

SLD257 CALCULADORA PARA GESTION DEL DECAIMIENTO DE ISÓTOPOS RADIATIVOS

SLD257 CALCULATOR FOR THE ISOTOPES RADIOACTIVE DECAY

Gretel Felizola Hermida¹, Jorge R. Díaz Silvera², Orlando Dranget Palacios³

1 Universidad de Oriente, Cuba, gretel.felizola@csd.uo.edu.cu, San Gerónimo # 558 apto 9 / Reloj y San Agustín. Santiago de Cuba.

2 Universidad de Oriente, Cuba, jdiaz@csd.uo.edu.cu

3 Hospital Oncológico "Conrado Benítez García", Cuba, orlando.dranget @medired.scu.sld.cu

RESUMEN: *En este trabajo se presenta un sistema para el cálculo del decaimiento radiactivo de los isótopos empleados en la medicina nuclear, que calcula el valor radiactivo de isótopos en cada momento de tiempo hasta su desintegración total o alcanzar su estabilidad física. Esta calculadora se ha mejorado con gráficas, cálculo de fecha final de desintegración, conversiones y cambios automáticos entre unidades de medida. Para saber la radiactividad actual de la sustancia utilizamos una fórmula matemática, la cual junto con la actividad inicial del producto, su período de semidesintegración, el tiempo que el usuario introduzca para saber la pérdida del producto y otras constantes, nos ofrecerá cual es la pérdida que ha tenido dicho producto en un determinado tiempo.*

Palabras Clave: isótopos, radiactividad, semidesintegración.

ABSTRACT: *In this work a system is up for the calculation of radioactive decay of isotopes used in the nuclear medicine, that he estimates the radioactive value of isotopes around each time moment to his total disintegration or attaining his physical stability. This calculator has been improved with graphs, calculation of final date of disintegration, conversions and automatic changes among units of measurement. A mathematical formula, which along with initial activity of the product, his period of semi-disintegration, the time utilized the present-day radioactivity of substance for knowledge that the user introduce to know the loss of the product and another constants, it will offer us as he is the loss that has had the aforementioned product in a determined time.*

Keywords: isotopes, radioactivity, semi-disintegration

1. INTRODUCCIÓN

La Medicina Nuclear es una especialidad de la medicina actual, en que se utilizan radiotrazadores o radiofármacos, que están formados por un fármaco transportador y un

isótopo radiactivo [1]. Estos radiofármacos se aplican dentro del organismo humano por diversas vías (la más utilizada es la vía intravenosa).

Se llama *radioisótopo* a aquel isótopo que es radiactivo. La palabra *isótopo*, del griego "en

mismo sitio", se usa para indicar que todos los tipos de átomos de un mismo elemento se encuentran en el mismo sitio de la tabla periódica. Los átomos que son isótopos entre sí, son los que tienen igual número atómico (número de protones en el núcleo), pero diferente número másico (suma del número de neutrones y el de protones en el núcleo) [2].

Los distintos isótopos de un elemento, difieren pues en el número de neutrones. La diferencia de los radioisótopos es que su núcleo atómico es radiactivo, lo cual se debe a tener un mal balance entre neutrones y protones [3]. Para compensar esto el núcleo ha de emitir radiación para desexcitar el núcleo, transmutándolo en un elemento estable u otro isótopo radiactivo. La energía liberada al cambiar de forma puede detectarse con un contador Geiger o con algún tipo de detector de partículas como la cámara de Wilson o la cámara de burbujas [4].

Cada radioisótopo tiene un período de semidesintegración o vida media características. La energía puede ser liberada, principalmente, en forma de radiación corpuscular (partículas) alfa (núcleos de helio), beta (electrones) neutrones (radiación neutrónica) o como energía electromagnética Rayos gamma. Varios isótopos radiactivos artificiales tienen usos en medicina. Por ejemplo, un isótopo del tecnecio puede usarse para identificar vasos sanguíneos bloqueados [5].

A través del uso dado a una versión anterior, de los propios autores, de la calculadora de decaimiento radiactivo en el departamento de Física Médica del Hospital Oncológico "Conrado Benítez García" de Santiago de Cuba, se ha determinado que puede mostrar nuevos procesamientos que mejoran la comprensión del cálculo.

De acuerdo al problema planteado se formula el siguiente objetivo general. "Perfeccionar la calculadora de decaimiento radiactivo con nuevas prestaciones que mejoren las lecturas y análisis del valor radiactivo de las sustancias."

