 a  $10^5$  desintegraciones por minuto y tiene una precisión general mayor que  $\pm 5\%$ .- Se discuten las ventajas de este método sobre el método de extracción con ditizona.

J. Mc. Keown

1970

VOLUMEN 19

ABSTR. 44

CROMATOGRAFIA DE GASES DE COMPUESTOS DE XENON VOLATILES. COMPORTAMIENTO DE ELUCION DE DIFLUORUROS DE XENON. F.M. Zado, J. Fabecia, b. Zemva y - J. Slinvnik (Inst. 'Ruder Boskovic', Zagreb, Croatia, Yugoslavia). --- Croat. chem. Acta, 1969, 41 (2), 93-96. El difluoruro de xenón da picos definidos sin apreciables colas cuando se somete a GLC en un aparato -- equipado con una válvula de muestreo de gas de 6-puertas de cobre (vol. 420  $\mu\text{l}$ ), una columna de PTFE (4 ft X 0.125 in) empacada con 15% de -- Kef F-10 en Fluoropack 80 y operada a temperatura ambiente y un detec-- tor de conductividad térmica-níquel. Se preacondiciona la columna inyec-- tando F puro. El gas acarreador fué He seco (20 ml por min.) y el vaso de muestreo, los tubos y la válvula de muestreo del gas fueron calenta-- dos a 55°C a incrementar la presión parcial de  $\text{XeF}_2$ . El F elemental y el HF inyectados en mezcla con  $\text{XeF}_2$  y He (como agente presurizante) da un pico único, el pico de  $\text{XeF}_2$  fué bien definido y separado. Aunque el pico de  $\text{XeF}_2$  fué definido cuando la columna fué acondicionada reciente-- mente con F, en inyecciones repetidas de mezclas de  $\text{XeF}_2$ -He el pico pa-- ra  $\text{XeF}_2$  gradualmente disminuye en altura y fué substituído por un pico para HF; ésto es atribuído a la hidrólisis del  $\text{XeF}_2$  por trazas de hume

dad en el gas acarreador.

M. J. Hill

1970

VOLUMEN 19

ABSTR. 2048

DETERMINACION ESPECTROGRAFICA DE TRAZAS DE NITROGENO EN ARGON. O.P. ---  
Bochkova y L.E. Garashnikov. Zav. Lab., 1969, 35(8),945-946 (en ruso). -  
La muestra fluye a 200 ml por min. a una cámara donde pequeñas cantida--  
des de N puro pueden ser introducidas, entonces a través de un tubo capi  
lar de sílice (diám. 0.5mm) es sometida a una descarga sin electrodos h.  
f. a presión atmosférica y finalmente hacia el aire.- En el espectro, --  
las intensidades de las bandas de N son medidas a 357.69nm y 337nm. Con  
los resultados para el gas original y para cuatro mezclas con N es traza  
da una gráfica, demostrando la relación entre intensidad y contenido de  
N adicionado. Puede ser entonces calculado el contenido de N (1 p.p.m. a  
0.1%) de la muestra.

G. S. Smith

1970

VOLUMEN 19

ABSTR. 3691

DETERMINACION ESPECTROGRAFICA DE MICROCANTIDADES DE IMPUREZAS [NITROGENO,  
OXIGENO, HIDROGENO Y HELIO] EN NEON. N.N. Baraban-shchikova, N.M. Dykhno,  
L.L. Kotlik y O.G. Talakin (All-Union Sci. Res. Inst. of Cryogenic ---  
Engng; USSR). Zav. Lab., 1969, 35 (11), 1347-1349 (en ruso).- Cantidades  
menores de 5 p.p.m. por vol. de N y de H y 10 p.p.m. de O son determina  
dos por medio de una descarga h.f. en un tubo con electrodos exteriores  
a presiones de 80 torr (para N), de 20 torr (para H) y de 10 torr (para

Q) en las intensidades de las líneas ( °A ) N 3998-Ne 4704, H 6562-Ne -- 6205 y O 4368.- Para determinación de helio (cantidades menores de 0.02% en vol.) en un tubo de descarga especial con una trampa enfriada con N -- líquido y conectada a un manómetro de aceite es usado a una presión de -- aceite de 5mm.- Son medidas las intensidades de las líneas He 3888-Ne -- 4537°A.

G. S. Smith.

1970

VOLUMEN 19

ABSTR. 4469

METODO RAPIDO PARA ESTIMAR RADIO Y RADON EN AGUA. D.N. Kelkar y P.V. --- Joshi (Air Monitoring Sect., Bhabha Atomic Res. Centre, Trombay, Bombay, India). Hlth Phys., 1969, 17, 253-257.- Se describe un método para la de terminación rápida de Ra y Rn en el agua natural teniendo un nivel de -- actividad > 1 a 2 pCi por litro.- El radio y Pb, Bi y Po (constituyendo los productos hijas de Rn) son coprecipitados con BaSO<sub>4</sub> en la presencia de Ag activada con polvo de centelleo de ZnS.- La mezcla seca de centelleo-precipitado, preparado en un papel filtro es contada en un regis-- trador electrónico fotomultiplicador.- Se estudian los efectos de tem-- peratura, pH y las cantidades del agente catalítico y polvo de centelleo. Los productos hijas de Ra y Rn son precipitados con una eficiencia >94%.

P. Connor

1970

VOLUMEN 19

ABSTR. 5245

CONTEO DE BAJO NIVEL DE CRIPTON 85 AMBIENTAL POR CENTELLEO LIQUIDO. R.E. Shuping, C.R. Phillips y A.A. Moghissi (Southeastern Radiol. Hlth Lab.,

P.O. Box 61, Montgomery, Ala., U.S.A.) *Analyt. Chem.*, 1969, 41 (14), -- 2082-2083.- La reproducibilidad y la sensibilidad del método usado por Curtis et al. (*Ibid.*, 1966, 38, 636) ha sido considerablemente perfeccionado introduciendo el Kr en frascos de vidrio-borosilicato de 25ml a una presión de 400 a 600 torr y entonces adicionado el tolueno degasificado o soluciones base de centelleo de xileno.- La eficiencia del conteo del sistema es  $\approx 92\%$  (1 cuenta por min. arriba de la información básica correspondiente a 0.025 pCi por ml de Kr).- El coeficiente de variación -- fué  $< 6\%$  para un mínimo de 5 determinaciones por separado de cada una de las 13 muestras de  $^{85}\text{Kr}$  colectado del aire.- Si es lo suficientemente alta la concentración de  $^{85}\text{Kr}$  en el aire, la muestra puede ser introducida directamente hacia la solución, pero la sensibilidad es menor.- Una combinación de accesorios, de los frascos y de las válvulas de plásticos aseguran un completo sellado de vacío.

W. J. Baker

1971

VOLUMEN 20

ABSTR. 122

METODO SIMPLE PARA LA DETERMINACION DE FISION GASEOSA ENTRAMPADO EN FORMA DE COMBUSTIBLE IRRADIADO. Dean W. Sheibley (N.A.S.A., Reactor Facility, Plum Brook Station, Sandusky, Ohio, U.S.A.). *Analyt. Chem.*, 1970, 42 (1), 142-143.- Cuando la fisión de gases en el combustible y en la matriz de metal-refractaria (Mo- o W- $\text{UO}_2$ ) y el revestimiento metálico se determinan por el método de disolución preferencial (Patrick, Rep. atom. Energy Commn U.S., LA-3718, 1967), el H y el O son emitidos y acumulados durante la electrólisis de la solución.- Este riesgo se elimina combinando el procedimiento de disolución preferencial con la reunión de los gases liberados sobre carbón activado en celdas de conteo de acero inoxidable

ble sumergidos en N líquido y un subsecuente conteo  $\gamma$  - para  $^{85}\text{Kr}$ .- El helio se pasa a través del sistema completo a una velocidad de 300 a -- 500 ml por min. y así remover el H y el O.- Se describen el aparato y - el procedimiento con detalle.- Incluyendo el conteo de error, la exactitud de la determinación de la actividad de  $^{85}\text{Kr}$  está dentro de  $\pm 2.5\%$  a  $10^8$  desintegraciones de  $^{85}\text{Kr}$  por min. y el rango de actividad determinado con la misma exactitud es de  $5 \mu\text{Ci}$  a  $100 \text{mCi}$ .- Por este método - sólo se han analizado porciones del combustible así que la exactitud total se desconoce.

