

NPR - 744 PUERTO RICO NUCLEAR CENTER TÉCNICAS DE RADIOSÓTOPOS MANUAL DE LABORATORIO. 'OPERATED BY UNIVERSITY OF PUERTO RICO UNDER CONTRACT NO. AT (40-1)-1833 FOR US ATOMIC ENERGY COMMISSION ---Page Break--- ---Page Break---

'TÉCNICAS DE RADIOSÓTOPOS Manual de Laboratorio 'TABLA DE CONTENIDO VE = USO DE INTERCAMBIO DE ISÓTOPOS EN ESTUDIOS CINÉTICOS Y ANÁLISIS POR ACTIVACIÓN X = MECANISMOS DE LABORATORIO EXPERIMENTOS NO. 1 = DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS DETECTORES GEIGER Y PROPORCIONAL NO. 2 - RENDIMIENTO DE CONTADORES EN EL CONTADOR GEIGER NO. 3 - MEDIDAS CON EL ELECTROSCOPIO LANZVERK NO. 4 = PREPARACIÓN DE MUESTRAS SÓLIDAS DE SUSTANCIAS RADIATIVAS NO. 5 = DETERMINACIÓN DEL PELIGRO DE SEMIDESCARGA DE I-132. NO. 6 = ANÁLISIS FEEDBACK NO. 7 = DETERMINACIÓN DEL ESPESOR HENSTRUIDOR DE UN EMISOR GAMA ---Page Break--- EXPERIMENTOS NO. 8 = NO. 9 = NO. 20 - NO. 10 NO. 12 NO. 13 NO. 14 NO. 15+ APROXIMACIONES MEDIDAS PARA EXISTENCIA (EL ESPECTRO GAMETRICO) VALORACIÓN DE UNA SOLUCIÓN DE T-252 VALORACIÓN DE UNA SOLUCIÓN FL CHI METODOS DE SEPARACIÓN ISOTOPICA Y DE TRATAMIENTO DE ISÓTOPOS EN ESTUDIOS CLÍNICOS ANÁLISIS POR ACTIVACIÓN DE CONTAMINANTES + ALCANCE VS. ENERGÍA PARA PARTÍCULAS BETA {TT = BSSSCK HEREDADOR VS. ENERGÍA PARA RAYOS GAMA TTY ~ ALGUNAS FUNCIONES EXPONENCIALES ---Page Break--- METODOLOGÍA Los experimentos que se incluyen en este manual de laboratorio se recomiendan para un curso introductorio sobre las técnicas del manejo de radioisótopos y sus aplicaciones como trazadores, tal como el que se ofrece en la División de Ciencias Físicas del Centro Nuclear de Puerto Rico. Los primeros experimentos familiarizan al estudiante con la preparación de muestras radiactivas y con los instrumentos de uso en un laboratorio de radioisótopos. Les siguen un grupo de experimentos relacionados con métodos generales de identificación, valoración, separación y análisis. Finalmente, se presentan algunas aplicaciones específicas a los campos de la química y la

biología. Gran parte de la teoría relacionada con los experimentos está discutida en el Manual de Conferencias del Curso Básico sobre Técnicas de Radioteledetección. Aquellos aspectos no incluidos en dicho Manual se discuten en la primera parte de este manual de Laboratorio, ---Page Break--- ---Page Break---

capítulo 1 FUNCIONAMIENTO DE DETECTORES Tanto las cámaras de ionización (electroscopios) como los detectores Geiger y Proporcional basan su detección en la recolección de iones (electrones) producidos por la interacción de la radiación con el gas. Para una información más detallada sobre estos instrumentos refiérase al Capítulo VIII del Manual de Conferencias, Volumen I. Detector Geiger y Detector Proporcional. Cada instrumento tiene una región de voltaje en la cual manifiestan las características que justifican su nombre. Esta región de voltaje, tanto en el caso del detector Geiger como del Proporcional, se determina haciendo un estudio de la variación del conteo en distintos voltajes. Si se hace una gráfica de conteo contra voltaje aplicado se encontrará una curva similar a la que aparece en la Figura 6.10 (página 24, Capítulo VIII, Manual de Conferencias, Vol. I) en la cual puede distinguirse: el voltaje de arranque, la región de recompensación, el voltaje umbral, la meseta y la región de descarga. En la práctica, la meseta puede exhibir una leve inclinación positiva. El voltaje de operación se escoge en el caso de tubos sellados a una tercera parte de la meseta (de izquierda a derecha). Con el uso de la meseta se recorren los niveles de la región de descarga hacia voltajes más bajos. Por esto se prefiere operar el instrumento en la primera sección de la meseta. En detectores de flujo se escoge el punto medio de la meseta como voltaje de operación, ya que la meseta se mantiene fija. Debe determinarse la localización de la meseta cada vez que se reemplace el tanque de gas. Se observa una meseta más corta en los detectores proporcionales que en los Geiger. Los detectores

proporcionales tienen un regulador de alto.

voltaje más preciso que los Geigers ya que por sus características se usan para discriminar entre distintos tipos ---Page Break--- -2- de emisiones (α , β). El tamaño del pulso depende de la energía absorbida por el gas detector, y un emisor alfa alcanzará el tamaño de pulso mínimo que puede registrar el sistema contador a voltajes más bajos que un emisor beta, dividiéndose por lo tanto en dos mesetas. En la primera meseta (voltaje menor) se cuentan solamente las alfas, y en la segunda (voltaje mayor) se cuentan alfas y betas. Si desea contar betas solamente, es necesario usar el voltaje de operación mayor y restar la contribución de las alfas determinadas a voltaje de operación menor. En el caso de instalaciones de ionización, el voltaje de operación generalmente es menor de 300 voltios y depende del tamaño de la cámara, naturaleza y presión del gas, espacio entre los electrodos, naturaleza de los electrodos, etc. El gas usado en el electroscopio de Lansverk es aire a presión atmosférica. El voltaje de la batería usada es tal que el instrumento funciona en el punto medio de la meseta. Es necesario calibrar el instrumento, esto es, determinar su sensibilidad observando la rapidez de descarga en presencia de una fuente radiactiva de actividad conocida. La dosis de radiación por unidad de tiempo en cierto punto a una distancia determinada de la fuente radiactiva está representada por la siguiente relación: $R = \text{dosis por unidad de tiempo en mR/hr.}$ $G = \text{constante característica del radionúclido y se expresa en } \mu\text{R/nR/mC}$ a una distancia de 1 cm. $C = \text{actividad de la fuente radiactiva expresada en milicurios.}$ Distancia c en entre el punto y la fuente radiactiva, valores de c para algunos radionúclidos: ---Page Break--- $360 = 1.52$ $2,700 = 2.65$ $12,800 = \text{Co-60}$ $6,550 = \text{Fe-55}$. La sensibilidad del electroscopio se puede determinar usando una fuente radiactiva de actividad conocida (standard) y haciendo uso de la relación que existe entre la epidermis de descarga del instrumento y la dosis por unidad de tiempo en el

punto donde se ha colocado el electroscopio, x $x\text{-#}$ Ma rapidez de descarga del instrumento en divisiones/min, x_e sensibilidad en divisiones/min, por $m\text{x/hr}$. Conociendo el valor de esta constante, puede usarse el electroscopio para valorar fuentes radiactivas de actividad desconocida basándose en una determinación de la rapidez de descarga con dicha fuente a una distancia conocida. Es conveniente al hacer la calibración tomar varias lecturas de tiempos correspondientes a distintas posiciones del filamento en la escala según va descargándose el instrumento. Una gráfica de estos tiempos contra posición del filamento en la escala dará evidencia de linealidad de dicha escala. Detectores de Centelleo La detección de estos Antracenos se basa en la conversión en un pulso eléctrico de la luz emitida por ciertas sustancias (centelleadores) al absorber la energía de la radiación incidente (Fig. 8.14, pág. 36, Caps VITE, Manual de Conferencias, Vol. I). Se utiliza un cristal de NaI con impurezas de talio para la detección de radiación gamma. En particular para contar muestras líquidas hay cristales de NaI que tienen un hueco en forma cilíndrica, el cual acomoda receptáculos con la muestra permitiendo una mejor geometría. Estos detectores comúnmente son detectores de pozo. Para detectar radiación beta se utiliza un cristal de antraceno. Hay también sistemas centelleadores líquidos, útiles en la detección de emisores beta débiles como Tritio y Carbono-14. En este caso la muestra se disuelve en el líquido centelleador logrando una eficiencia mayor debido a un contacto más íntimo entre la muestra y el detector. Los fotones de luz emitidos por el centelleador llegan a un tubo fotomultiplicador, el cual los absorbe con una subsiguiente emisión de un flujo de electrones el cual constituye un pulso eléctrico. El tamaño de este pulso depende de la energía inicial absorbida. El pulso pasa a través de un amplificador lineal para alcanzar el tamaño conveniente para ser registrados en un espectrómetro.

instrumento debe operarse al voltaje secundario para el tubo foto-multiplicador. Consideraciones Generales es necesario contar con una muestra de referencia periódicamente para asegurarse del buen funcionamiento del instrumento. El obtener la desviación estadística esperada para los contajes de esta referencia es índice del buen funcionamiento del instrumento. Conviene usar como referencia un radioisótopo de media vida larga para poder comparar los contajes sin necesidad de corrección. Para una discusión detallada del soporte estadístico, refiérase a los Capítulos IX y X del Manual de Conferencias, Vol. II. La evidencia experimental de este comportamiento (desviación <2 sigma) puede obtenerse contando una misma muestra sucesivamente un buen número de veces. Contajes sucesivos de una muestra son inconvenientes únicamente cuando se sospecha que el sistema está contando erróneamente. En estos casos se aplica la prueba de Chi-Cuadrado, la cual aparece descrita en la página 6 del Capítulo X, Manual de Conferencias, Vol. II. Se consigue mayor confiabilidad del conteo experimental dedicándole todo el tiempo disponible a un solo conteo, en vez de dividir el mismo tiempo en varias determinaciones. ---Page Break---