Este objetivo se materializa mediante la nueva versión de calculadora de decaimiento radiactivo, que ofrece opciones como conocer el decaimiento del valor radiactivo de un

radioisótopo dados la cantidad inicial y fecha actual y la hora, junto con el tiempo que introduzca el usuario para saber la pérdida del producto, así como servicios adicionales para perfeccionar su explotación.

2. CONTENIDO

En nuestro trabajo se perfecciona un sistema para el cálculo del decaimiento radiactivo de los isótopos empleados en la Medicina Nuclear, que tiene una primera versión concluida por los mismos autores.

En general son radiactivas las sustancias que no presentan un balance correcto entre protones o neutrones. Aquí podemos ver los isótopos que se utilizan con más frecuencia:

Tabla I: Isótopos radiactivos más utilizados

Nombre	Símbolo	t _{1/2} (vida media)
Fósforo 32	32P	14,1 días
Iodo 131	131I	7,06 días
Iodo 125	125I	60 días
Cromo 51	51Cr	27,7 días
Rubidio 86	86Rb	44 días
Sodio 22	22Na	11 días

A partir de cada uno de estos isótopos, junto con su período de semidesintegración t_{1/2} (vida media), calculamos el decaimiento radiactivo mediante la fórmula para el cálculo del decaimiento radiactivo de los isótopos empleados en la Medicina Nuclear [6] - [10]:

$$N(t_{1/2}) = N_0 e^{-\frac{\lambda t}{t_{1/2}}}$$

donde:

t_{1/2}: es el período de semidesintegración.

t: Tiempo transcurrido.

N: Potencia de dosis a calcular (decaída).

N₀: es el número inicial (cuando t = 0) de núcleos de la muestra, representando la potencia de dosis inicial (calibrada).

λ: es la constante de desintegración, con λ = - 0.693

La calculadora da la posibilidad de calcular la radiactividad de un radiofármaco en fecha

posterior a la entrada del lote, de conocer la fecha de expiración de radiactividad, gráficas del decaimiento radiactivo y la posibilidad de usar diferentes unidades de medidas (del sistema internacional de medidas o en curí).

3. IMPLEMENTACIÓN

La calculadora fue desarrollada en el lenguaje de programación C++, empleando C++ Builder 6.0 para la construcción de su interfaz visual.

En este utilizamos una serie de funciones como DateTime, la cual nos sirvió para auxiliarnos de algunos de sus métodos. También podemos destacar componentes como TCalendar y algunas funciones implementadas como por ejemplo: calcular la cantidad de días que existen entre una fecha y otra, es decir la fecha de entrada del producto escogido y la fecha de salida que el usuario introduzca para saber la pérdida de este.

Incluimos en la calculadora una gráfica con ayuda de la componente TChart y sus propiedades, lo cual pudo mostrar el decaimiento radiactivo dada una sustancia en la gráfica, y al colocarse sobre la línea de decaimiento se muestra el valor de la ordenada.

4. BREVE DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA IMPLEMENTADA

A continuación podemos ver una imagen de dicha herramienta, donde haremos una breve explicación para su uso. La pantalla principal es:



Figura. 1: Pantalla principal de la Calculadora

Aquí utilizamos dos paneles. En este primer panel el usuario debe escoger el isótopo para el cálculo de su decaimiento y mediante los botones numerados



asignarle la cantidad a calcular. Debajo encontramos la hora actual, la cual puede ser modificada con los botones de horas y minutos, y más abajo aparece el calendario, en el cual está ubicada la fecha actual. Los datos que se introducen son el producto y la actividad inicial entrada del isótopo al hospital, en el sistema de unidades que se desee. Entonces se habilitará el botón del decaimiento en el tiempo, que al pulsarlo abrirá el panel izquierdo para el cálculo del decaimiento en la fecha actual:

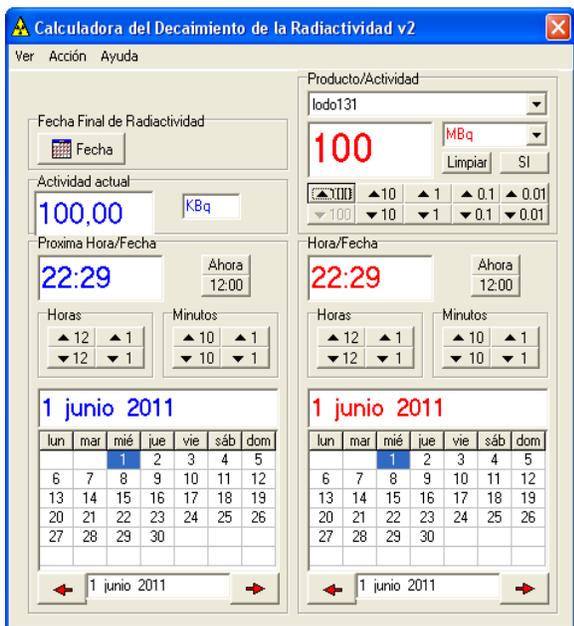


Figura. 2: Ejemplo de la Calculadora con los valores iniciales de radiactividad

En este panel izquierdo se puede encontrar el botón Fecha , al dar clic aparecerá a su lado la fecha en que el isótopo perderá su radiactividad. Debajo está el panel donde se encuentra la actividad actual, con el mismo valor de actividad del primer panel, pero al movernos por el calendario de dicho panel este valor será alterado debido a que se estará realizando el cálculo del decaimiento del isótopo. Si nos seguimos moviendo por el calendario llegará un momento en que el valor del isótopo habrá perdido su radiactividad y será anunciado por un mensaje.

Al marcar la opción de Ver/Gráfica



aparece la gráfica de días transcurridos contra valor de radiactividad, que proporciona otra opción de análisis del decrecimiento cuando marcamos con el cursor sobre un punto de la gráfica.

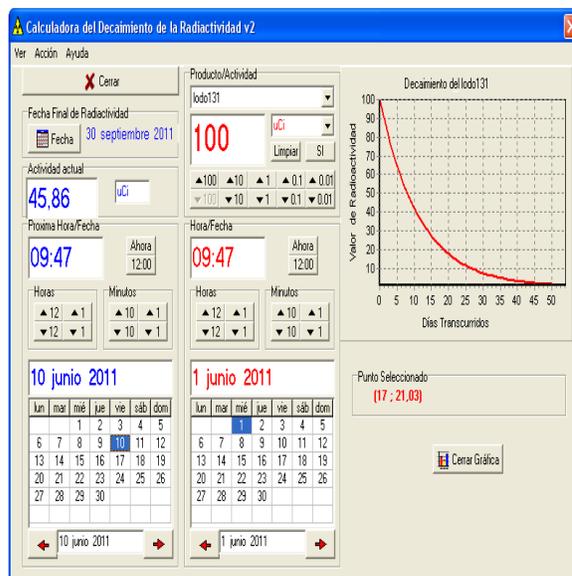


Figura. 3: Gráfica de decaimiento radiactivo mediante un ejemplo

Por otra parte se encuentran otras opciones de trabajo no menos importantes, entre ellos está Limpiar, éste cerrará los paneles laterales y limpiará los datos insertados de los dos paneles. También está la opción de Imprimir, que por ahora se prescinde de su uso y se encuentra deshabilitada.

5. EMPLEO ACTUAL DE LA CALCULADORA

La calculadora está en uso en el Hospital Oncológico "Conrado Benítez", constituyendo una vía segura para el trabajo con los isótopos radiactivos y contribuye a seguir los criterios establecidos en las normas de gestión de materiales residuales con contenido radiactivo.

6. CONCLUSIONES

Esta Calculadora constituye una vía segura para el trabajo con los isótopos radiactivos, ya que el sistema da la posibilidad de calcular la radiactividad de un radiofármaco en fecha posterior a la entrada del lote, de conocer la fecha de expiración de radiactividad, obtener gráficas del decaimiento radiactivo y la posibilidad de usar diferentes unidades de

medidas (del sistema internacional de medidas o en milicuries) [11] – [15].

Este software contribuye significativamente en la optimización de la Protección Radiológica [16] al paciente y trabajadores evitando la exposición a valores inseguros de radiactividad, como premisa fundamental del país de aplicar de forma segura y con fines pacífico la Energía Nuclear.

7. RECOMENDACIONES

En el futuro se pretende generalizar el uso de la calculadora en otros Hospitales que requieran el cálculo de decaimiento radiactivo, lo que permitirá hacer las correcciones y extensiones que aconsejen los resultados de su uso. Además de utilizar la calculadora de forma autónoma, se pretende integrarla a un sistema de control radiactivo en los pacientes que serán atendidos en consulta de radioterapia.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. International commission on radiological protection. Recommendations of the icrp, icrp publication no. 60, pergamon press, oxford and New York. 1991.
2. Organismo internacional de energía atómica. Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra las radiaciones ionizantes y para la seguridad de las fuentes de radiaciones, afn/ocde, oiea, oms, ops, oit. 1994.
3. Resolución conjunta citma – minsap. Reglamento "normas básicas de seguridad radiológica". Gaceta oficial de la república de cuba. 4 de enero de 2002.
4. International atomic energy agency. Operational radiation protection: a guide to optimization, safety series no. 101, iaea, vienna. 1990.
5. International atomic energy agency. Recommendations for the safe use and regulation of radiation sources in industry, medicine, research and teaching, safety series no. 102, iaea, vienna. 1989.
6. International commission on radiological protection. Radiological protection and

safety in medicine. Publication 73, icrp. 1996.