W. J. Baker

1971

VOLUMEN 20

ABSTR. 852

RADIOCROMATOGRAFIA EN FASE-GAS. APLICACION AL ANALISIS DE GASES PERMANENTES. Marie-Claire Dupuis, Guy Charrier, Claude Alba y Daniel Massimino - (C.E.A., Centro d' Etud. de Bruyeres-le-Chatel, France). Rapp. CEA, R- - 3879, 1970. 31 pp. (en francés).- Una mezcla (vol. 0.1 a 10 cu. cm) de H, O, N, CO, Ar, Kr, Xe, y metano pueden ser separados con identificación y determinación de cada componente, en  $\approx 2$  hrs, por ésta técnica.- Se marcan los gases (generalmente trazas) con apropiados radionúclidos y las - separaciones son efectuadas en columnas (4 metros X 6.3 mm) que pueden - ser de dos tipos, tamiz molecular 15X o carbón activado, operada general- mente a  $25^\circ\text{C}$ ,  $30^\circ\text{C}$  ó  $125^\circ\text{C}$  con Ar como gas acarreador y en una cámara de ionización o un contador proporcional de flujo de gas como detector para especies radioactivas.- Se usa un detector de conductividad térmica para la detección de macro-componentes de la muestra.- La reproducibilidad es de 2 a 3%, la exactitud de 10 a 20% y la actividad mínima detectable es

$\approx$  0.1 nCi para cada radioisótopo.- Son discutidos los parámetros que afectan la respuesta del detector en base de los resultados obtenidos y las posibles aplicaciones de este método se indican como son la determinación de concentración de trazas de radioisótopos, el estudio de reacciones de intercambio isotópico y el análisis rápido-radioquímico de mezclas de gases radioactivos.

W. J. Baker

1971

VOLUMEN 20

ABSTR. 1600

SEPARACION CROMATOGRÁFICA DE DIOXIDO DE CARBONO, ARGON Y FOSGENO CON PROGRAMACION DE TEMPERATURA. Robert J. Graham y F. Du Stevenson (Inst. for Atomic Res., Iowa State Univ., Ames, U.S.A.) J. Chromat., 1970, 47 (3), 555-557.- Se separan los gases en una columna (6 in X 1/8 in) con teniendo 5 in de F & M A-40 de gel de sílice (malla 30 a 60) activada a 150°C por 3 hr en un flujo de He.- Se mantuvo la velocidad del flujo del gas acarreador a 20.5 ml por min y la temperatura del detector a 45°.- Después de la inyección de la mezcla del gas la temperatura de la columna se mantuvo a 30°C por 3 min para separar Ar ( $\approx$  20 seg) y CO<sub>2</sub> ( $\approx$  100 seg).- Entonces la temperatura se elevó a 150°C (durante  $\approx$  2 min) para extraer el COCl<sub>2</sub> ( $\approx$  400 seg).

A. S. Burridge

1971

VOLUMEN 21

ABSTR. 1703

SEPARACION POR CROMATOGRAFIA DE GASES DE UNA MEZCLA DE GASES RAROS Y GASES PERMANENTES Y DE HIDROCARBUROS INSATURADOS Y SATURADOS INFERIORES.

J. Churacek, H. Komarkova, K. Komarek y O. Dufka (Inst. f. analyt. Chem. Tech. Hochsch., Pardubice, Czechoslovakia). *Chromatographia*, 1970, 3 (10) 465-468 (en alemán).- El uso de 3 columnas en varias combinaciones permite la separación de 21 componentes, específicamente He, Ne, N, O, Ar, CO, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S, metano, etano, propano, propeno, isobutano, butano, buteno, trans-but-2-eno, isopenteno, cis-but-2-eno, pentano, y acetileno.- La columna A es de 5 metros de longitud, de aluminio empacada con 20% de bis-(2-metoxietileno) adipato en Cromosorb P y operada a 20°.- La columna B es de 1 metro de longitud de aluminio empacada con Porapak Q y operada a 20°C.- La columna C es de 5 metros de longitud de acero empacada con Porapak Q y operada a -78°.- Una combinación de A y C separa los gases permanentes y los hidrocarburos de C<sub>1</sub> a C<sub>5</sub>; una combinación de B y C separa los gases raros y gases fijos se dan los detalles del experimento completo junto con los tiempo de retención tabulados y los cromatogramas típicos.

S. M. Marsh

1971

VOLUMEN 20

ABSTR. 2399

APARATO Y METODO PERFECCIONADO PARA EL ANALISIS DE IMPUREZAS EN HELIO. Davis E. Emerson, C.A. Hoffman y G.W. Weenes (Bur. of Mines, Amarillo, Tex., U.S.A.). Rep. Invest. U.S. Bur. Mines, RI 7444, 1970. 10 pp. Se pueden coleccionar las impurezas (H, Ne, N, O, Ar, CO, CO<sub>2</sub>, metano y etano) en un serpentín de metal y en una trampa que se enfría con He líquido (con un regulador de nivel de He para mantener la temperatura deseada) y se purga hacia un espectrómetro de masa para su determinación. - El rango de determinación es 0.01 a 600 p.p.m.; al nivel de 1 p.p.m. \_

error es de  $\pm 0.05$  p.p.m..- Un operador puede analizar 15 muestras en 8 horas.

L. Barton

1971

VOLUMEN 21

ABSTR. 2400

ANALISIS ESPECTROFOTOMETRICO DE GAS PARA LLENAR EN TUBOS BRILLANTES, INICIAADORES PARA LAMPARAS FLUORESCENTES Y TUBOS DE DESCARGA. Marta Braunova, Gregor Minarovic y Bohumil Volny (Lachema n.p., Novy Bohumin, Czechoslovakia). Chemicky Prum., 1970, 20 (12), 586 (en checoslovaco).- Es satisfactorio el método para el análisis de muestras conteniendo Ar (o Ne) - N (999:1) o Ar-H-N (188:11:1).

J. Zyka.

1972

VOLUMEN 22

ABSTR. 1448

ANALISIS DE MEZCLAS DE DIFLUORUROS DE XENON Y TETRAFLUORURO DE XENON POR CROMATOGRAFIA DE GASES. Aleinikov, N.N.; Sokołov, D.N.; Korsunskii, B. L.; y Duvovitskii, F.I. (Inst. Chem. Phys. Acad. Sci. U.S.R.R., Moscow) Dokl. Akad. Nauk SSSR, 1971, 196 (6), 1341-1343 ( en ruso).- Se efectua la separación en un cromatógrafo Tsvet 1-64 modificado con helio purificado como gas acarreador y fluyendo el gas a la columna.- Se purifica el helio pasandolo a través de capas alternas de  $P_2O_5$ , tamiz molecular 5A y carbón activado.- Un medidor especial y un aparato evaporador (descrito) es usado para introducir 1 ó 2 mg de la muestra de la mezcla sólida de fluoruros hacia la columna cromatográfica PTFE.- Se empaca la columna (120 cm X 4 mm) con granulos de PTFE (0.25 a 0.50 mm) (o  $MgF_2$ ) cubierto con 20% de aceite Kel-F-10.- La columna es operada a 30°C y el vaporizador a 110°C y el flujo del gas acarreador es de 45ml/min.- La detección es por conductividad térmica, el detector es de acero inoxidable y de níquel o de platino.