CAPÍTULO 11 MANEJANDO CONDICIONES

Introducción: la actividad aparente de una muestra es la medida experimental registrada por un instrumento de recuento, expresándose generalmente en cuentas o pulsos por minuto. La actividad aparente depende naturalmente de la actividad verdadera de la muestra y la relación entre ambas resulta ser: $C = kA$ donde C es la velocidad de recuento (actividad aparente) y A la actividad verdadera. La constante de proporcionalidad representa el rendimiento de conteo o eficiencia global del sistema de recuento y su valor es índice del efecto de una serie de factores en la medida experimental. La actividad aparente de una muestra puede interpretarse como la actividad de la muestra solo en aquellos casos en donde se interesa hacer medidas comparativas y cuando las condiciones

experimentales en todas las medidas a compararse sean similares; esto es en aquellos casos en donde la contribución de los distintos factores sea igual en todas las medidas a compararse. Si las condiciones no son idénticas será necesario corregir por aquellos factores que no tienen igual contribución antes de hacer la ecuación. Además, será necesario corregir, y en este caso por todos y cada uno de los factores, cuando se interesa conocer la actividad verdadera de una muestra sin recurrir a una medida comparativa con una muestra de actividad verdadera conocida. Considérese cada uno de los factores que afectan la velocidad de recuento, la discusión será específica a un detector Geiger de ventana en un extremo, pero podrá aplicarse a otros tipos de detectores, quizás con algunas modificaciones que resultarán obvias. El Efecto Ambiental, el efecto de ambiente debe principalmente a rayos cósmicos que pueden causar ionización dentro del tubo contribuyendo al pulso. También contribuye cualquier material radiactivo que se encuentre en los alrededores del detector en el momento de tomar la medida. Corrientemente se usa una coraza protectora de plomo que ayude a minimizar y normalizar el ambiente. El material de la coraza puede contener elementos radiactivos que también contribuyan al pulso, de modo que siempre es necesario hacer un conteo ambiental, es decir, sin muestra. En nuestro laboratorio el conteo ambiental está generalmente entre 20 y 30 cuentas/min. Al conteo de la muestra se le resta el conteo ambiental para obtener el conteo neto debido a la muestra solamente. Mientras más bajo el conteo de la muestra más importante es el factor ambiental. Ejemplo: $100 \text{ cm} + 10 \text{ cm} = 30,000 + 100 \text{ cpm} - 30 \text{ (ambiental)} = 30 \text{ (ambiental)} \text{ cm} = 99970 \text{ cpm}$. Nótese que en el caso de la muestra más activa el conteo corregido por ambiente cae dentro de la desviación probable del conteo original; por lo tanto, la corrección resulta superflua. El Tiempo de Resolución o Tiempo Muerto del tubo. Cuando un detector es

afectado por una radiación ionizante, tarda cierto tiempo en volver a su estado original. Si durante este tiempo muerto entra otra radiación, esta no será registrada. Se puede corregir por este efecto

de la siguiente forma: Sea C_{exp} = conteo experimental expresado en cm, C_{correg} = conteo experimental en cm corregido por tiempo muerto T = tiempo de resolución o tiempo muerto expresado en minutos. $C_{exp} * T$ = tiempo muerto total, de modo que el conteo experimental en realidad no fue registrado en un minuto sino en $(1 + C_{exp} * T)$ minutos. Si el tiempo muerto es de una magnitud de milisegundos por cada evento, así que correcciones por este factor no son necesarias a menos que el conteo registrado sea bien alto y el valor $(C_{exp} * T)$ no puede discutirse en comparación con 1 en la relación anterior. Para corregir es necesario conocer el tiempo muerto del tubo, este puede determinarse con la siguiente forma: Se parte un disco metálico en dos mitades, depositando con una micropipeta un pequeño igual volumen de solución radiactiva en cada una de las dos mitades cerca de lo que fue el centro del disco. Para asegurar una adecuada obtención de cada mitad en la determinación experimental se cuenta una mitad, luego ambas mitades y finalmente la segunda mitad. c_1 = conteo de la mitad 1, c_2 = conteo de la mitad 2. Se calcula el tiempo muerto T sustituyendo en la siguiente relación: $C_{exp} = 2T / (c_1 + c_2)$. La geometría del sistema puede. Una muestra radiactiva se desintegra al azar y emite radiaciones en todas direcciones. Solamente entran al detector aquellas radiaciones que caen dentro del ángulo sólido descrito por la muestra como un punto y los límites de la ventana. Mientras más cerca esté la muestra del detector, mayor es el factor de geometría, y mayor el porcentaje de las emisiones totales que se detectan. Si se conoce el ángulo sólido formado, se puede corregir por este factor, la corrección será LIT donde MEX corresponde a la esfera completa. De la geometría del sistema puede.

variar de un día para otro debido a cambios en temperatura y presión, por eso, al estudiarse una muestra de día a día debe contarse siempre una muestra de referencia de media vida suficientemente larga para que la actividad de ésta no cambie durante el estudio. Ejemplo: ale a 2,240 em 10,350 ope 2 5,480 20,420 3 3,aho 20,800 Una diferencia en conteo de la referencia entre el segundo y el tercer día es significativa y puede haber ocurrido debido a un cambio en geometría (o a otro cambio instrumental). El conteo de la muestra del tercer día puede corregirse en la siguiente forma: Con 220 x SOR como D. Absorción por material externo: Para que una radiación llegue al detector tiene que atravesar toda la materia desde la muestra hasta el detector: 4) cubierta de la muestra, ---Page Break--- -9-) columna de aire entre muestra y ventana (e) grosor de la ventana del detector. La cantidad de absorción depende de la densidad del material y del espesor de éste. Ejemplo - Plomo - detiene más las radiaciones que aluminio porque es más denso, para que los dos absorban lo mismo debe usarse un espesor de aluminio que guarde la misma relación con el espesor de plomo que el respectivo de las respectivas densidades y así compensar por la diferencia en densidad. Con el propósito de independizar la cantidad de absorción del material en particular se ha introducido el término "densidad-espesor". Este se define como el producto de la densidad del material x espesor, y se puede expresar en g/cm^3 o mg/cm^3 de tal suerte que iguales densidad-espesores absorberán la misma cantidad de radiación de un radioisótopo dado. Se pueden comparar muestras de un mismo radioisótopo sin tener que hacer corrección alguna, si los conteos se han hecho bajo exactamente las mismas condiciones de densidad-espesor. Si se desea comparar muestras de diferentes radioisótopos, es necesario corregir aunque las condiciones experimentales de densidad-espesor sean similares ya que la absorción será mayor para aquellos radioisótopos de energía máxima menor. Para corregir por

Este factor, se hace un estudio de absorción (o transmisión) colocando absorbentes de aluminio de densidad-espesor conocida entre la muestra y el detector. Ejemplo: dens-espesor de filtros contaje (fe) (ce) © (antic plástico) 2.555 2.678 2.aze 3.395 2.978 5.060 1.800 6.510 3.652 ---Page Break--- Vemos que a medida que aumenta la densidad-espesor de los filtros, disminuye el contaje. La

absorción es una función exponencial, por lo tanto si llevamos a gráfica en vs densidad-espesor en papel semilogarítmico se obtiene una línea recta. Para determinar el contaje con absorbente total cero, es necesario calcular la densidad-espesor correspondiente a ventana, aire y cubierta. La del aire se determina midiendo la distancia entre la muestra y la ventana, y multiplicando por la densidad de aire en condiciones ambientales. Para la cubierta de la muestra se pesa un pedazo del material de área conocida y se calcula el peso por unidad de área. Cada tubo Geiger especifica la densidad-espesor de su ventana. La suma de estas tres cantidades constituye el absorbente constante que está afectando todos los contajes. Para corregir por este factor, se extrapola al cero absoluto según ilustra el diagrama, como Gene. cap, de filtros (ng/en®) añadidos. Corrección $A_0 =$ Contaje con absorbente total cero, o sea el contaje sin el efecto de absorción por material externo a la muestra. Por autosorción, este fenómeno se debe a la absorción de la radiación por la muestra misma, es de particular importancia en emisión beta, ya que en este caso no hay una energía característica y hay un espectro continuo de energías desde cero hasta un valor máximo característico de cada emisor, y especialmente en energía beta ---Page Break--- -a- de energía máxima baja en donde abundan las betas de poca energía. Energía exacta. Se podría explicar este fenómeno de la siguiente forma: vamos a asumir que hay una muestra de una sola capa molecular en la cual hay cuatro átomos que se desintegran en un segundo. Si la muestra es uniforme y tiene dos capas moleculares, tendría.

ocho tors que se desintegran/seg. Pero si de 1a segunda capa una de las radiaciones tiene energía muy baja, ésta será absorbida por la muestra antes de salir y se registrarán 7 desintegraciones en vez de 8, Haré un espesor tal que una radiación más energética no tendrá suficiente energía para salir de la muestra, por consiguiente, capas moleculares adicionales no contribuirán en nada al conteo de la muestra. Este espesor límite en que la capa interior ya no contribuye al conteo se conoce como espesor infinito. Situaciones en que la autoabsorción no afecta medidas relativas son: a) en muestras de muy poco espesor b) en muestras de igual espesor c) en muestras que sobrepasen el espesor infinito. Los primeros dos casos son muy poco prácticos, así es que cuando se desea comparar muestras de un mismo radionúcleo, se preparan de tal forma que sobrepasen el espesor infinito. Este espesor infinito depende del radionúcleo en particular y no de la concentración de éste. Si en algún caso no se puede preparar muestras de espesor mayor que el espesor infinito hay que corregir. Voy a presentar dos casos que sirven de evidencia de que el fenómeno de autoabsorción ocurre. La serie de C-11 de actividad específica constante pero actividad total variable. ---Page Break--- 12+ B_j. precipitación de bario. Se preparan muestras precipitadas con el carbonato marcado con Ba, en diferentes volúmenes de una misma solución: 50 ml, 100 ml, 200 ml, etc. Se secan los precipitados y se cuentan. Se lleva a gráfica con vs, peso de precipitado. El peso es proporcional al espesor si se usa un filtro de área constante, curva teórica como x del espesor del precipitado. La curva teórica es la que resultaría si no hubiese autoabsorción. Se construye trazando una tangente a la curva experimental en el origen. Para corregir el conteo de cualquier muestra de BaCO₃, se deduce de la gráfica el factor de corrección, calculando la razón entre C_y y C_x correspondiente al espesor o resto de la muestra. Ejemplo: Para una muestra que pesa W se obtiene un.

