

# DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PARA LA OBTENCIÓN DE $^{32}\text{P}$

**Cecilio Duarte Alaniz<sup>1,2</sup>, José Alanis Morales<sup>1</sup>, Edgar López Galván<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup>Instituto Nacional De Investigaciones Nucleares (ININ). Carretera México-Toluca, km 36.5, Ocoyoacac, Edo. De México, C.P. 52045.

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Toluca (ITT). Av. Tecnológico s/n, ex Rancho La Virgen, Metepec, Edo. De México, C.P. 52140.

## 1. INTRODUCCION

El fósforo-32 ( $^{32}\text{P}$ ) es un radioisótopo emisor  $\beta^-$  de energía máxima de 1.71 MeV con vida media de 14.28 días que tiene aplicaciones como radiotrazador en la industria, en agricultura, en medicina, en biología y en ecología.<sup>3,4,6</sup>

Existen varias formas para obtener el  $^{32}\text{P}$  que dependen fundamentalmente de la forma química irradiada, por ejemplo: irradiación de fósforo elemental, irradiación de pentasulfuro de sodio, irradiación de sulfato de magnesio e irradiación de azufre elemental; cada uno de los cuales con diversos métodos de separación del  $^{32}\text{P}$ .<sup>1</sup>

Actualmente en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) se lleva a cabo un proyecto para la obtención del  $^{32}\text{P}$  por irradiación del azufre-32 ( $^{32}\text{S}$ ) con neutrones rápidos en un reactor nuclear mediante la reacción nuclear  $(n, p)$ <sup>1,2</sup>. El  $^{32}\text{S}$  está contenido en un 95.02% en el azufre elemental alfa ( $\text{S}\alpha$ )<sup>2</sup>, por lo que la materia prima que se usa es el  $\text{S}\alpha$ . La separación del  $^{32}\text{P}$  se lleva a cabo por destilación en seco del  $\text{S}\alpha$  y oxidación del  $^{32}\text{P}$ . Este método ofrece ventajas sobre los demás, algunas son:

- El  $^{32}\text{P}$  decae a  $^{32}\text{S}$ , así que las trazas de  $^{32}\text{P}$  en  $\text{S}\alpha$  ya destilado no interfieren en una nueva irradiación de  $\text{S}\alpha$ , por lo que el azufre es reutilizable.
- No se forman radioisótopos que interfieran en la separación del  $^{32}\text{P}$ .
- Como el  $\text{S}\alpha$  es un polvo y no es tan reactivo como el fósforo, se puede manipular relativamente fácil y sin riesgos dentro de una celda caliente.

En este trabajo se presenta una parte de este proyecto, que corresponde al diseño y construcción del prototipo experimental para efectuar la separación del  $^{32}\text{P}$  en forma de ácido ortofosfórico ( $\text{H}_3^{32}\text{PO}_4$ ).

La parte que se presenta, corresponde al diseño y construcción del prototipo experimental para la separación del  $^{32}\text{P}$ .

## 2. EXPERIMENTAL

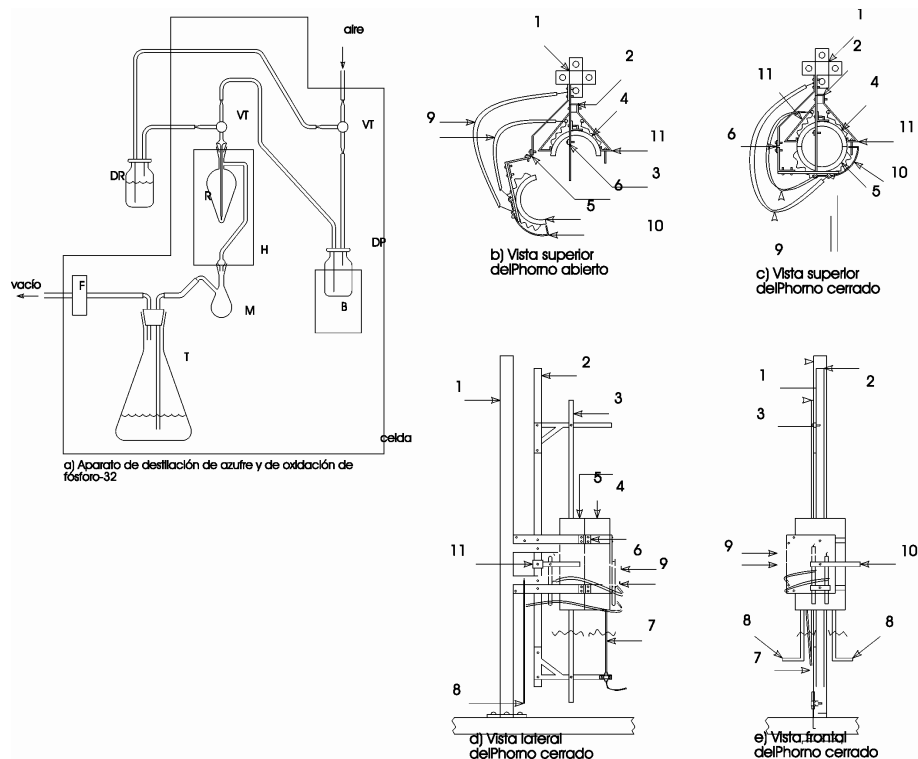
La separación del  $^{32}\text{P}$  del  $\text{S}\alpha$  irradiado se efectúa en dos pasos. El primero consiste en una destilación en seco del  $\text{S}\alpha$  en atmósfera de nitrógeno gaseoso ( $\text{N}_{2g}$ ) a 450°C. El segundo paso consiste en hacer reaccionar los átomos de  $^{32}\text{P}$  formados con átomos de oxígeno provenientes de peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) diluido en ácido clorhídrico acuoso ( $\text{HCl}_{aq}$ ).