L. A. Haddock

1972

VOLUMEN 22

ABSTR. 1513

DETERMINACION DE XENON PRODUCIDO POR FISION Y RETENIDO EN EL COMBUSTIBLE NUCLEAR. Koch, L.; De Meester, R. (Europaeisch. Inst. f. Transurane Karlsruhe, Germany). Radiochim. Acta, 1971, 15 (3), 133-135 (en alemán). Disolver el combustible en  $HNO_3$  conc. y recolectar el Xe liberado en una corriente de He mezclado con Xe natural, conteniendo  $^{129}Xe$ , el cual actúa como indicador, hacia un frasco recolector, donde éste pasa a un -

sistema de absorción conteniendo solución de  $\text{KMnO}_4$ , solución de  $\text{NaHSO}_3$  -  $\text{NaOH}$  y  $\text{CaCl}_2$  para absorber  $\text{NO}$ , yodo y  $\text{H}_2\text{O}$  respectivamente, por consiguiente fuera de la celda caliente, donde el  $\text{H}$  y el  $\text{CO}$  son removidos por oxidación con  $\text{CuO}$  y absorción en  $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$  y asbestos sódicos y  $\text{O}$  y  $\text{N}$  en esponja de titanio.- El  $\text{Xe}$  y  $\text{Kr}$  son condensados a  $-192^\circ\text{C}$  y separados del  $\text{He}$  por adsorción en un tamiz molecular a  $-192^\circ\text{C}$ . Los isótopos productos de la fisión son entonces determinados por m.s.. La exactitud es de 3%.

R. Waspe

1972

VOLUMEN 22

ABSTR. 2786

DISEÑO DE UN INSTRUMENTO PARA MEDIR PEQUEÑOS CAMBIOS DE COMPOSICION EN MEZCLAS DE GAS [DOS-COMPONENTES]. Wakeham, W.A. (Dept. of Phys., Univ., Exeter, England). J. Phys. E, Scient. Instrum., 1971, 4 (6), 443-445.- Se diseñó un instrumento el cual consiste de dos celdas de conductividad térmica (una para la muestra y la otra para la referencia) con resistencias térmicas en lugar de filamentos metálicos, se mantuvo la temperatura a  $28^\circ\text{C} \pm 0.001^\circ\text{C}$  y se conecta a un sistema puente de corriente directa, el balance se detectó con un galvanómetro o con un detector electrónico-nulo. Se suministró al puente  $24\text{V} \pm 100 \mu\text{V}$  y la corriente se mantuvo a  $2 \pm 0.002 \text{ mA}$ . Se calibró el instrumento con mezcla de gases de composiciones conocidas. Se usó una mezcla de composición fija - teniendo una conductividad térmica similar al de la muestra contenida en la celda de referencia. Se mantuvo una presión de trabajo de 100 torr en la celda. Fueron mayores la sensibilidad y la exactitud que los previamente obtenidos con el uso de detectores de filamentos metálicos y la precisión para mezclas no isotópicas fue mejor que por espectro-

metría de masas. Fueron analizadas las mezclas de Kr y Ar, Ne y Ar, y  $^{36}\text{Ar}$  y  $^{40}\text{Ar}$ .

W.C.D.

1972

VOLUMEN 23

ABSTR. 1949

METODO DE CROMATOGRAFIA DE GASES PARA LA DETERMINACION DE ARGON Y OXIGENO EN EL CONTENIDO DE AIRE EN BEBIDAS ENVASADAS.

Jamison, A.M. (Molson Breweries of Canada Ltd., Montreal, Quebec). J. -- chromat. Sci., 1971, 9 (12), 750-752.

Se describe un procedimiento para colectar los gases sobre mercurio, después de la absorción del  $\text{CO}_2$  en solución de  $\text{NaOH}$ , se mide el volumen de aire obtenido. Se inyecta una muestra de este aire en una columna de acero inoxidable (6 ft X 0.125 in) conteniendo tamiz molecular 5A (60 a 80 mallas), con He como gas acarreador (60 ml por min) y con detector ultrasónico. Se sumerge la columna en un baño de acetona- $\text{CO}_2$  sólido para la elución de Ar y O y en acetona a temperatura ambiente para el N. La gráfica de calibración es rectilínea. El coeficiente de variación fué  $< 2\%$  para el Ar y el O. Con adecuadas técnicas de muestreo el método puede ser aplicado al análisis de los alimentos envasados en latas y los deshidratados por congelación.

H.J. Greves

1972

VOLUMEN 23

ABSTR. 3014

ESTUDIOS DE LOS GASES NOBLES DE LA IRRADIACION DE RAYOS COSMICOS GALACTICOS EN LA HISTORIA DE ROCAS LUNARES [DETERMINACION DE GASES NOBLES].

Huneke, J. C.; Podosek, F. A.; Burnett, D. S.; y Wasserburg, G. J. (Div. Geol. and Planetary Sci., California Inst. Technol., Pasadena, U.S.A.). Geochim. Cosmochim. Acta, 1972, 36 (3), 269-301.

La muestra (comprimida a  $< 300 \mu\text{m}$  y envuelta en hojas de aluminio) es calentada, por un sistema de inducción r.f. a  $1800^\circ\text{C}$  en un aparato de extracción de vidrio. Los gases extraídos son expuestos a titanio a  $850^\circ\text{C}$  y a carbón a temperatura del N líquido. Se liberan los gases adsorbidos del carbón y se purifican por exposición a CuO-cobre a  $700^\circ\text{C}$  por 45 min y a titanio a  $850^\circ\text{C}$  por 45 min. El criptón y el xenón son adsorbidos de la mezcla de gas sobre carbón en un tubo a  $-150^\circ\text{C}$ , el Ar es también adsorbido sobre carbón en un segundo tubo enfriado por N líquido y así el He y el Ne se transfieren a un tercer tubo por medio de una bomba Toepler. La calibración se realiza antes de iniciar el análisis, con muestras preparadas mezclando cantidades conocidas de  $^3\text{He}$ ,  $^{22}\text{Ne}$ , y  $^{38}\text{Ar}$  con  $^4\text{He}$ , Ne atmosférico y Ar atmosférico respectivamente. Todas las mezclas son analizadas por m.s., se opera el instrumento sin una fuente de magneto y con un detector Faraday para determinaciones de He, Ne y Ar; para Kr y Xe se usa una fuente de magneto y el flujo de iones se amplifica. Son calibrados los espectrómetros por discriminación de masa usando Ne y Ar atmosférico, una mezcla preparada de  $^3\text{He}$  y  $^4\text{He}$  y una mezcla de Kr y Xe atmosférico.

R.A. Howie

1972

VOLUMEN 23

ABSTR. 4401

METODO DIGITAL DE BAJO COSTO PARA LA MEDIDA DE PROPORCION ISOTOPICA.

Sa, A. de; y Mitchell, J. G. (Sch. Phys. E, scient. Instrum., 1972, 5

(2), 138-140.

El artículo describe un sistema donde se exponen los datos de un espectrómetro de masa omegatron usado para determinar la proporción de  $^{40}\text{Ar}$  a  $^{36}\text{Ar}$  y  $^{36}\text{Ar}$  a  $^{38}\text{Ar}$  (of. Grasty y Miller, *Analyt. Abstr.*, 1967, 14, 527) sin necesidad de un voltímetro digital integrado. El voltaje suministrado por corriente directa del espectrómetro de masa se alimenta de una -- conversión de voltaje-a-frecuencia y los pulsos obtenidos se regulan con un contador de diez y con un tubo indicador de 5 dígitos. Los circuitos integrados comercialmente disponibles tienen una linearidad de respuesta de 1 parte en  $10^4$ . El sistema de valores correctos para la proporción isotópica de Ar atmosférico.

W.C.D.

1973

VOLUMEN 24

ABSTR. 661

METODO DE CROMATOGRAFIA DE GASES CON TRES COLUMNAS Y TRES DETECTORES -- PARA EL ANALISIS DE UNA MUESTRA-UNICA DE UNA MEZCLA DE TETRACLORURO DE SILICON, CLORO, FOSGENO, ARGON, NITROGENO, MONOXIDO DE CARBONO Y DIOXIDO DE CARBONO.

Basu, P. K.; King, C. J.; y Lynn, S. (Dept. Chem. Engng, Univ. California, Berkeley, U.S.A.). J. chromat. Sci., 1972, 10 (7), 479-480.