contaje de 2000cpm Corregida $\sim 2000 \times \frac{1}{2}$, Serie de Co-60 de actividad específica variable pero actividad total constante. Esta serie podría prepararse diluyendo una cantidad fija de Co-60 con diferentes cantidades de cobalto inerte; seguida de una electrodeposición. Se secan las muestras, se posan y se cuentan. Se lleva a gráfica y se ve el peso de depósito de cobalto, curva teórica om ---Page Break--- -B- P. Dispersión (0 aifusión) Es efecto de la materia sobre la dirección de la emisión. Puede ser: 1) autodispersión - cuando la misma muestra es la causa de la dispersión, no

es muy importante. b) retrodispersión ~ cuando el cambio en dirección es causado por la base en donde esté montada la muestra. Es muy importante y se manifiesta siempre por un aumento en el contaje. A mayor número atómico del material de la base mayor es el efecto. En esto existe también un concepto de espesor infinito. Si tenemos una base de espesor bien fino, las radiaciones no sufren retrodispersión porque la base no ofrece resistencia. Si el espesor es mayor, algunas radiaciones rebotan y salen hacia el detector. Cuando el espesor de la base es la mitad del valor del alcance máximo de la partícula beta, aunque este rebote no tendrá suficiente energía para salir de la base, se le llama espesor infinito. Para minimizar este efecto lo más conveniente es usar bases bien finas de materiales de número atómico bajo y que se puedan usar en películas bien finas. A veces es necesario usar placas metálicas, en este caso el espesor de éstas debe sobrepasar el espesor infinito. ---Page Break---

capítulo 11 'PREPARACIÓN DE MUESTRAS SÓLIDAS DE SUSTANCIAS RADIATIVAS.

Introducción: La preparación de muestras sólidas puede efectuarse por una variedad de métodos, entre ellos: evaporación, precipitación y filtración, y electrodeposición. La selección del método está íntimamente relacionada con el sistema instrumental, y usarse para contar la muestra. Esta selección, por lo tanto, conlleva la consideración de factores tales como la

naturaleza de la radiación emitida por el núcleido, la cantidad y concentración del mismo, la magnitud del error aceptable, el número de muestras a prepararse, y la facilidad de preparación de estas. Métodos: 1. Evaporación = Este método consiste en evaporar el solvente de una solución que contiene el material radiactivo. La transferencia de la solución a una base conveniente se efectúa por medio de una micropipeta o de una pipeta, las micropipetas pueden controlarse con una jeringuilla provista de un pequeño tubo de goma para conectarla a la micropipeta. Existen otros controles, tanto para pipetas como para micropipetas que se utilizan con este mismo propósito. La muestra debe ocupar un área definida. Para lograr esto puede recurrirse al uso de recipientes con anillos concentradores en el fondo. Otros métodos consisten en aplicar una sustancia como cera o cemento a manera de barrera para impedir que el líquido se extienda, o colocando en el área de interés una sustancia que tienda a adherirse el material radiactivo. La evaporación del líquido debe hacerse bajo una campana usando una lámpara infrarroja. El espesor del residuo radiactivo debe ser uniforme. Se mejora grandemente la uniformidad, principalmente en aquellos casos donde la muestra es bien fina, usando un solvente en el cual el material radiactivo sea alternante soluble. ---Page Break---

2. Precipitación y filtración consiste en precipitar el material radiactivo y que se filtre a través de un medio (generalmente papel de filtro) que sirva de pase a la muestra. Este método permite bastante uniformidad en cuanto a espesor y área, y la reproductibilidad que se obtiene es a menudo necesaria en trabajos que requieren la ocupación de un gran número de muestras y el sistema de filtrar usado debe estar diseñado de tal manera que sea posible lavar el precipitado adherido a las paredes para incorporarlo al decantado en el fondo, y que se pueda remover la base sin estropear el decantador. Además, debe ser resistente a los reactivos químicos ads.

Corrientes, y de fet, decontantnacién. Hay que tener especial cuidado para que el depósito y material que sirve de base no sean afectados por el calor. Electrodeposición: este método consiste en depositar sobre una superficie conductora (que también sirve de base para la muestra) un elemento o compuesto que contiene el material radiactivo de interés mediante el paso de una corriente eléctrica. Usando este método se pueden preparar muestras bien finas de espesor uniforme; esto es muy importante en el caso de emisores cuya energía no es altamente penetrante. También se pueden conseguir muestras de alta actividad espectral cuando la sustancia radiactiva puede depositarse en su forma elemental. Las condiciones óptimas para

obtener un buen depósito del material radiactivo es necesario conseguirlos para cada caso en particular teniendo en cuenta los siguientes factores: voltaje aplicado, densidad de corriente, forma, tamaño y velocidad del electrodo rotativo, distancia entre electrodos, agitación, temperatura y concentración de los reactivos. Además de la deposición del material radiactivo, la preparación de la muestra conlleva preparar la base donde se va a montar la muestra y una cubierta si es necesaria. ---Page Break--- Los materiales más comunes usados para preparar bases son aluminio, cobre, acero inoxidable, platino, celotex, poliestireno, papel de filtro, vidrio y otros. Al seleccionar el material para la base deben tenerse en cuenta factores tales como: resistencia al ataque de reactivos químicos y al calor, coeficiente de retrodifusión y costo. Estos materiales se consiguen comercialmente en forma de recipientes o de discos finos de diferentes tamaños. Antes de depositar el material radiactivo, la base o el soporte de la base debe identificarse indicando nombre del isótopo, fecha e iniciales del investigador. Las muestras pueden contarse cubiertas o descubiertas. Al cubrir una muestra se minimizan las posibilidades de pérdida del material radiactivo y de contaminación del salón de conteo.

y equipo usado pero al mismo tiempo hay una reducción en el conteo debido a que parte de la radiación es absorbida por la cubierta. En algunos casos la reducción en conteo es tan grande que es necesario contar las muestras sin cubrir. Esto ocurre principalmente con emisores alfa en general, y con emisores beta débiles como ^{241}Am , ^{137}Cs y ^{57}Co . Las cubiertas pueden prepararse de láminas finas de aluminio, poliestireno, celotex y otros. ---Page Break---

CAPÍTULO IV

LATEPICACHCS: DE MDT

cada radionucleido se caracteriza por el tipo de emisión, la o las energías correspondientes y el período de desintegración. El identificar una muestra desconocida se concreta a la determinación de estos valores y se compara con los valores tabulados en la literatura. A continuación se discuten métodos para su determinación: Ty Referido de desintegración (Cap. Vv, pags. 2-5, Manual de Conf, Vols I) la actividad de cualquier sustancia radiactiva disminuye o decae a una razón fija característica del radionucleido en cuestión. Esta desintegración es un proceso que ocurre al azar y está representado por la siguiente ecuación: $A_t = A_0 e^{-\lambda t}$ donde, A_0 es la actividad original de la muestra, A_t es la actividad que queda después de transcurrido un tiempo t , y λ es la constante de desintegración. La constante de desintegración está relacionada con el período de desintegración del radionucleido con la siguiente forma: $\lambda = 0.693 / (t/2)$ donde el período de desintegración ($t/2$) o media vida puede definirse como el tiempo necesario para que la actividad de un radionucleido se reduzca a la mitad. Sustituyendo el valor de λ en la ecuación (1) tenemos que: $A_t = A_0 * e^{-0.693t/(t/2)}$ que expresada en logaritmos es: $\log(A_t) = \log(A_0) - 0.693t/(t/2)$ ---Page Break---

-u- Inspeccionando la ecuación (4) puede notarse que si se lleva a gráfica el logaritmo de la actividad contra el tiempo transcurrido debe obtenerse una línea recta, de donde fácilmente puede determinarse el período de media vida. En la práctica se sigue el decaimiento de la muestra radiactiva, haciendo contajes.

intervalo de tiempo apropiados por un período de varias medias vidas. Es necesario contar una muestra de referencia cada vez que se hace una medida del conteo de la muestra de interés, de tal manera que puedan hacerse correcciones en caso de que ocurran cambios en la geometría del sistema o cambios instrumentales. La normalización de los conteos haciendo uso de la referencia puede hacerse según está explicado en Cap. I, pag. 4. El detector a usarse dependerá del tipo de emisión, prefiriéndose un detector de flujo sin ventana para emisión alfa o beta débil, y un detector de centelleo para emisión gamma. Los conteos debidamente corregidos se llevan a gráfica contra tiempo transcurrido en papel semilogarítmico. Se traza la mejor línea entre los puntos y se busca el tiempo necesario para reducir un conteo en particular (cualquiera) a una mitad. Ejemplo: con 3020 ~«30~«WO 50, tiempo (horas) ---Page Break---

-19- conteo seleccionado = 000 erm > 5 alan ited

ae 660 eps = HCO opm —w 2h a fue media vida ($t_{1/2}$) = $2he5 = 19$ horas. La gráfica puede mostrar una curvatura y finalmente terminar en una línea recta. Esto ocurrirá cuando estén presentes en la muestra emisiones con distintos períodos de desintegración, y será necesario resolver la gráfica en sus distintos componentes antes de hacer la determinación de medias vidas. Ejemplo: la gráfica original - análisis de la sección lineal (última región de la curva) dará el período de media vida más largo. de Gy = componente de tipo más largo 2. Gráfica eliminando la contribución del componente con período de media vida más largo - se resta la parte extrapolada de la curva original. Análisis de esta gráfica dará el período de media vida corto. os €, = componente de media vida más corta. --- Tempo --- Page Break --- = 20- Si hay más de dos componentes, este procedimiento se sigue repitiendo hasta resolver el sistema en todos sus componentes, determinándose de las gráficas resultantes un período de media vida para cada uno de dichos componentes. TE, Determinación de la Energía de 1.