7. Centro de protección e higiene de las radiaciones. Protección radiológica en la aplicación de las técnicas nucleares. Segunda edición. Isbn 959-7136-17-1, cubaenergía. La habana, 2002.
8. International commission on radiological protection. Protection of patient in nuclear medicine. Publication 52, icrp. 1987.
9. International commission on radiological protection. Radiological protection of the worker in medicine and dentistry. Publication 57, icrp. 1989.
10. Radiation protection dosimetry. Radionuclide and radiation protection data handbook 2002. Vol. 98, no. 1. 2002.
11. Centro de protección e higiene de las radiaciones. Guía de seguridad: requisitos de aceptación a los desechos radiactivos que van a ser retirados por el cphr. La habana, 2000.
12. Ministerio de ciencia, tecnología y medio ambiente (citma). Reglamento para la gestión segura de desechos
13. Radiactivos. Resolución no. 35/2003. La habana, marzo, 2003.
14. Hospital oncologico docente "conrado benitez garcia". Departamento de radioterapia y medicina nuclear, servicio de medicina nuclear. Informe de seguridad, 2004.
15. Hospital oncologico docente "conrado benitez garcia". Departamento de radioterapia y medicina nuclear, servicio de medicina nuclear. Plan de emergencias radiológicas, 2004.
16. Centro proteccion e higiene de las radiaciones. Guía práctica para la gestión de los desechos radiactivos procedente de instalaciones médicas y de investigación 2011.

9. SINTESIS CURRICULAR AUTOR PRINCIPAL

Gretel Felizola Hermida: Nace el 18 de Noviembre de 1990. Estudia en la Universidad de Oriente, en la carrera de Ciencia de la Computación. A nivel de Facultad participé en el Forum que se realiza todos los años recibiendo el premio de destacado, llegando a nivel provincial participé en el

Forum CIENES 2011 obteniendo el premio de relevante hasta llegar al XIX Forum Científico Nacional de Estudiantes Universitarios de Ciencias Técnicas. En estos momentos formo parte del grupo de alumnos ayudantes de la Facultad y pertenezco al grupo científico de Investigación y Desarrollo para la Medicina (IDM). He participado en los siguientes eventos: V Forum de Historia de la FEU, 2011. Encuentro de conocimiento sobre la Historia de la FEU a nivel de Universidad y Provincial, 2011. XXXVIII Seminario Juvenil de Estudios Martianos, 2012. XXI Edición del Fórum Científico Estudiantil "CIENES 2012", 2012. XXVI Taller Provincial de Estudios Filosóficos, Económicos y de Educación Comunista de la Universidad de Oriente. (Ponente) Trabajo: Multimedia. Martí en la Universidad. Premio Especial de La Filial de la Sociedad Cultural José Martí en Santiago de Cuba, 2012.

Orlando Dranguet Palacios: Nace el 29 de Agosto de 1959. Graduado de Físico Médico del Servicio de Medicina Nuclear. Actualmente es Físico Medico, Jefe del Servicio de Protección Radiológica. Trabaja en el Hosp. Oncológico. Físico Médico, Jefe del Serv. Protecc. Radiológica. Licenciatura en Ciencias de la Computación. Fac. Matemática y Computación. Universidad de Oriente. Egresado julio 2005. Idioma Ingles julio 1996. Idioma Francés Febrero 1991. **Post Grados:** Curso escolar 2008-2009. Maestría en Ciencias de la Computación. Universidad de Oriente. 2007-2008 Diplomado "Aspectos Físicos de la Medicina Nuclear. Hospital "Hermanos Amejeiras. Ciudad de la Habana. 2008 Control de Calidad de la Instrumentación de Medicina Nuclear. Hospital "Hermanos Amejeiras". Trabaja en el proyecto: Sistema automatizado para la Garantía de la Calidad de la Seguridad Radiológica de Trabajadores, Pacientes y Medio Ambiente (Software). Estado actual: Validación del Sistema. Participó en: IV Jornada Científica del Hospital Infantil Sur Docente Junio 1988. Ponente: Jornada Nacional Materno Infantil de Técnicos Radiólogos. Pinar del Rio. Junio 1989. Tiene publicado el trabajo: Preparación en el hogar para las investigaciones en Imagenología. Registrado en CENDA (Centro Nacional de Derecho de Autor) Ciudad de la Habana