Para estudiar estos productos de clorinación reductiva de metales presentes en menas se usaron tres cromatógrafos de gases equipados, respectivamente, con las siguientes columnas que además fueron conectados en serie. La columna 1 (20 ft X 0.25 in) fué llenada con 15% de Kel-F 10 sobre Cromosorb T (30 a 60 mallas) y operada a 60°. La columna 2 (5 ft X 0.25 in) fué llenada con sílica gel (30 a 60 mallas) y operada a 139°. La columna 3 (5 ft X 0.25 in) fué llenada con tamiz molecular 5A (30 a 60 mallas) y operada a 90°. Fueron usados detectores de conductividad térmica en todos los casos y el gas acarreador fue He (80 ml por min). El tetracloruro de silicón, Cl y  $\text{COCl}_2$  se determinaron en la columna 1,  $\text{CO}_2$  en la columna 2 y CO, Ar y N en la columna 3. Fué posible detectar HCl en la columna 1 por operación de la columna a una temperatura menor.

N. J. Saxby

1973

VOLUMEN 24

ABSTR. 2132

RESERVACION DE NITROGENO, AGUA, DIOXIDO DE CARBON, METANO Y ARGON COMO IMPUREZAS EN DIAMANTES NATURALES.

Melton, C. E.; Salotti, C. A.; y Giardini, A. A. (Dept. Chem., Univ. -- Georgia, Athens, U.S.A.) *Am. Mineralogist*, 1972, 57 (9-10), 1518-1523.

Ha sido desarrollado un método de análisis destructivo para el estudio de gases en diamantes y otros minerales. Se comprime el espécimen en una unidad sellada, previamente horneado bajo alto vacío a 300° por 24 horas; todos los componentes son hechos de acero inoxidable excepto de cobre para las uniones de vacío y los émbolos de carburo de tungsteno-H-aglutinado. Se conecta una válvula unidad compresora al registrador magnético del espectrómetro de masas (cf. Melton, *J. phys. Chem., Wash.*, 1970, 74, 582). Se usa una amplia fuente de ión y los iones son detectados por medio de un multiplicador de electrón de 14 etapas unido a un amplificador condensador oscilante, usada la potencia generadora para activar -- una carta registradora. Los resultados pueden ser obtenidos en cantidades tan pequeñas como  $10^{-4} \text{ cm}^3$  del gas.

R. A. Howie

1973

VOLUMEN 24

ABSTR. 3337

APARATO Y PROCEDIMIENTO PARA REDUCIR IMPUREZAS EN HELIO A MENOS QUE UNA PARTE POR BILLON [U.S.].

Seitz, C. A.; Bodine, W. M.; y Klingman, C. L. (Helium Res. Center, Bur. Mines, U.S. Dept. Interior, Amarillo, Tex.). *J. chromat. Sci.*, 1971, 9 (1), 29-31.

Se describe el tamaño del aparato para uso en el laboratorio. Se usa N - líquido como refrigerante para la adsorción cíclica de impurezas en una columna de carbón activado. El He purificado de una segunda columna es -- usado para purgar y re-presurizar el carbón, durante y después de la re-

generación, antes que el primer contaminante (Ne) pueda salir. Después - de seis columnas tratadas, el contenido de Ne es reducido a  $< 1$  parte - por  $10^9$ , y se producen unos cuantos miles de ml por min de He de alta pu - reza.

R. F. S.

1973  
VOLUMEN 25  
ABSTR. 39  
APARATO ACUSTICO PARA DETERMINAR LA PROPORCION ISOTOPICA DEL GAS HELIO-3  
-HELIO-4.

Fraser, J. C. (Los Alamos Sci. Lab., Univ. Calif., N. Mex., U.S.A.). Rev. scient. Instrum., 1972, 43 (11), 1962-1964.

La muestra del gas cuya velocidad de sonido es a ser continuamente medi - da se admite en un resonador de ondas de plano acústico unido a dos -- transductores sólidos capacitados de presión sensibilizados, uno está - actuando como la fuente del sonido y el otro como el receptor. Se veri - fica el aparato con un voltímetro c.a., se provee de un osciloscopio y un contador de frecuencia para la lectura externa. El rendimiento del - instrumento para determinar  $^3\text{He}$  ha sido ensayado con cuatro estándares en un rango de composición de  $^4\text{He}$  puro del 42% (atómico) del  $^3\text{He}$ . Los - resultados son 10% más altos que los medidos con m.s., pero la precisión con la cual puede ser determinada la fracción de  $^3\text{He}$  es de  $\approx 1\%$ .

W. C. D.

1973  
VOLUMEN 25  
ABSTR. 2695  
AMPLIACION DEL METODO RAGHAVAYYA PARA LA DETERMINACION DE RADON EN AGUA.

Kobal, Ivan; y Kristan, Janez (Inat. Jozef Stefan, Univ., Ljubljana, --- Yugoslavia). Mikrochim. Acta, 1973, (2), 219-224.

Han sido incorporados dos nuevos métodos de computación al método original (Proc. reg. Sem. Bombay, 1968, SM-114/17, 227) el cual implica burbujeo de varias porciones de Rn-libre de aire a través de la muestra, co--lectando posteriormente el gas de cada paso en celdas de centelleo desocupadas y separadas y midiendo la actividad  $\alpha$  del contenido de las celdas. Se burbujean varias porciones de gas (en este ejemplo N) a través de la muestra como en el método original; la actividad de cada porción (la cual disminuye exponencialmente) muestra un mejoramiento de acuerdo con la curva teórica. Se comparan los resultados obtenidos en soluciones estándares con las del método original. Se aplica el método al análisis del agua de minas de uranio o de manantiales calientes.

S. M. Marsh.

1973

VOLUMEN 25

ABSTR. 2954

SEPARACION DE LOS GASES RAROS POR MEMBRANAS.

Kimura, S.; Nomura, T.; Miyauchi, T.; y Ohno, M. (Dept. Chem. Engng, -- Univ. Tokyo, Japan). Radiochem. radioanalyt. Lett., 1973, 13 (5-6), 349-354.

Se ensayaron He, Ar, Kr y Xe por su capacidad para penetrar a través de membranas de goma siliconizada y acetato de celulosa. El orden de penetración fué completamente inversa para los dos tipos de membranas, el acetato de celulosa admite gases de bajos pesos atómicos para penetrarlo más rápido y la goma siliconizada los de más alto peso atómico. Usando juntas ambos tipos de membranas, el esquema para separación de gases

tiene un factor de separación más amplio que usando las membranas indiv  
duales.

A. B. Knight-Sweeney

1974

VOLUMEN 26

ABSTR. 2165

MEDIDA DE LA ACTIVIDAD DE XENON-133 EN SANGRE MUESTREADA EN JERINGAS DE PLASTICO Y DE VIDRIO.

Strandell, T.; y Lundbergh, P. (Dept. Clin. Physiol., St. Erik's Hospital, Stockholm, Sweden). Scand. J. Clin. Lab. Invest., 1973, 32 (1), 89-92.

Fueron medidas las fugas de  $^{133}\text{Xe}$  de la solución salina fisiológica, la sangre heparinizada y la sangre diluida con una parte igual de albúmina de suero humano al 3 % en solución salina fisiológica en jeringas de vidrio o de plástico de 2ml con varios tipos de detectores con centelleadores de NaI(Tl). Fue obtenida una buena reproducibilidad (coeficiente de variación 2%) y exactitud bajo una variedad de condiciones con un apropiado tipo de centelleador con un lado-abierto y un centelleador con un final fijo a una distancia de 6 cm de la muestra. No obstante la alta captación de Xe en las paredes de las jeringas de plástico y la significativa pérdida de actividad ( $\approx$  0.5% por hora), fueron preferidas a las jeringas de vidrio por otras razones incluyendo mayor reproducibilidad.

G. W. Flinn

1974

VOLUMEN 26

ABSTR. 3634

ANALISIS RADIOQUIMICO DEL MEDIO DE ENFRIAMIENTO PRIMARIO DE REACTORES NUCLEARES ENFRIADOS CON AGUA USANDO DETECTOR DE GERMANIO-LITIO.