Radiactén (no se incluye entetéa a). A, Andisis Feather - determinación de la energía méxina de una entidad beta. El método de Feather está basado en la comparación del efecto de absorción por material externo en el conteo de la muestra del radioisótopo en cuestión y en el conteo de un emisor beta de energía méxina conocida que se use como referencia. El efecto de absorción por material externo en ambos casos se estudia determinando los conteos de la muestra al interponer absorbentes de aluminio de distinto espesor entre la muestra y el detector. La información experimental obtenida se lleva a una gráfica representando el conteo en escala logarítmica y la densidad-espesor de la absorción total por material externo (densidad-espesor del absorbente de aluminio sumada a la densidad-espesor de todo otro material externo presente entre la muestra y el detector, tal como cubierta de la muestra, columna de aire y ventana del detector) en escala lineal se conoce como la curva de transmisión o de absorción. El método consiste en determinar la curva de absorción del desconocido y de la referencia en iguales condiciones instrumentales para poder hacer una comparación de ambas. Si alguno de los estudios de absorción muestra al final una constancia en el conteo en vez de reducirse este a prácticamente conteo ambiental, será esto evidencia de una contribución gamma a los conteos y deberá eliminarse esta contribución de tal suerte que la curva de absorción represente exclusivamente el efecto en la emisión beta. Ejemplo: ---Page Break--- =a dis Eetudio de absorción en contribución gamma dos, om Densidad = espesor Bs Estudio de absorción eliminando contribución gamma - se deriva de la anterior restando la contribución gamma extrapoladas Densidad - espesor Es posible también que de tener el desconocido distintos tipos de beta con diferencias significativas entre las energías medias correspondientes la gráfica de absorción muestra cambios significativos en su curvatura. En este caso, antes de hacer una comparación con la referencia.

debe descomponerse la gráfica original para obtener gráficas derivadas, cada una de ellas representando la curva de absorción característica para las betas con determinada energía máxima. ---Page Break--- 2. Ejemplo: A. Estudio de absorción con contribución de dos tipos de beta con diferencia en energía máxima significativa. Densidad - espesor. B. Estudios de absorción para cada tipo de beta. 4. Residuo de absorción para betas de tipo B. ~ parte final de la gráfica original y región extrapolada correspondiente. Densidad - espesor. ---Page Break--- 2. Estudio de absorción para betas de tipo rectángulo. La gráfica de la gráfica original se obtiene. Densidad - espesor. Una comparación de la curva de absorción del desconocido con la curva de absorción de la referencia servirá para determinar el alcance máximo del desconocido, si asumimos que la distribución de betas es idéntica en ambos casos, es lógico concluir que la misma fracción de betas será exhibida en ambos calor. Si bien, como absorbente total, una misma fracción del alcance máximo correspondiente. Aplicando este razonamiento para hacer los cálculos, se puede

evaluar sin coeficiente de transmisión QL que corresponde a un absorbente total que tiene para el alcance máximo de la referencia y que es el alcance máximo de esa referencia. El conteo con absorbente total cero (A_c) puede determinarse por extrapolación y el conteo A_y puede ser el total que corresponde a una décima parte del límite máximo de la referencia. Densidad - espesor.

---Page Break--- Este coeficiente de transmisión debe exhibirle el desconocido a un absorbente total que corresponda a una décima parte de su alcance máximo. Si multiplicamos este coeficiente de transmisión (C_{71}), ya se ha determinado en la parte que antecede, por el porcentaje del desconocido con absorbente total cero (A_o para el desconocido determinado por extrapolación) a la curva, nos dará un conteo para el desconocido (A_y) que corresponde a la absorción del desconocido a cierta densidad-espesor. Esta densidad-espesor será.

una aecina parte del alcance mínimo de 2 desconectado (8). En realidad, la distribución de betas no es necesariamente igual para la referencia y el desconocido; sin embargo, no se introduce gran error en asumir que la distribución en ambos casos es similar en la región cerca del alcance mínimo correspondiente. Esto indica que sería preferible determinar el coeficiente de transmisión para un absorbente con densidad - espesor muy cerca del alcance mínimo (0.99R en vez de 0.28). Esto no es posible porque las limitaciones experimentales no permiten medidas en esta región. El análisis Feather facilita el poder leer a un valor más confiable que el valor contenido en una aecina del alcance mínimo. Dicho análisis repite el tratamiento anterior a dos décimas, tres décimas, cuatro décimas, etc., hasta ---Page Break--- = 25° Luego al décimo mínimo permitido por las gráficas experimentales; es decir, calcula un alcance mínimo para cada una de estas fracciones, las representa en una gráfica (Lines) y extrapola a unidad, teniendo este valor extrapolado como el valor más confiable. Ambas gráficas son la que se conoce como la gráfica Feather y en la práctica puede tener la forma indicada o puede resultar como las siguientes: ---Page Break--- Red. más confiable En este caso ilustra un desconocido que tiene la misma distribución de betas que la referencia. Hay en la literatura varias relaciones empíricas entre el alcance mínimo y la energía mínima. Si el valor de alcance mínimo determinado es mayor de 300 ng/cm² se puede sustituir en la ecuación Feather-Glendenin para obtener la energía mínima, a3 6 1.845 Res 0.245 donde R esté expresado R= 0.52 Baie - Fax Y Basic en MeV. Si el valor de Rndx es menor de 300 ng/cm² se puede leer la energía de la tabla en g/cm² en la gráfica de Glendenin que aparece en el tablón de edición. ---Page Break--- Un enfoque liderante - método aproximado para determinar energía de emisión guaa (Caps VIZ, Páginas 30, 35-42, Vol. I, Manual de Conferencias). El espesor henri-reductor se define como aquel espesor de absorbente.

necesario para reducir la intensidad de la radiación a la mitad de su valor original, y está relacionado con el coeficiente de absorción Meal (4) en la siguiente forma: $K_{aye} = 90693 FL$ espesor henri-reductor que guarda una relación con el coeficiente de absorción (j_4), igual a 14 que guarda el período de desintegración (t_{ae}) con la constante de desintegración. $f_{aye} = 01693 aya = 20695$ Para determinar el espesor henri-reductor se hace un estudio de absorción usando filtros de plex. Si la emisión gama es monoenergética debe obtenerse una línea recta al llevar a gráfica actividad (cpa) vs espesor de filtros en papel selenográfico, el espesor henri-reductor se determina gráficamente en forma similar al período de media vida, esto es, determinando el espesor que reduce un conteo en particular a la mitad. Haciendo uso de una curva de espesor henri-reductor vs energía se puede determinar de una manera aproximada la energía de la emisión. Uno de los factores más importantes en la determinación de energía por este método, aún aproximadamente, es la geometría, es decir, la posición relativa de muestra, filtro y detector. La mejor geometría es aquella en que muestra, filtro y detector estén bien separados entre sí. Por muchas razones los arreglos experimentales en la mayoría de los laboratorios no están en acuerdo con esta "buena

geometría”, y por lo tanto, en la práctica lo mejor es determinar la curva de calibración en el sistema instrumental disponible manteniendo ---Page Break--- = 2+ condiciones de geometría constantes. En estas condiciones deben repetirse: determinación del desconocido. Cy Espectro Gama - su interpretación permite la evaluación precisa de la energía correspondiente a la emisión gama. El método consiste en determinar el espectro gamma del desconocido usando un detector de centelleo, acoplado al circuito un discriminador que permite una buena selección de pulsos de acuerdo a su tamaño. Se interpreta el espectro obtenido para identificar los valores de umbral correspondientes a las distintas energías gamma.

El instrumento debe calibrarse a determinadas condiciones de voltaje y amplificación, de tal suerte que se conozca la relación entre tamaño de pulso (umbral) y energía gamma para las condiciones experimentales. Interpretación de especie es el caso de un emisor que emite gamma de un solo tipo (una sola energía). Teóricamente debería contener un solo tamaño de pulso correspondiente a la energía gamma característica. En la práctica se obtienen pulsos de todos tamaños desde un valor que corresponde a cero umbral hasta un valor máximo que corresponde a la energía gamma característica. Un espectro típico es el siguiente: Tamaño de pulso (umbral) ---Page Break--- 29 + 2) se asignan los pulsos que contribuyen a esta región corresponden a los pulsos generados y a una absorción total de la energía gamma por el cristal centelleador. Se interpreta que el valor de tensión de pulso (umbral) correspondiente a la energía gamma es un valor y , 0 sea el valor que corresponde a un mínimo en esta región. El obtener otros valores en la vecindad de este valor mínimo se debe a pequeñas variaciones en la linealidad del amplificador y a errores de separación, abundando las desviaciones bien frecuentes en comparación con desviaciones poco grandes, siendo igual de probables las desviaciones positivas y negativas resultando en un pico singular, el cual se le da el nombre de fotopico. De la región anterior al fotopico - región Compton. El conteo de pulsos en la región anterior al fotopico es evidencia de que muchas gamas no transfieren toda su energía al cristal, bien sea porque disipan parte de su energía antes de llegar al cristal, esto es, lo que llega al cristal es una gama secundaria de energía menor, porque habiendo llegado al cristal, una gama original, alguna gama secundaria del proceso de interacción escapa del cristal. Toda esta región se identifica como región Compton, ya que es el resultado de este tipo de interacción. 2. Caso de un generador que emite gamas de varios tipos (distintas energías) puede espectro mostrar un fotopico para cada uno.