Para efectuar la separación del  $^{32}\text{P}$  se diseñó el prototipo de modo que los dos pasos de la separación, la destilación y la oxidación, se llevaran a cabo en un mismo equipo.

El prototipo (fig. 1) consta de una estructura fija sobre la cual está montado un horno cilíndrico que se abre longitudinalmente a la mitad, dentro del horno se ensambla un soporte intercambiable en el que están sujetos un matraz de destilación conectado a un matraz que recibe el producto de destilación (fig 1a). El prototipo está provisto de una trampa de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) que funge como sello hermético dinámico para permitir la salida de  $\text{N}_{2g}$  expandido por incremento de temperatura y para capturar vapores de  $\text{S}\alpha$  que no se condensen en el matraz de condensación.

Después de efectuada la destilación, al conectársele una pipeta con válvula de tres vías al matraz de destilación, éste funge como reactor para llevar a cabo la oxidación del  $^{32}\text{P}$ . También está provisto de un filtro para impedir la salida de la celda caliente de aire que posiblemente contenga material radiactivo.

El prototipo, que está armado dentro de una celda caliente hermética con servicio de extracción y guantes; también cuenta con sistemas externos a la celda que son: controlador de temperatura del horno, sistema externo de aire-vacío (fig. 2) para efectuar el cambio de atmósfera de aire por atmósfera de  $N_{2g}$  en la destilación y para transporte de reactivos y productos entre depósitos y reactor. El sistema de aire-vacío está equipado con filtros que proveen de aire limpio al reactor y que evitan la salida del sistema a la atmósfera de aire contaminado con material radiactivo. Los depósitos de reactivos y productos son intercambiables. En la figura 3 se muestra una fotografía del equipo completo.



- a) B: blindaje, DR: depósito de reactivo, DP: depósito de producto, F: filtro, H: horno, M: matraz de condensación, R: matraz de destilación y reactor, T: trampa, VT: válvulas de tres vías.
- b), c), d), e) 1.-Soporte general, 2.-Soporte de accesorios, 3.-Soporte con aparato de destilación, 4.-Resistencia fija, 5.-Resistencia móvil, 6.-Visagra, 7.-Termopar, 8.-Alimentación de electricidad, 9.-Conecciones entre resistencias, 10.- Manivela, 11.-Inmovilizador de resistencia y de líneas eléctricas.

Figura 1. Prototipo para obtención de  $^{32}P$

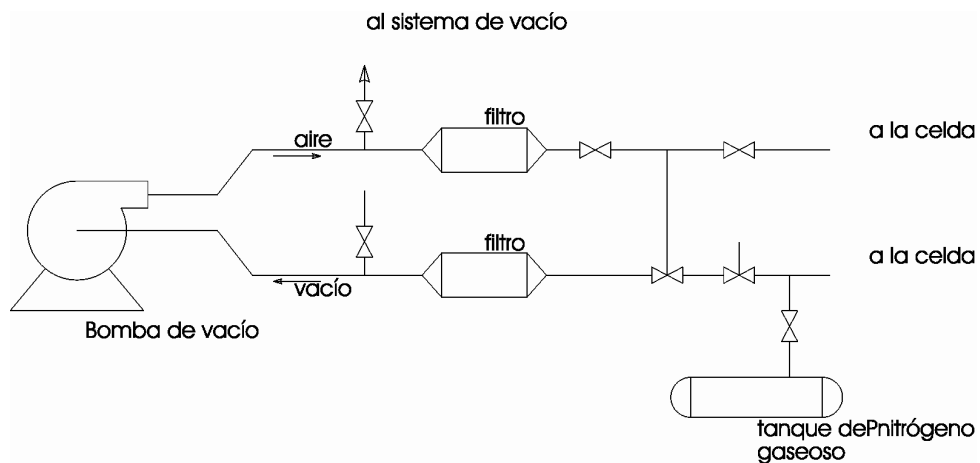


Figura 2. Sistema de aire-vacío



Figura 3. Fotografía del prototipo para obtención de  $^{32}\text{P}$

### 3. CONCLUSIONES

- El prototipo está diseñado por módulos, lo que permite desmontarlo y montarlo con facilidad y además implementarle accesorios para perfeccionar su funcionamiento o para adaptarlo para otras separaciones radioquímicas.

- El prototipo puede ser usado para efectuar otras separaciones radioquímicas que se basen en cambios de estado físico ya sea por presión negativa o por temperatura, como la separación de  $^{131}\text{I}$  del  $\text{TeO}_2$  sinterizado.
- Los filtros y el  $\text{H}_2\text{O}$  del sello hermético pueden ser monitoreados para determinar eficiencias.
- El prototipo es experimental y su perfeccionamiento conducirá al prototipo de producción industrial

#### 4. REFERENCIAS

1. International Atomic Energy Agency, Radioisotope Production And Quality Control, Viena, 1971.
2. Walker F.W., Miller D. G., Feiner F.,. Chart of the nuclides, Knolls Atomic Power Laboratory, 13<sup>a</sup> ed, 1983.
3. Kirk-Othner, Encyclopedia of Chemical Technology, V 19,22, 3<sup>a</sup> ed., EUA,1982
4. Carter A. J., Fischell T.A. Current status of radioactive stents for the prevention of in-stent restenosis, Clinical Investigation, 127, 1998.
5. Navarrete M., Introducción al Estudio de los Radioisótopos, UNAM, 1993.