Neeb, Karl Heinz; Neidl, Herbert; y Stoeckert, Heinz (Siemens A.-G., --

Reaktortechnik, Erlangen, W. Germany). Siemens Forsch.u. Entwickl.- Ber. 1972, 1 (4), 350-354 (en alemán).

El artículo describe un método para la detección en agua de los núclidos radioactivos, incluyendo los productos de activación del agua y de la -- construcción del estado de los materiales como también los productos de fisión y la activación del combustible nuclear. Esto suministra un medio rápido de valorar las condiciones en el circuito de enfriamiento prima-- rio. Se registra un espectro  $\gamma$  (100 seg tiempo medido), con un detector Ge (Li) (40 a 50 cm cúbicos) y un analizador multi-canal, de una porción de 50ml de agua, 10 min después de tomada la muestra;  $^{85m}\text{Kr}$ ,  $^{87}\text{Kr}$ ,  $^{88}\text{Kr}$ ,  $^{133}\text{Xe}$ ,  $^{135}\text{Xe}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{132}\text{I}$ ,  $^{135}\text{I}$ ,  $^{138}\text{Cs}$  y  $^{24}\text{Na}$  son observados rápidamente. Un segundo espectro  $\gamma$  de la muestra después de que éste ha sido de-gasi-- ficado por 10 min con N o Ar dá picos inalterados para  $^{101}\text{Tc}$  y  $^{133}\text{I}$ ; la comparación de las intensidades de los picos en los dos espectros dá la actividad de  $^{138}\text{Xe}$ . Alternativamente, se pueden aislar los núclidos de - fisión gaseosa por adsorción en carbón activado a bajas temperaturas. La sobreposición de los picos de los isótopos de I y Cs pueden ser resuel-- tos por eliminación extractiva del I de la muestra de-gasificada con --  $\text{CCl}_4$ ; el espectro  $\gamma$  de la fase orgánica dá picos debido al  $^{131}\text{I}$ ,  $^{132}\text{I}$ ,  $^{133}\text{I}$ ,  $^{134}\text{I}$  y  $^{135}\text{I}$  y en la fase acuosa debido a los picos  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{136}\text{Cs}$  y  $^{137}\text{Cs}$ . Otros ejemplos de núclidos  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{59}\text{Fe}$ ,  $^{58}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{54}\text{Mn}$  y  $^{56}\text{Mn}$  y pueden ser detectados del espectro  $\gamma$  cuando una muestra del agua, a la cual un agente catalítico ha sido adicionada, se filtra y el filtrado - se le adiciona una mezcla de  $\text{NH}_3$  acuosa y  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ , el precipitado se co-- lecta en un filtro y son medidas las actividades de los dos residuos.

W.C.D.

1974

VOLUMEN 27

ABSTR. 432

ANALISIS POR CROMATOGRAFIA-GASES DE ATMOSFERAS CONTAMINADAS: ANALISIS -- AUTOMATICO DE MUESTRAS DE GAS PARA OXIGENO, NITROGENO, ARGON, DIOXIDO DE CARBONO, OXIDO NITROSO E HIDROCARBONOS DEL C<sub>1</sub> AL C<sub>4</sub>.

Smith, K. A.; y Dowdell, R. J. (Agric. Res. Council Letcombe Lab., -- Wantage, Berks., England). J. chromat. Sci., 1973, 11 (12), 655-658.

Se pueden inyectar lotes mayores de 40 muestras de jeringas en las columnas por medio de un sistema automatizado, cada muestra se reparte entre las tres columnas (A, B y C) conectados en paralelo, cada columna se -- mantiene a 75°C y se opera con He como gas acarreador (17, 10 y 24 ml - por min respectivamente). La columna A (3 metros X 3 mm) es empacada con Porapak Q (50 a 80 mallas) y la columna B (3 metros X 3 mm) con tamiz molecular 5A (60 a 80 mallas) cada una es equipada con detectores de conductividad térmica para el análisis de gases inorgánicos. La columna C - (1.8 metros X 3 mm) es empacada con alúmina (100 a 120 mallas; desactivada con NaI) es una de dos columnas idénticas, cada una de la cual se usa rá en turnos mientras la otra es automáticamente fluída para remover compuestos que tengan tiempos de retención prolongados; la columna C es equi pada con un detector de ionización de flama para el análisis de hidrocar bonos. Los límites de detección son 20 p.p.m. para CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O; 75 p.p.m. para O, N y Ar; y 0.2 p.p.m. para los hidrocarburos.

M. J. Slucutt

1975

VOLUMEN 28

ABSTR. 3J37

RESINAS MACROPOROSAS PARA SORCION Y SEPARACION DE GASES POR CROMATOGR--  
FIA.

Fritz, James S.; y Chang, Richard C. (Ames Lab.- U.S.A.E.C., Iowa State  
Univ., Ames, U.S.A.). *Analyt. Chem.*, 1974, 46 (7), 938-940.

Varias resinas XAD (Rohm and Haas) son efectivas como adsorbentes para -  
gases orgánicos e inorgánicos (ejm. metano, etano,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$  y cloru  
no de vinilo) y como empaque de la columna para la separación g.s.c. de  
gases y compuestos orgánicos relativamente volátiles. La columna de ace-  
ro inoxidable (2.5 ft X 0.25 in diámetro exterior) es empacada con la re  
sina (100 a 150 mallas) y operada a temperatura ambiente, 60°C y 100°C -  
para fines de estudios de sorción, con He como gas acarreador (20ml por  
min) y un detector de conductividad térmica. Las mezclas que son comple-  
tamente separadas (i) Ne, Ar, Xe, Kr, O y metano (columna 4 ft); (ii) --  
aire, metano, etileno, etano,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , y  $\text{SO}_2$  y (iii) alcoholes normales  
del  $\text{C}_1$  al  $\text{C}_7$ ; se usó temperatura programada en cada ejemplo. Son esta--  
bles muchas de las resinas arriba de 200°.

W. J. Baker

1975

VOLUMEN 28

ABSTR. 4B17

DETERMINACION ESPECTROGRAFICA DE NITROGENO Y OXIGENO EN UNA ATMOSFERA --  
INERTE [EJEMPLO HELIO O ARGON O MEZCLAS DE HELIO-ARGON].

Kutyarkin, V. N.; y Pobegailo, T. A. *Zav. Lab.*, 1974, 40 (8), 964-965 (en  
ruso).

La excitación es con un arco de 15 amp entre electrodos de grafito en la parte interior de un recipiente con una ventana y conteniendo el gas que se está ensayando. Se miden las intensidades a 388.3 nm (banda CN) y -- 777.2 nm (banda O).

G. S. Smith

1975

VOLUMEN 28

ABSTR. 4H3

ANALISIS PARA GASES NOBLES Y GASES PERMANENTES EN EL AIRE POR CROMATOGRA  
FIA DE GASES RAPIDA.

Lutz, M.; y Charrier, G. (Commissar. Energ. Atom., Montrouge, France). -  
Chromatographia, 1974, 7 (8), 381-386 (en francés).

Se ha estudiado la elección del tamiz molecular 5A, carbón activado o Porapak Q como el empaque de la columna para la separación de He, Ne, H, O, Ar, Kr, N, metano, CO, Xe y CO<sub>2</sub>. Se puede usar el tamiz molecular para - la determinación de todos los gases excepto CO<sub>2</sub>, aunque es necesaria la programación de la temperatura iniciando desde la temperatura sub-ambien-  
tal. Se puede efectuar la separación del CO<sub>2</sub> del aire sobre carbón acti-  
vado, pero éste debe ser combinado con otros adsorbentes para separar el N y el O. El carbón activado también da una buena separación del CO del metano, se puede usar Porapak Q para todos los gases, pero es necesaria la programación de temperatura.

M. J. Saxby

1975

VOLUMEN 28

ABSTR. 6B26

METODO DE ANALISIS PARA GASES NOBLES.

Schmauch, George E. (Cryogenic Systems Div., Air Products and Chemicals Inc., Allentown, Pa., U.S.A.). CRC crit. Rev. analyt. Chem., 1974, 4 -- (2), 107-139.