de 2es ganas características, cada una de ellas identificada por un valor de umbral (u) correspondiente. En el 2 yapalio de paso (umbral) ---Page Break--- ~%- Consideraciones instrumentales 1. voltaje - debe usarse 1 voltaje recomendado para €2 tubo foto-multiplicador, 2. ganancia - este amplificador adicional se regula mediante dos controles: el de ganancia burda y el de ganancia fina, y le da gran flexibilidad al instrumento pues permite escoger entre un gran número de posibles amplificaciones. La ganancia mínima comprime el espectro al máximo ya que da la menor amplificación posible. Cuando se va a seleccionar la ganancia conveniente debe hacerse en forma sistemática empezando con la ganancia mínima posible, esto es, ambos controles en 1 lectura mínima. La amplificación se presenta gradualmente, aumentando la lectura de la ganancia fina hasta el valor máximo manteniendo el control de la ganancia burda en un valor mínimo, luego se regresa el control de ganancia fina al valor mínimo pasando el control de ganancia burda al segundo valor más alto, y para esta segunda posición se vuelve a pasar por todos los valores de la ganancia fina. Este proceso se repite para cada una de las posiciones de ganancia burda hasta lograr la amplificación máxima que corresponde a ambos controles en la ganancia máxima. Para conseguir la ganancia conveniente se fija el oscilador de pulsos a un valor de inbred relativamente alto y se utiliza el ancho de ventana recomendado por el instrumento. El

valor de la ganancia debe ser el mínimo posible. Bajo estas condiciones el instrumento no debe registrar pulsos ya que estando el espectro lo más comprimido posible no se estarían produciendo pulsos que puedan alcanzar el tamaño de umbral seleccionado. AL ---Page Break--- al aumentar la ganancia gradualmente se llegará a la ganancia conveniente según indique por el primer máximo que se observe en la rapidez de aumento. Estas condiciones localizarán el fotopico cerca del valor de

umbral escogido anteriormente, es conveniente señalar que esta ganancia luego de regularse no debe variar, pues alteraría las condiciones de amplificación produciendo un desplazamiento en la localización del espectro y la calibración. En un espectrómetro, la discriminación se determina por medio de dos controles: umbral y ancho de ventana. La posición del control "umbral" determina el tamaño mínimo de pulso que puede pasar por el discriminador y afectar el sistema contador. En determinado instrumento, el control ancho de ventana se mantiene constante a un valor recomendado por la literatura del instrumento. Por lo tanto, para obtener un espectro completo será necesario hacer conteos a distintos valores de umbral, comenzando en umbral cero y repitiendo determinaciones aumentando de lectura del umbral por un valor que corresponda en esa medida al ancho de ventana utilizado, hasta pasar por toda la región de la escala del umbral. Este procedimiento resulta largo y tedioso en espectrómetros de un solo canal. Existen analizadores multicanales que permiten acumular información de distintos tamaños de pulsos a través de los distintos canales simultáneamente. Por ejemplo, el analizador de 400 canales en una sola determinación da 400 conteos de distintos grupos de tamaño de pulso, permitiendo así el conocer el espectro rápidamente. La calibración está conectada en evaluar la escala de umbral en términos de unidades de energía (eV). Una calibración dada está íntimamente relacionada con las condiciones de voltaje y ganancia, por lo tanto, estas condiciones no deben alterarse para asegurar las mismas condiciones en la determinación del espectro del desconocido que en la calibración. Usando una sola referencia, se localiza el fotodetector de la referencia a determinado voltaje y ganancia. Se cuenta la muestra indicando en la región del fotodetector. Se lleva la información a papel de gráfica semilogarítmica representando en la parte lineal el umbral y en la parte logarítmica el conteo.

correspondiente, 'Los puntos experimentales deben caer aproximadamente en los lados de un triángulo isósceles ya que el fotopico es simétrico. El punto medio entre estos dos lados aproximadamente mitad de altura del triángulo representa el umbral (ejemplo 'umbral 600) que corresponde a la energía de esa referencia (ejemplo 1.11 Mev). En papel lineal se representa la relación entre umbral y energía tomando como el otro punto de referencia el origen (esto es, cero umbral, cero energía) y la línea recta que se obtiene uniendo estos dos puntos dará la gráfica de calibración, de la cual podrá leerse la energía correspondiente a cualquier umbral. ---Page Break--- Be 4 Energía | (00, 1.1.) (sev) ° 'umbral 2, usando dos referencias, el umbral cero no necesariamente corresponde exactamente a cero energía y por lo tanto, para hacer una calibración más precisa deberán usarse dos referencias, cada una de ellas con energía ganada distinta. En ambos casos, para un mismo voltaje y ganancia se determina la región de fotopico y al igual que en el caso anterior se localiza el umbral característico para cada una de las dos energías ganadas. Estos vendrán a ser los dos puntos para trazar en papel lineal la línea recta de calibración. Ejemplo: umbral 600, 1.21 Mev. aaa. Ref. cat ° 0.66 new (re) (00, 1.22) ---Page Break--- = 3h 1B cis del espectro desconocido. Es necesario hacer el espectro completo del desconocido a las mismas condiciones de voltaje y ganancia que la calibración, ya que se desconoce cuántos fotopicos habrán presentes y dónde estarán estos localizados. Luego de llevar a gráfica toda la información en papel semilogarítmico, al igual que en la calibración, se determina

el umbral que corresponde a cada uno de los fotopicos que aparecen en el espectro. Cada umbral que identifica a un fotopico corresponde a una energía ganada que puede leerse de la gráfica de calibración. Después de identificadas las energías, es conveniente calcular las diferencias entre ellas. Si se obtiene una diferencia de 0.51 MeV o de energía no.

corresponda a una gran característica del radioisótopo. Se ha encontrado 1,02 MeV, debe ponerse en duda la energía más baja. Puede que esté experimentalmente que mediante el mecanismo de producción de pares si sale del cristal el fotón de 0.51 MeV o los dos fotones se obtiene una región en el espectro muy similar a un fotopico. Naturalmente, esto ocurriría a un umbral de 0,52 MeV o 2,02 MeV menor que el verdadero fotopico. ---Page Break--- 'CAPITULO V 'VALORACIÓN DE RADIATIVIDAD Valorar la radiactividad de una muestra significa determinar su actividad verdadera en términos de desintegraciones por unidad de tiempo. En la mayor parte de los experimentos en donde se utilizan radioisótopos se hacen medidas de comparación y no es necesario conocer la actividad verdadera de las muestras. En algunos casos, no obstante, es imprescindible conocer la actividad absoluta de las muestras: 1. Para calcular rendimiento en la producción de radioisótopos y de radiación en estudios biológicos. 2. Para calcular dosis. 3. Para calcular contaminación de agua o alimentos y determinar dicha contaminación para la población. 4. Para calcular la cantidad de elementos traza en materiales que al irradiarse generan productos radiactivos (análisis por activación). 5. Para la determinación del periodo de desintegración de radioisótopos de larga vida. Existen métodos primarios y secundarios para determinar el número de desintegraciones que ocurren en una sustancia en cierto tiempo. Métodos primarios son aquellos mediante los cuales se obtiene la actividad verdadera de una muestra sin necesidad de usar un patrón de referencia, mientras que los métodos secundarios están basados en una comparación con un patrón de referencia. Hay varios factores que deben tomarse en cuenta al llevar a cabo una valoración: Espectro de desintegración tanto del patrón de referencia como de la muestra que se desea valorar. Si se desea valorar una muestra de un emisor de gamma y beta midiendo solamente los gamma emitidos, es imprescindible saber 'qué

fracción de las desintegraciones totales van por vía de existencia, para así poder calcular la razón de desintegración total. ---Page Break--- -5 2, Periodo de semi-desintegración tanto del patrón de referencia como de la muestra que se desea valorar. El periodo de semi-desintegración de la referencia debe ser lo suficientemente largo para que no haya cambio en su actividad durante el tiempo en que se hace la medida. Si el periodo de semi-desintegración de la muestra es muy corto, puede ser necesario hacer correcciones por el tiempo que toma la determinación. 3, Energía de desintegración - El método a usarse para la valoración depende del tipo de emisión y de su energía. 4, Pureza radioquímica y radioisotópica de la muestra - Es necesario conocer estos dos factores para eliminar la contaminación presente antes de la valoración, evitar cualquier interferencia durante las medidas o restar su contribución a los resultados. 5 Algunos Métodos primarios 1. Medidas calorimétricas - La razón de desintegración de un entorno puro de alfas o de betas débiles puede determinarse midiendo la energía total emitida por una muestra en cierto tiempo. Conociendo la energía promedio por desintegración del entorno, puede calcularse el número de desintegraciones por unidad de tiempo usando la siguiente relación: Desintegraciones = Energía total medida / unidad de tiempo. 2, Créditos de coincidencia - Este método se aplica a radioisótopos emisores de betas y gamas simultáneamente cuyo tiempo de desintegración sea conocido y relativamente simple, es más satisfactorio cuando el acoplado entre solamente una beta y una gama simultáneamente. El siguiente diagrama ilustra un sistema para hacer medidas de coincidencia: ---Page Break--- -3t- 7]] BD contador Contador Contador de coincidencias. Se coloca la muestra entre dos detectores; uno que es sensible a betas y otro que es sensible a

gamas. El detector P puede ser de cualquier tipo, por ejemplo, un Geiger de ver la fina o un.