Se resume la fuente y las propiedades de estos gases, los medios de detección y se enlistan las determinaciones de los gases y se revisan los procedimientos para analizar las muestras comerciales. Estos procedimientos incluyen g.c., m.s., i.r. y espectroscopía de emisión y los métodos para determinación de vapor de agua e hidrocarburos en gases nobles. Se considera el uso de g.c. y m.s. para analizar mezclas de los gases, se discute brevemente la determinación de la proporción isotópica por m.s. (80 referencias).

B. Harris

1975

VOLUMEN 28

ABSTR. 6J85

PREPARACION DE REACTIVOS SOLIDOS CON DISTRIBUCION HOMOGENEA DE RADIONUCLIDOS MARCADOS.

Jesenak, V.; Tolgyessy, J.; y Klehr, E. H. (Dept. Silicate Technol., -- Slovak Tech. Univ., Bratislava. Czechoslovakia). Radiochem. radioanalyt. Lett., 1974, 19 (3), 223-226.

Los polvos de  $\text{AgIO}_3$ ,  $\text{KCl}$  y  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (diámetro de partícula  $< 0.1$  mm) son impregnados con  $^{85}\text{Kr}$  ("criptonado") bajo presión (desde  $\approx 8$  a  $\approx 68$  atm) a  $25^\circ\text{C}$ ,  $200^\circ\text{C}$  y  $20^\circ\text{C}$  por 50, 10 y 5 hrs., respectivamente. El polvo se prensa en forma de pellets (10 mm de diámetro, 1 mm de espesor) para usar en procedimientos de "liberación de radio" (Cf., e.g., Naoum et al., Analyt. Abstr., 1974, 26, 1314).

A. Townshend

1975

VOLUMEN 29

ABSTR. 3D9

CUENTA DE CRIPTON-85 EN SANGRE POR LA TECNICA DE CENTELLEO LIQUIDO.

Mensch-Dechene, J.; Briancon, L.; Polianski, J.; Lockhart, A.; y Durand, J. *Biomedicine*, 1974, 21 (3), 146-150 (en francés).

Se coloca la muestra (1 ml) de actividad específica 0.5 nCi a  $1 \mu \text{Ci ml}^{-1}$  en el fondo de un pequeño frasco de 22 ml conteniendo 12 ml de solución-centelleadora líquido en tolueno. Se incrementa la velocidad de conteo durante 70 min, nivelando durante los próximos 60 min y se disminuye exponencialmente. Una relación rectilínea aproximada entre la actividad y la velocidad de conteo fué  $\approx 40\%$ . Este grado de exactitud de velocidad de conteo facilita que la técnica pueda ser usada en análisis clínicos de trazas de  $^{85}\text{Kr}$ .

Nucl. Sci. Abstr.

1975

VOLUMEN 29

ABSTR. 4A5

PREPARACION DE TRIOXIDO DE XENON PURO [ SOLUCION ACUOSA DE] DE PERXENATO SODICO.

Nalapaty, Joseph C.; y Jaselskis, Bruno (Dept. Chem., Loyola Univ., Chicago, I 11. 60626, U.S.A.). *Analyt. Chem.*, 1975, 47 (2), 354.

Se prepara una solución acuosa de  $\text{XeO}_3$  ( $\approx 0.05$  a  $0.1 \text{ M}$ ) adicionando polvo de  $\text{CO}_2$  sólido a una pasta de  $\text{NaXeO}_4$  (1 a 2 g) en agua tres veces destilada; el recipiente es sumergido en un baño a  $50^\circ\text{C}$ ; se remueve del baño y se adiciona una resina de intercambio catiónico (Bio-Rad AG 50W-X1; forma  $\text{H}^+$ ) a la mezcla, la cual se agita hasta emisión de gases de  $\text{CO}_2$ .

Se coloca la mezcla en una columna con resina, se pasa corriente tres veces y se eluye el  $XeO_3$  con agua. Se ha usado la solución acuosa de  $XeO_3$  como un reactivo analítico para alcoholes, aldehídos, cetonas y ácidos carboxílicos.

W. C. D.

1976

VOLUMEN 30

ABSTR. 3A3

CRIPTONATOS RADIOACTIVOS [BASADA EN CRIPTON-85]: PREPARACION, PROPIEDADES Y USOS EN QUIMICA Y AREAS CIENTIFICAS RELACIONADAS.

Tolgyessy, J.; Varga, S.; y Klehr, E. H. ( Slovak Tech. Univ., Bratislava, Czechoslovakia). Radioisotopy, 1974, 15 (5), 623-803.

Es presentada una revisión con 227 referencias.

Nucl. Sci. Abstr.

1976

VOLUMEN 30

ABSTR. 6H46

DETERMINACION DE ARGON EN AGUA DEL OCEANO ATLANTICO POR ANALISIS POR ACTIVACION DE NEUTRONES.

It'ichev, O. V.; Kolobashkin, V. M.; Novichkov, V.P.; Piven', N.S.; y ---  
Keristoforov, V.A. Okeanologiya, 1974, 14 (6), 1110-1112 (en ruso).

Referat. Zh., Khim., 196D, 1975, (9), Abstr. No. 96169.

1976

VOLUMEN 31

ABSTR. 1H10

MEDIDA DE LAS CONCENTRACIONES DE LA PROGENIE DE RADON EN AIRE POR ESPECTROMETRIA DE PARTICULAS-ALFA.

Kerr, G. D. (Oak Ridge Nat. Lab., Tenn., U.S.A.). Rep. U.S. Energy Res.-Dev. Admin., ORNL-TM-4924, 1975. 30 pp.

Se presenta una técnica para medir la progenie de vida corta del  $^{222}\text{Rn}$  en aire, la concentración de  $^{218}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Pb}$  y  $^{214}\text{Bi}$  son calculados de un conteo integral del  $^{218}\text{Po}$  y dos conteos integrales del  $^{214}\text{Po}$  colectada - la actividad de partículas-  $\alpha$  en un filtro por uso de un aparato muestreador de aire. También se discuten los efectos de muestreo y los tiempos de conteo en la exactitud de los resultados. Se presenta un programa de computación (escrito en BASIC) donde se calculará la concentración de  $^{218}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Pb}$  y  $^{214}\text{Bi}$  en aire y se estimará la exactitud de éstas concentraciones calculadas.

Nucl. Sci. Abstr.

1976

VOLUMEN 31

ABSTR. 6B26

DETERMINACION POR CROMATOGRAFIA DE GASES DE LOS GASES NOBLES DISUELTOS EN LIQUIDOS.

Wilhelmova, L.; y Cejnar, F. (Lab. Radiol. Dosimetry, Czech, Academ. Sci., Prague). J. radioanalyt. Chem., 1976, 31 (2). 383-387.

El solvente conteniendo los gases nobles es colocado en una cámara cortada en tiras colocadas éstas a 6 ml con un disco de vidrio aglomerado y los gases son arrastrados por una corriente de  $\text{H}_2$  la cual es usada como el gas acarreador. Se separan los gases en una columna empacada con 0.2

a 0.4 mm de carbón activado (Supersorbon HS-1) y operada a 100°C para -- Kr o a 200°C para Xe y son determinados en un detector de conductividad térmica. Se describe la preparación de soluciones estándares para cali-- bración. El método es adecuado para determinar los gases nobles en líqui-- dos como el agua, el metanol o el ciclohexano. La desviación estándar del método para Kr yXe es < 2.5% y la sensibilidad (a s.t.p.) es 6.41 g<sup>-1</sup> para Kr y 2 μl g<sup>-1</sup> para Xe.

A. S. Wilson

1977

VOLUMEN 32

ABSTR. 3B28

PERFIL DE LA INTENSIDAD DE LOS ISOTOPOS DE HIDROGENO Y DEL HELIO EN SOLI  
DOS POR ANALISIS DE REACCION-NUCLEAR.

Boerriger, J.; Picraux, S. T.; y Reed, N. (Inst. Phys. Univ. Aarhus, --  
Denmark). Rep. U.S. Energy Res. Dev. Admin., SAUD-75-5875, 1975. 9 pp.