Eristal sensitiv a betas con un tubo fotomultiplicador. Su eficiencia para gemas debe ser baja. El detector gamma puede ser un Geiger de alta eficiencia o un detector de centelleo. El filtro de aluminio ilustrado en la muestra evita que algunas betas lleguen al detector gamma, y el de pleno de poco espesor absorbe la radiación electromagnética del efecto "Bremstrahlung" con el filtro de aluminio. Los pulsos que provienen de ambos detectores, beta y gamma, se registran respectivamente en los dos contadores y pasan a través de un circuito de coincidencia. El contador de coincidencia solamente registrará cuántos recibe de pulsos simultáneos. Estos pulsos coincidentes se pueden clasificar como: a) pulsos coincidentes puros = aquellos que surgen de una beta y una gamma emitida por un mismo evento; b) pulsos coincidentes impuros = aquellos que surgen de una beta y una gamma emitidas por diferentes eventos. $K_{\beta\gamma}$, K_{γ} y K_z son los contajes contabilizados en los contadores de betas, de gamma y de coincidencias respectivamente, diferenciamente corregidos por afecciones ambientales y coincidencias impuras. $K_{\beta\gamma}$, K_{γ} y K_z son las eficiencias globales de estos contadores respectivamente, y se pueden establecer las siguientes relaciones: $A = B \cdot K$ (1) $A = K \cdot S$ (2) donde A es la actividad verdadera de la muestra. Si se resuelve por K en (1) y por K en (2) y se sustituyen dichos valores en (3), se obtiene la siguiente relación: + Sistemas con geometría WTT Un sistema WTT es uno que rodea completamente la muestra. Puede conseguirse una geometría WTT colocando cara a cara dos detectores (pueden ser Geiger, Proporcional o de Centelleo) haciendo una esfera con la muestra montada en el mismo centro geométrico en una capa bien fina. En esta forma, todas las emisiones de la muestra son detectadas sin importar la dirección en que salgan. Este método es el más conveniente para detectar betas con energía máxima de por lo menos 0,3 MeV. Otra forma de obtener una geometría WTT es introduciendo el material radiactivo a valorarse en forma de gas.

dentro del volumen sensible del detector (Geiger ϕ Proporcional). Este método es satisfactorio para emisiones beta de baja energía, C-14, B-35 y Tritio pueden contarse en forma de CO₂, O₂ y Tritio gaseoso respectivamente. La ventaja principal de este detector es la eliminación de correcciones de absorción por material externo y por autoabsorción. ---Page Break--- "0-4, Método utilizando contador Geiger modificado. Se puede llegar a la actividad verdadera de una muestra determinando los factores que contribuyen al valor de K en la siguiente relación: $A_{verdadera} = A_{aparente} \times K$ donde $K = f_y \cdot f_r \cdot f_a \cdot f_{au} \cdot f_{\text{£8}} \cdot f_{e} \cdot f_g =$ factor de geometría $f_r =$ factor de retrodispersión $f_a =$ factor de absorción $f_{au} =$ factor de autoabsorción $f_a =$ factor de atenuación $f_{e} =$ corrección por esquemas de desintegración $f_e =$ corrección por tiempo de resolución. En el detector Geiger de ventana en un extremo se hace difícil evaluar el factor de geometría, ya que el volumen sensible del tubo Geiger varía con cambios en temperatura. Sin embargo, se puede definir la geometría del elemento si se coloca entre la muestra y el detector una placa metálica con un orificio céntrico en su centro. El grosor de la placa depende del radioisótopo en particular que se va a medir, debe ser lo suficiente para detener todas las betas emitidas, de tal suerte que las betas pasen exclusivamente por el orificio central. El diámetro del orificio define la geometría y la independencia de posibles cambios de volumen sensible del detector. ---Page Break--- La actividad total del radioisótopo en la muestra puede ser evaluada con la fórmula $A = \lambda N$, donde A es la constante de desintegración (λ) y el número total que corresponde del radioisótopo en la muestra, se puede calcular la actividad. Se puede calcular a partir del peso de la muestra o de una sustancia conocida con alto grado de pureza y el radioisótopo esté presente en la misma, libre de portador. Además, el método es aplicable solamente si el período de desintegración es lo suficientemente largo para...

que no haya cambio apreciable en la actividad durante el análisis. TT, Métodos Secundarios todos

los métodos secundarios de valoración conllevan el uso de patrones de referencia y standards. A continuación se incluye una lista de los standards más usados: Pensions alfa secos Beta Bastones Game Fo - 220 Racer con 60 Uso 0-50 ce-Be-157 srev-90 nan22 mae208 aDEF es una mezcla de los radionucleos 7", 179, pc? que tengan equilibrio secular de acuerdo al siguiente esquema (208 afas) ---Page Break--- Las tasas de Ra con energía nevinna de 1.27 Nev sirven de referencia y exhiben un perfil de coincidencia relativamente largo (22 años) debido a que al estar en equilibrio con RaD. Requisitos del standard: 1. Debe tener energía de desintegración similar al desconectado, 2. La distribución de energías debe ser similar a la del desconocido, 3. Condiciones de detección deben ser similares en ambos casos, sin dejar de hacerse las correcciones necesarias. 1. Método utilizando una referencia del mismo radiodetector que se va a valorar. Este es el método ideal para valorar una muestra por medidas con parámetros. En este caso, la muestra debe ser contada en la misma posición que el standard, debe estar uniformemente distribuida aproximadamente como el standard, y la base sobre la cual está situada la muestra debe ser igual a la del standard. Así, la actividad verdadera de la muestra a valorarse puede obtenerse de la siguiente relación: $AL = \text{contaje de muestra} \times A, '1 "$ SSSetaje de standard "Standard 2, método utilizando una referencia que no es del mismo radiodetector que se va a valorar. En este caso se hace una curva de absorción tanto de la muestra como de la referencia. Se corrigen los contajes por absorción debido a material externo (cubierta, aire y ventana) extrapolando ambas gráficas hasta el absorbente total. Bajo estas condiciones, puede compararse los contajes con el absorbente con las actividades verdaderas. Así que, la actividad verdadera de la muestra (A_v) puede calcularse de la siguiente.

relación: $G_{ory} = G_o, x \text{ ESE canto } (A_v), _ = \text{ actividad verdadera del estándar } (h_o)g = \text{ conteo con absorbente total cero del estándar Bod conteo con absorbente total cero de la muestra } ---\text{Page Break---}$ Si la muestra contada ha sido preparada mediante dilución de una porción alícuota de la solución original, hay que tener en cuenta el factor de dilución (F.D.), ya que: $\text{Actividad específica de la solución original} * \text{actividad específica de la solución final} \times \text{FD}$. Conviene advertir que si se usa HaDEP como estándar, se observará un punto de inflexión marcado en la primera porción de la curva de absorción. Esto se debe a la centrifugación de una beta de 0.02 MeV de RaD, por lo tanto se debe extrapolar dicha curva usando como base 2 porción recta observada entre 15 y 25 m/en® de absorbente total ---Page Break---

CAPÍTULO VE MÉTODOS DE SEPARACIÓN QUÍMICA

A pesar de que la química de los radionúclidos es esencialmente la misma que la de isótopos estables y que en la separación de mezclas de aquellos se han utilizado todos los métodos químicos convencionales, ha sido también necesario desarrollar nuevas técnicas para resolver problemas que se presentan en estas separaciones. Muchas veces hay que trabajar rápidamente para que al terminar la separación haya todavía cantidades utilizables de radionúclidos cuyos períodos de desintegración son muy cortos. Otras veces las cantidades de materiales disponibles son excesivamente pequeñas. Al igual que en los métodos de separación química ordinarios, no puede conseguirse a la vez un alto grado de pureza y un alto grado de rendimiento. Debe advertirse que pureza química y pureza radioquímica no son términos sinónimos. En trabajo a nivel de trazas cobran importancia factores cuyo efecto en el rendimiento es mínimo cuando se trate de cantidades grandes. La necesidad de nuevas técnicas para la separación de radioisótopos ha aumentado con el desarrollo de métodos de preparar los mismos en los reactores y máquinas aceleradoras de partículas, y con el desarrollo del método cuantitativo para

determinar trazas de elementos conocidos como analistas por activación, INTERCAMBIO IONICO. De todos los métodos que tienen de separación, el que quizás más he ayudado en la separación

química de los productos de fisión de uranio, especialmente de los elementos tierras raras, ha sido el de intercambio iónico. Este método de intercambio iónico no es, por sí solo, un método analítico completo, ya que en general no permite detección cualitativa o cuantitativa directa; es más bien un complemento a los métodos corrientes. Es una técnica que permite, mediante concentración, separación y recolección, preparar material para ser analizado por otros métodos. Bajo ciertas condiciones, la reacción de elución de algunos materiales puede usarse como criterio de identificación. Esta técnica consiste en un intercambio reversible de iones de igual signo entre un sólido y una solución en contacto con este. Las sustancias utilizadas como adsorbentes (fase sólida) deben tener los siguientes requisitos: 1. ser completamente insolubles en agua, ácidos y bases débiles o fuertes; 2. razonablemente resistentes a aumentos en temperatura; 3. poseer estructura permeable y exhibir una superficie grande. Entre los adsorbentes inorgánicos, los primeros que fueron utilizados para intercambio iónico fueron las zeolitas y silicatos complejos de aluminio que ocurren en la naturaleza. Se usan fundamentalmente para remover sales de agua de mar. Los adsorbentes orgánicos, con mayor aplicación que los inorgánicos, son las resinas de intercambio. Estas sustancias se funcionalizan principalmente con polielectrolitos de alto peso molecular, insolubles en gran variedad de disolventes. Tienen estructuras complejas que consisten en una red hidrocarbonada y grupos polarizados dispersos en alguna forma entre esa matriz orgánica. La matriz orgánica puede ser producida por la polimerización de compuestos mediante una condensación del tipo fenol-formaldehído o por una polimerización de tipo vinilo como la polimerización de estireno (C₈H₈).

estireno conjuntamente con divinilbenceno, (eta = clei CH = clip). las resinas mA. Gtiles son copolímeros de estireno ---Page Break--- 45 = con divinilbenceno, La cantidad de divinilbenceno determina el grado de entrelazamiento de las resinas que a su vez tiene que ver principalmente con la porosidad y la selectividad de las micras. A mayor grado de entrelazamiento más compacta será la resina. La nomenclatura de las resinas indica generalmente el porcentaje de divinilbenceno. Por ejemplo, la resina Dover 1-10 contiene un 10% de dicho compuesto, la reticulación puede ser considerada como una estructura tridimensional con poros cuyo tamaño permite el paso de tonos pequeños, permitiendo de este modo una separación de iones. Los grupos funcionales, o los grupos polares, son los responsables del proceso de intercambio. De acuerdo a los grupos polares, la resina puede ser catiónica (intercambia cationes) o aniónica (intercambia aniones). Los grupos polares más comunes en las resinas catiónicas son grupos ácidos como el sulfónico (-SO₃H) y el carboxílico (COOH), y en las resinas aniónicas son grupos básicos como aminas primarias (-NH₂) y grupos de aminas secundarias (-NHR) y terciarias (-NR₂). Además de estas, existen resinas con otros grupos polares para aplicaciones especiales. Las resinas catiónicas son las que más han sido estudiadas y las que más aplicaciones tienen en las separaciones de especies radiactivas. Podemos representar la reacción de una resina catiónica en su forma ideal (R-H) con un ion metálico (M⁺) en la siguiente forma: R-H + M⁺ ■ R-M + H⁺. Es decir, las resinas catiónicas pueden existir en forma de ácidos libres o en forma de sales de estos ácidos. Los hidrógenos de los grupos ácidos son ionizables y pueden sustituirse por cationes metálicos. Las resinas pueden también utilizarse en la forma de sales para la etapa de adsorción. Factores que hay que tener en cuenta al seleccionar una resina: 1. Estructura geológica de red hidrocarbónica a menor grado de

entrelazamiento: ---Page Break--- a) mayor solubilidad b) mayor velocidad de difusión interna c) menor selectividad d) mayor capacidad de intercambio para cationes pesados e) mayor capacidad de expansión f) mayor fragilidad La presencia de agua causa expansión de la resina en relación inversa al grado de entrelazamiento, siendo extremadamente grande a un grado de

entrelazamiento bajo. La expansión es sensible a la composición de la solución, siendo menor a baja concentración salina. Otro factor importante lo constituye la movilidad de los grupos funcionales; cuando estos estén firmemente unidos a la resina, la cantidad de expansión es menor. La resina de intercambio iónico está controlada principalmente por la razón de difusión y es dependiente, por tanto, del grado de entrelazamiento debido al efecto de expansión. A un grado de entrelazamiento bajo, la razón de difusión se aproxima a la de soluciones acuosas. La selectividad es afectada por el grado de entrelazamiento. Tiende a aumentar con un aumento en este, manteniendo a la vez la dependencia en los rodillos que forman uno. En algunas conversiones, factores de las ocasiones este último efecto suele ser tan grande que puede considerarse que ha ocurrido una inversión de la selectividad. Para concentraciones mínimas, la razón de distribución (D) de un catión A en equilibrio con la resina está dada por la expresión $p = K_A \cdot \text{resina} \cdot [A]$ en solución, donde K es constante para un ión en particular en una solución dada y usando una resina específica bajo ciertas condiciones. Este valor es una medida de la selectividad de la resina. Otros factores que afectan la selectividad son: ---Page Break--- a) naturaleza del ion adsorbido - la selectividad aumenta con un aumento en la carga iónica y disminuye con un aumento en el tamaño del ion hidratado, b) presencia de otros iones - este factor no afecta grandemente la selectividad excepto en aquellos casos en que hay conversión apreciable a una forma iónica diferente o formación de iones o complejos similares.

suchas veces, como en el caso de las tierras raras (niobio aténico) la afinidad de estos elementos por una resina es tan similar, que es necesario recurrir al uso de agentes que alteren en alguna forma la selectividad que bajan los diversos cationes por una columna y así poder cosechar. Fracciones en donde hay enriquecimiento de uno u otros cationes. El uso de soluciones para eluir que contengan aniones capaces de formar complejos con los cationes liberados, ha sido de enorme utilidad en la realización de estas separaciones. Un complejo de este tipo reduce significativamente la concentración de un catión libre y minimiza la retención de uno por la resina, acelerando así el paso de este por la columna. Para fraccionar las tierras raras, se han usado con gran éxito soluciones de citrato. La presencia de este anión en el eluyente establece una competencia por los cationes de las tierras raras entre la resina y el citrato, cada especie de catión continuamente intercambiable entre la resina y el complejo. A medida que el frente del líquido eluyente va bajando por la columna, los cationes del eluyente reemplazan los cationes de las tierras raras en la resina y la banda de tierras raras va bajando por la columna. Al mismo tiempo que dicha banda baja, se va haciendo más dispersa y aquellos cationes de tierras raras cuyos complejos con citrato tienen mayor estabilidad, bajarán rápidamente por la columna. En esta forma se logra cierta diferenciación, y repitiendo el proceso en las distintas fracciones recogidas se separan finalmente todos ---Page Break--- “un ejemplo de lo anterior es la separación de cobalto y níquel por medio de una solución concentrada de cloruro de cobalto y una resina aniónica. El cobalto forma un complejo claro, el cual es adsorbido en la resina; el níquel al no formar este complejo pasa a través de la resina sin ser adsorbido por la concentración total de electrolitos en solución. El ector disminuye con un aumento en la concentración de electrolitos. Este efecto

depende de la carga $21\ 46n$ y la concentración total. A mayor dilución, mejor separación, salvo complicaciones debidas a hidrólisis o formación de coloides. 2. Tamaño y forma de las partículas: Aunque la separación de los iones por intercambio iónico está afectada por el intercambio rítmico de los iones con los grupos funcionales, el factor determinante es la difusión de los iones a través de la resina, razón por la cual la efectividad de la resina aumenta al disminuir el tamaño de las partículas. Se prefiere un tamaño esférico, siendo esta la forma de menor volumen libre, otorgando por tanto mayor resistencia a fluir. La temperatura tiene un efecto claro sobre la velocidad de

reacción. Un aumento en temperatura conlleva equilibrio en menor tiempo y disminución en el rezago efectivo de los plateos teóricos, a razón de flujo debido a la capacidad de intercambio iónico puede ser expresada en varias formas como por ejemplo, equivalentes por grano de resina seca, o equivalentes por mililitro de resina húmeda. El proceso de intercambio iónico puede llevarse a cabo de dos formas, a saber: pasando la solución por una columna de resinas o mezclando la solución con resina. Beta Gtina técnica se emplea para estudios de equilibrio, la primera para la separación de iones. En la técnica de columna, la solución que contiene los iones puede pasar a través de la columna, consiguiendo una migración de los iones a una razón dependiente de la afinidad de la resina por los distintos espectros iónicos, apareciendo primero en el efluente aquellos iones adsorbidos menos débilmente. Se examina el proceso haciendo una gráfica de la concentración de cada ion en particular contra el volumen de efluente, al observar que las curvas son de forma sigmoide y se notará una superimposición de dos curvas correspondientes a diferentes iones cuando no ha habido buena separación. La técnica más usada actualmente consiste en añadir los iones en solución a la columna, siendo estos adsorbidos en la parte superior de la misma y luego

renovidos por 1» adición de un eluyente que hace separar la banda de iones con bandas correspondientes al número de iones según el eluyente baja por la columna. Este es el método conocido como técnica de elución, las columnas utilizadas para propósitos experimentales son relativas entre pequeñas. El tiempo necesario para cada separación es proporcional al largo de la columna, el largo de la misma depende de la diferencia en selectividad; a menor diferencia, mayor el largo de la columna. Es preferible usar partículas pequeñas (100-200 mesh) ya que la rapidez con la cual se llega al equilibrio es inversamente proporcional al tamaño de las mismas; y además se disminuye el problema de que se trabe la resina al usar soluciones acuosas. Al preparar la columna de resina añadiendo la misma en forma de una suspensión acuosa regular, es necesario convertirla a la forma deseada por medio de un electrolito apropiado. Aunque sería preferible que este estuviese a una concentración alta para evitar el uso de volumen grande, esto correspondería a un intercambio lento. Para resinas conteniendo de 8-10% de divinilbenceno puede usarse soluciones cuya concentración fluctúe entre 0.5 - 2M. Luego de la etapa de conversión se puede lavar la columna con agua destilada. Cada vez que la mayor parte de las resinas en su forma original contienen impurezas, es conveniente lavar las mismas con soluciones ácidas o con soluciones básicas fuertes. Para impurezas orgánicas puede emplearse acetona, alcohol o ter seguido de aguas. Al añadir a la columna la solución que contiene los iones a separarse, la concentración de estos debe ser baja (10^{-7} - 10^{-9} M). Si hay peligro de hidrólisis conviene acidificar la solución dentro de ciertos límites. Procede luego la etapa de adición de los agentes acoplantes, si ello fuese necesario. El material no adsorbido es desplazado de la columna por medio de agua destilada, debido a un flujo o algún reactivo especial. Es posible controlar la naturaleza y la magnitud de la carga.

técnicas. Es decir, un catión puede ser convertido en un ión complejo y adsorbido en una resina iónica. El nivel del líquido no debe bajar de la superficie de la resina ya que esto permite la entrada de aire, lo cual retarda la rapidez de flujo, haciéndose necesario por lo regular el remover la resina y volver a reconstruirla. Se emplea generalmente ácido clorhídrico (5+ M) para la elución en las resinas catiónicas. Si se examina la ecuación 1, puede explicarse la reversibilidad del proceso de intercambio iónico: las concentraciones de cationes (Y^{*}) usadas son siempre muy pequeñas y las cantidades relativas de resina muy grandes. Estas condiciones favorecen la adsorción de los cationes en la resina. Se forman cantidades de R y K^{*} equivalentes a la cantidad de M adsorbida. El usar una concentración alta de ácido en el eluyente favorece la reelección de los cationes de las

resinas. Variando adecuadamente la concentración de los reactivos envueltos puede hacerse predecir uno u otro proceso. Se han usado también sales y agentes complejantes, estos últimos con el propósito de aumentar la separación de iones similares y elución fuertemente adsorbidas. El ácido clorhídrico es separado de los iones dscatos con relativa facilidad, así como se han usado otros electrolitos. Las curvas de elución se obtienen haciendo una gráfica de concentración de cationes contra volumen del efluente o contra tiempo si la rapidez de flujo es constante. Si se trata de material radiactivo, el cambio en la concentración se determina por la velocidad de recuento del flujo de líquido efluente con tanto para iones separados del mismo. Para poder separar una mezcla de cationes es necesario repetir el ciclo de adsorción y elución varias veces hasta tanto se consigan fracciones puras de los varios componentes. Hoy en día, la técnica tiene un buen número de aplicaciones entre las cuales merecen atención las siguientes: (2) Purificación y preparación de reactivos limitados a resinas aniónicas, afortunadamente muchos cationes pueden ser