En esta revisión de desarrollo reciente se resumen las consideraciones -  
generales para el perfil de la intensidad por el método de resonancia y  
por análisis de energía y las reacciones nucleares que han sido usados -  
para determinar H,  $^2\text{H}$ ,  $^3\text{H}$ ,  $^3\text{He}$  y  $^4\text{He}$  son tabulados y comparados en térmi  
nos de la intensidad de resolución y sensibilidad. Como ejemplos se re--  
producen los rangos de cortes verticales de  $\text{H}^+$  implantando en alúmina, -  
de  $^3\text{He}$  implantado en niobio y de  $^4\text{He}$  en aluminio (14 referencias).

R. L. J.

1977

VOLUMEN 32

ABSTR. 4B30

SISTEMA METALICO DE LUZ-BLANCA PARA EL ANALISIS DE GASES RAROS.

Takaoka, Nobuo (Dept. Phys., Fac. Sci., Osaka Univ., Toyonaka, Japan). \_  
Shitsuryo Bunseki [Mass Spectrosc.], 1976, 24 (1), 73-86.

Es descrito un sistema comprendiendo las secciones de extracción de gas  
y purificación, una unidad de bombeo, un muestreador de gas y un espec-  
trómetro de masa para el análisis isotópico de niveles bajos de He, Ne,  
Ar, Kr y Xe. Se obtienen mejores resultados con el uso de un crisol iner  
te de tantalio; valores del blanco característico (a s.t.p.) son 1.4 pl,  
 $\approx 10$  fl,  $\approx 9.7$  pl,  $< 0.7$  fl y  $< 0.3$  fl para  $^4\text{He}$ ,  $^{20}\text{Ne}$ ,  $^{40}\text{Ar}$ ,  $^{84}\text{Kr}$  y

$^{132}\text{Xe}$  respectivamente. El sistema se ha usado en análisis isotópico cuantitativo de los gases raros en meteoritos.

P. C. Rouse

1977

VOLUMEN 33

ABSTR. 5H7

DETERMINACION DE RADON-222 AMBIENTAL U OCUPACIONAL EN EL AIRE Y EN EL --  
AGUA Y RADIO-226 EN EL AGUA CON METODOS RAPIDOS Y CONVENIENTES DE MUES--  
Treo Y MEDIDA.

Pohl, Egon; y Pohl-Rulling Johanna (Inst. Phys., Univ. Salzburg, Austria)  
Health Phys., 1976, 31 (4), 343-348.

Las muestras de aire son colectadas en contenedores flexibles de Supro-  
nyl N de 30-1 y las muestras de agua en frascos de vidrio de 0.5 ó 2.5-1.  
El  $^{222}\text{Rn}$  se determina directamente en la muestra de aire y después elimi-  
nada de la muestra del agua por una corriente de aire, usando para ello  
una cámara de ionización de 10 ó 20-1 como por ejemplo un electrómetro -  
condensador oscilante. Después de cada medida, la cámara fué evacuada y  
otra vez llenada con aire libre de Rn y cambiado el electrodo central.  
Los errores totales para el contenido de Rn fueron  $\pm 20\%$  y  $\pm 3\%$  en los -  
niveles de 1 a 50 pCi, respectivamente. Se determina el contenido de --  
 $^{226}\text{Ra}$  de una muestra de agua midiendo el  $^{222}\text{Rn}$  que se forma después de -  
que se elimina el Rn original con la corriente de aire.

P. C. R.

1978

VOLUMEN 34

ABSTR. 4B115

ANALISIS ESPECTROMETRICO DE MASAS DE ATMOSFERAS DE CONTACTO SELLADAS ---  
ELECTRICAMENTE.

Schubert, Rudolf (Bell Telephone Laboratories, Columbus, Ohio 43213, U. S.A.). J. Vac. Sci. Technol., 1977, 14 (1), 593-595.

Las muestras de gas de carrizos secos en contacto sellados conteniendo  $\approx 50 \mu\text{l}$  de gas (típicamente, la proporción N-H 97:3) a  $\approx 1$  atm, se analizaron por resolución de m.s. baja. Los contactos se rompen en un montaje simple (ilustrado) el cual se une a la válvula de salida del espectrómetro de masa y en el cual el fuelle de construcción admite una cuña rota para ser la entrada hacia el contacto sellado trazado. Se conservan los fragmentos de vidrio en la válvula de salida del espectrómetro de masa por medio de un tamiz de acero inoxidable de malla 200. Los gases que se detectaron fueron H, He, N, CH<sub>4</sub>, O, H<sub>2</sub>O, Ne, Ar y CO<sub>2</sub> siendo los niveles mínimos detectables de 0.001% atómico para O y CO<sub>2</sub> y 0.01% atómico para H y H<sub>2</sub>O. El sistema se calibró para 0.01 a 21% de O y N y los errores fueron de  $\pm 25\%$  del valor medido arriba del rango de 0.001% a 100% para O. La calibración para otros gases cubre un rango más limitado pero dió reproducibilidades similares. Se usaron muestras de  $50 \mu\text{l}$  conteniendo suficiente gas para correr cuatro espectros en 15 seg y reduciendo el tiempo de barrido del espectro a 5 seg con no menos sensibilidad o resolución. El método puede ser usado para analizar muestras de  $5 \mu\text{l}$ .

C. K. L.

1978

VOLUMEN 35

ABSTR. 3H9

## ADSORCION DE RADON EN CARBON ACTIVADO.

Duenas, C.; Perez, M.; Fernandez, C.; y Alcalá, M. (Dept. Fis., Fac. -- Cienc., Málaga, Spain). An. Fis., 1977, 73 (4), 205-208. (en español). La muestra de gas (ejemplo aire) es pre-enfriada a  $-10^{\circ}\text{C}$  y es liberada del vapor de agua y  $\text{CO}_2$  por medio de  $\text{CaCl}_2$ , KOH y gel de sílice. Después se pasa a una velocidad de  $22 \text{ l min}^{-1}$  a través de un cartucho de acero inoxidable conteniendo carbón activado (6 a 12 mallas) y se enfria a  $-76^{\circ}\text{C}$ . Se eliminan los gases no adsorbidos (ejemplo O) pasando Ar a través del cartucho, el cual se calienta entonces de  $450^{\circ}\text{C}$  a  $500^{\circ}\text{C}$  durante 15 min, el Rn es desorbido hacia una corriente de He y colectado en un frasco de vidrio de 0.5 l que está cubierto internamente con ZnS(Ag) excepto en una área de 5 cm de diámetro de la base. Se miden los centelleos resultantes de una emisión de partículas  $\alpha$  por medio de un foto tubo en un período de 3.5 hr. La calibración es efectuada con una solución estándar conteniendo  $^{226}\text{Ra}$ .

J. K. C.

1978

VOLUMEN 35

ABSTR. 5H9

APLICACION DE ANALISIS DE MINIMOS CUADRADOS PARA LA ESTIMACION DE CONCENTRACIONES ATMOSFERICAS BAJAS DE HIJAS DE RADON DE VIDA CORTA Y ESTUDIOS EN SU DESEQUILIBRIO.

Rangarajan, D.; Gopalakrishnan, S.; y Eapen, C. D. (Bhabha Atomic Res. - Centre, Air Monitoring Sect., Bombay, India). Pure Appl. Geophys., 1977,

115 (3), 513-522.

Se discute la aplicación del método de mínimos cuadrados pesados y sin -  
pesar en la determinación de isótopos hijas individuales en la atmósfera.  
Se puede optimizar el método por elección apropiada de tiempos de colec-  
ción de la muestra y periodos de conteo. Analizando un gran número de --  
muestras, se demuestra que el método de mínimos cuadrados da mejor exac-  
titud que el método usual de ecuaciones simultáneas. Los cálculos se pue-  
den simplificar usando el análisis de mínimos cuadrados sin pesar, sin -  
significativa pérdida de la exactitud. Es descrita la aplicación a las -  
medidas de  $^{218}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$ ,  $^{212}\text{Pb}$  y  $^{212}\text{Bi}$ .

#### INIS Atomindex

1978

VOLUMEN 35

ABSTR. 6J78

TRAMPA DE CARBON PERFECCIONADA PARA ESPECTROMETRIA DE MASA DE GASES-RAROS.

Reynolds, J. H.; Jeffery, P. M.; McCrory, G. A.; y Varga, P. M. (Dept. -  
Phys., Univ. California, Berkeley, Calif. 94720, U.S.A.) Rev. Sci. Ins--  
trum., 1978, 49 (4), 547-548.

Una trampa para desorción progresiva de gases raros, incluyendo He y Ne,  
es descrita, y se dan datos representativos. La trampa se enfría con un  
refrigerador de expansión comercial conteniendo He y así las temperaturas  
son fácilmente controladas abajo de  $\approx 20^\circ\text{K}$ . Se usan gases condensados, -  
no fríos.

1979

VOLUMEN 36

ABSTR. 3B18

HORNO ULTRA-REFINADO DE ALTO VACIO PARA EL ANALISIS DE GASES RAROS.

Staudacher, T.; Jessberger, E. K.; Doerflinger, D.; and Kiko, J. (Max-Planck-Inst. Kernphysik, Heilderberg, W. Germany. J. Phys. E, 1978, 11 - (8), 781-784.

Se resume el diseño de un horno metálico que es calentado eléctricamente. El crisol de la muestra asociado es un tubo de tantalio de 17 mm de diámetro y 15 mm de espesor, base que se ajusta a un termopar. El uso de un horno para extraer el argón, y así para estimar la fecha de las muestras geológicas. Se corre un blanco de  $\approx 3 \times 10^{-10}$  ml de  $^{40}\text{Ar}$  el cual se libera durante un período de calentamiento de  $\approx 50$  min a una temperatura mayor de  $\approx 1300^\circ\text{C}$ .

G. J. H.

1979

VOLUMEN 36

ABSTR. 5J13

DETECCION CUANTITATIVA DE TRAZAS DE IMPUREZAS EN GASES POR ESPECTROMETRIA INFRA-ROJA DE SOLUCIONES CRIOGENICAS.

Freund, Samuel M.; Maier, Williams B., II; Holland, Redus F.; and Beattie Willard H. (Univ. California, Los Alamos Sci. Lab., P. O. Box 1663, N. - Mex. 87545, U.S.A.). Anal. Chem., 1978, 50 (9), 1260-1262.

Como el análisis infra-rojo para impurezas es más fácil y rápido en una fase líquida que en una fase gaseosa, el gas a ser examinado se licua -- primero (por enfriamiento y condensación). La técnica se ejemplifica con la determinación de niveles de p.p.m. de vinil cloruro y dicloro difluorometano adicionando aire líquido y  $\text{CO}_2$  ( $\approx 2$  p.p.m.) en xenón líquido

comercial, usando una celda de 1-cm en cada caso.

G. P. C.

1979

VOLUMEN 36

ABSTR. 5J41

PROPIEDADES DE TAMIZ MOLECULAR DE COMPLEJOS POLIMERICOS DE METAL-BASE DE SCHIFF.

Riederer, Manfre; and Sawodny, Wolfgang (Abt. Anorg. Chem., Univ. Oberer Eselsberg, Ulm, W. Germany.). *Angew. Chem., Int. Ed. Engl.*, 1978, 17 (8) 610-611.

Se ha hecho un estudio de las propiedades del complejo  $^{II}Cr$  de un polímero de  $\alpha^2$ - { 4 - [ (4- salicilideneamino ciclohexil) metil]ciclohexilimino } -2,4-xilenoI (Cf. Sawodny and Riederer, *Angew. Chem.*, 1977, 89, - 897). Se demuestra que las capacidades de adsorción de éste material son mayores que las capacidades de la zeolita o del carbón activado por ejm. como para la piridina,  $CCl_4$ , benceno, metanol y ciclohexano, aunque no - así para el  $H_2O$ . Se puede usar el complejo como tamiz molecular para la separación por g.c. de He, Ne, Ar, Kr y Xe; sus propiedades de absorción son semejantes a las del tipo de zeolitas 13X con un diámetro de poro de 0.8 nm.

R. L. J.

1979

VOLUMEN 37

ABSTR. 1H26

REVISION CONTINUA DE CONCENTRACIONES DE RADON.

Cathey, Le Cont (Dept. Phys. and Astron., Univ. South Carolina, Columbus, S.C. 29208, U.S.A.). *Rev. Sci. Instrum.*, 1978, 49 (12), 1670-1674.

Se describe el uso de cámaras de ionización para la revisión continua del  $Rn$  disuelto en aguas subterráneas. En una de las formas de funcionamiento, se burbujea el aire a través de la muestra para pasar el  $Rn$  hacia la cámara y en una segunda forma la muestra de agua se pasa a través de la cámara. Se describen los sistemas de soporte electrónico para aplicaciones remotas y urbanas.

1980

VOLUMEN 38

ABSTR. 48113

NUEVO METODO INSTRUMENTAL PARA DETERMINAR GAS DE FISION RETENIDO EN OXIDO DE COMBUSTIBLE IRRADIADO.

Baldwin, D. L.; and Randklev, E. H. (Hanford Eng. Dev. Lab. Richland, -- Wash. 99352, U.S.A.). U.S. Dep. Energy, Rep., HEDL-TME-78-2, 1978. Pp. -- 34.

Ha sido desarrollado un método para determinar Xe y Kr en combustibles -- nucleares; este método implica la liberación del gas por fusión de la -- muestra seguido por g.c. Se determina un análisis único en 12 min y el -- coeficiente de variación para determinaciones de los dos gases son 2.5 y 2.0 % respectivamente.

Energy Res. Abstr.

1980

VOLUMEN 39

ABSTR. 4B20

PREPARACION DE XENON-128 COMO TRAZADOR PARA EL ANALISIS DE HUELLAS DE XE  
NON.

Froment, G.; Malherbe, P.; and Rolland, M. L. (Commis. Energie At., Centre Etudes Bruyeres le Chatel, Montreuge, France). J. Radianal. Chem., -- 1980, 55 (2) 213-218. (en Frances).

El artículo proporciona los detalles para la purificación de  $^{128}\text{Xe}$  del -- KI por irradiación durante 24 horas en un flujo de  $10^3 \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ; el Xe se recupera de la matriz por fusión o por hidrólisis. El producto se purifica por g.c. usando un empaque de tamiz molecular (para retener  $\text{H}_2\text{O}$  y  $\text{CO}_2$ ) y He como gas acarreador; se eluyen H, O, N, y  $\text{CH}_4$  y se desechan y el Xe se colecta y separa del Xe.

W. C. D.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Bargallo, M.  
Tratado de Química Inorgánica Fundamental y Sistemática.  
Practice-Hall, Inc.  
Editorial Porrúa, S.A.  
México (1972).
- 2) Chernick, C. L.  
The Chemistry of The Noble Gases.  
Atomic Energy Commission.  
Oak Ridge Tennessee, EUA (1967).
- 3) Cook, G.  
Argon, Helium and The Rare Gases. Volumen II.  
The Elements of the helium group.  
Interscience Publishers.  
New York (1961).
- 4) Cotton, F. A. y Wilkinson, G.  
Química Inorgánica Avanzada.  
Editorial Limusa.  
México (1980).
- 5) Jolly, W. L.  
The Chemistry of The Non-Metals.  
Prentice-Hall. Inc.  
Englewood Cliffs, N. J. (1966).

- 6) International Union of Pure and Applied Chemistry.  
Nomenclature of Inorganic Chemistry.  
Second Edition.  
Pergamon Press.  
London-Butterworths (1971).
- 7) The Merck Index  
Ninth Edition  
Windholz, Martha-Editor.  
Merck Co., Inc., Published by.  
Rahway, N. J. U.S.A. (1976).
- 8) Sladky, F.  
Gases Nobles.  
Inorganic Chemistry Series Two Volumen 3.  
V Gutmann Editor.  
University Park-Press-Baltimore.  
Butterworths-London (1975).
- 9) Vazquez Torres, Humberto.  
Química de Los Gases Nobles.  
México (1976).