ailsorbides en la forja de aniones complejos. (2) Preparación de muestras e influye el análisis de tonos para los cuales no existen técnicas simples, por medio de la sustitución cuantitativa del ion en cuestión por otro de igual análisis; la remoción de iones interferentes la exclusión de materiales insolubles; análisis de sólidos sin necesidad de aislamientos primero. (5) Concentración - este aspecto es de gran importancia en el análisis de trazas y puede llevarse a cabo a adsorción ocurre a un coeficiente de distribución K_d que la elución, (W) Separación - permite separar iones de carga opuesta de tonos de carga igual. ---Page Break--- (.) Identificación - la rapidez de elución de un material a condiciones dadas es una característica que permite su identificación, con respecto a una sustancia dada formada un precipitado siempre y cuando se exceda el producto de solubilidad para esa sustancia. Cuando se trabaja con radioisótopos las cantidades presentes son por lo regular tan pequeñas que la concentración del agente precipitante, la cual en la mayoría de los casos resulta impráctica. Por este motivo es necesario añadir un portador. Dicho portador puede ser isotópico o no isotópico, como se describe a continuación. Portador isotópico = una sal que contenga el elemento en cuestión en su forma estable. Es de suma importancia que tanto la sustancia radiactiva como el portador estén en cantidades similares. Portador no isotópico - el uso de un portador no isotópico se conoce también como precipitación. Si se tiene un radioisótopo de actividad específica alta la cual se desea mantener no debe recurrirse al uso de un portador isotópico ya que este siendo significativamente idéntico al radioisótopo disminuye la actividad específica del sistema. En estos casos se usa un portador no isotópico que puede luego ser separado de la sustancia de interés. La coprecipitación puede ocurrir en varias formas: a) Por reemplazamiento técnico: ocurre un intercambio de iones entre el radioisótopo y el portador de tal suerte que los

eristales eerdn mixtos, La distribución pasce cer homogénea en la cual la razón de distribución está descrita por la ecuación ---Page Break--- © Puede ser a la dependencia cuya razón de distribución está descrita por la Disa) = $(\frac{te}{wt} \frac{Va}{zr} \frac{Site}{| Gate})$ En la naturaleza de la distribución es dependiente de las condiciones de precipitación, el equilibrio hebesneo de alianza por medio de una precipitación rápida siguiendo una solución super saturada seguida de digestión. El segundo tipo de distribución se obtiene mediante una precipitación lenta en una solución saturada o una precipitación rápida con agitación en una solución supersaturada seguidas con ambos (ocurre por una filtración inmediata. Si la precipitación se obtiene aliadas en el agente precipitante se producen ambos tipos de distribución debido a que se establecen diferencias en concentración en distintas regiones de la mezcla. b) Por formación análoga de cristales mixtos: Ocurre un reemplazamiento similar al homogéneo mencionado arriba. Se considera análoga ya que el reemplazamiento tiene lugar únicamente cuando se trata de metales, con condiciones mayores no se observa el efecto.

©) Adsorción de superficie - La adsorción tiene lugar en la superficie del precipitado. La razón de distribución varía de un experimento a otro. 4) Adsorción interna - Los iones del elemento traza son atrapados dentro de los cristales del precipitado durante el crecimiento de los mismos. Este proceso no es equivalente a la formación de cristales mixtos. La distribución es irregular, al igual que con la adsorción de superficie, la razón de distribución es variable. En la práctica no se puede clasificar una precipitación en ninguna de las clases anteriores, debido a las condiciones experimentales. ---Page Break---

La solubilidad del precipitado se basa en consideraciones de solubilidad y rendimiento, selectividad, facilidad de preparación y purificación, facilidad de conversión a la forma final, toxicidad y peligro de exposición es necesario que el precipitado arrastre una buena parte de

2e trea, St ay trazas de más de un 460 en solución se establece en competencias La festividad de los precipitados atenta con la cantidad de superficie. Por consiguiente, se prefiere el uso de precipitados gelatinosos, que son fáciles de obtener a temperatura de salén que a temperaturas más elevadas. Debe evitarse la digestión del precipitado y la agitación prolongada. Una solución más concentrada producirá un precipitado más fino. La efectividad se consigue, sin embargo, a expensas de la selectividad, la coprecipitación será más efectiva mientras menor sea la solubilidad del compuesto formado y menor la disociación iónica del compuesto adsorbido. La cantidad del compuesto adsorbido aumenta con la carga del Ao. Si la solución contiene cantidades grandes de electrolito, se reducirá la adsorción de superficie. [EXTRACCIÓN POR DISOLVENTES] Una sustancia es soluble en dos disolventes que son miscibles, al estar la sustancia en una mezcla de los dos disolventes, ésta se distribuirá entre ellos en una proporción definida, la cual es constante a una temperatura dada e independiente de la concentración de la sustancia. Esta proporción constante se llama coeficiente de distribución y puede expresarse como: donde C_1 y C_2 son las concentraciones de la sustancia en cada uno de los dos disolventes inmiscibles. Esta ley no obedece rigurosamente a las reglas de termodinámica. Tampoco se aplica estrictamente si el soluto se asocia físicamente en uno o ambos medios. La interacción del soluto con los otros componentes de cada fase afecta su concentración. La distribución del soluto a niveles bajos de concentración será igual a la distribución a concentraciones mayores siempre que se cumplan los siguientes requisitos: Primero: Que la naturaleza del soluto no sea función de su concentración. Si se trata de una molécula conteniendo más de un átomo radiactivo, hay tendencia a disociarse en la misma forma que la molécula original. Ejemplo de lo anterior lo será la disociación de Clg.

(aq) en C_1 y HEL. Segundo: que no se adscriban cantidades apreciables de la sustancia radiactiva en la interfase entre los dos disolventes: Bajo condiciones no ideales, se utiliza el concepto de razón de distribución definida como: la concentración soluta en la capa orgánica sobre la concentración total en la capa acuosa. Bajo condiciones ideales, D es igual a K_p . Esta razón de distribución D es afectada por la temperatura, por las concentraciones de todas las especies químicas involucradas, por la razón de volúmenes de las dos capas y por la presión. La rapidez de separación de las fases aumenta mientras mayor sea la diferencia en densidad entre ambas. La viscosidad debe mantenerse baja para facilitar la rapidez de separación de las dos capas. Otro concepto que se emplea con frecuencia es el de porcentaje de extracción, el cual está relacionado a la razón de distribución por la siguiente fórmula: $100 D$. La extracción se define como SEP donde V_y y V_o son los volúmenes de las capas acuosas y orgánicas respectivamente. ---Page Break---

“56 - Toda vez que los disolventes orgánicos tienen constantes dieléctricas bajas, se hace necesario que las especies a ser extraídas sean electricamente neutras. Se requiere además que los iones disueltos en la capa acuosa se disocien de toda, por lo menos de una gran parte de su agua de solvente. Los iones metálicos disueltos en la capa acuosa forman especies

eléctricamente neutrales en una de dos formas: por formación de complejos de coordinación o por acetatación de iones. Complejos de coordinación pueden representar la formación del complejo mediante la siguiente fórmula: $+ \{X\}$ donde $\{X\}$ es un catión de valencia igual a $\{n\}$ y $\{Y\}$ es un anión de un agente de coordinación o quelante. Los complejos de coordinación pueden dividirse en tres grupos, a saber: complejos simples, complejos quelato y heteropolímeros. En los complejos simples el ión metálico se une al ligando monofuncional de acuerdo a su número de coordinación (B). La unión produce especies neutrales y por lo tanto extraíbles.

directamente, o especies que se asociarán a otros iones mediante el proceso de asociación iónica que se explica más abajo. Ejemplos de ligandos simples: Mi , ROy , Cl^- , OH , Cl^- . Los complejos quelados son los más importantes de los complejos de coordinación. Aquí el ión metálico se coordina a una base polifuncional formando un compuesto cíclico. Los grupos funcionales del agente de quelación deben estar simétricos de modo que produzca un anillo de cinco o seis átomos. Los ángulos deben ser lo más parecidos posible a los ángulos normales en un enlace covalente. La estabilidad del complejo aumenta con el número de anillos debido al aumento en la eliminación del agua de solvatación. ---Page Break--- <5 - El agente de quelación actúa como una base de Lewis. De estar en la forma de ácido se convierte a la básica mediante la pérdida de un protón. La cantidad de complejo formado será función de la constante de equilibrio para la reacción y de la concentración del agente de quelación. La estabilidad del complejo aumentará como función inversa de la electronegatividad de los átomos donantes de electrones y como función directa de los iones metálicos. Un metal con mayor carga a razón técnica se razona sea más estable que uno en el cual está. Un aumento en el número de estructuras resonantes para el complejo de quelación tendrá como resultado un aumento en la estabilidad del mismo que es también afectada por la presencia de sustituyentes en el anillo formado por el complejo, produciendo un efecto estérico. Entre los agentes de quelación más usados pueden mencionarse los siguientes: ácido tartárico; B-quinolina; dimetilglicina, y EDTA. La coordinación de dimetilglicina con un metal está representada por la siguiente fórmula estructural: $C_2H_5N_2$ En los heteropolímeros el átomo central del complejo es un ión complejo en vez de sencillo. Son por lo regular ácidos oxigenados con un átomo de un elemento como boro, silicio, fósforo o arsénico, y entonces de otro elemento como molibdeno o tungsteno. Complejos por acetilación.

de En este proceso, el ión metálico puede continuar con un líquido produciéndose un ión complejo positivo que se asociará luego a un anión dando ---Page Break--- - 8. Lugar a la especie eléctricamente neutral, puede coordinarse a un anión de tal suerte que resulte un anión complejo que puede asociarse a un catión, ocurriendo entonces la asociación de iones. Los sistemas de asociación iónica se pueden agrupar en tres categorías, a saber: 1) Incorporación del catión con un ion orgánico grande o asociación con otro ion de gran tamaño, 2) Asociación de aniones como haluros, tio-chenatos y nitratos, y el oxígeno del disolvente orgánico, 3) Incorporación de sales de peso molecular alto que se disuelven con disolventes orgánicos formando agregados coloidales. La estabilidad de los complejos por asociación iónica depende de la temperatura, de la constante dieléctrica del disolvente y del tamaño de los iones. El método de extracción por disolventes es un método rápido, cualidad que cobra gran importancia cuando se trata de separar un isótopo de periodo de desintegración corto. La técnica permite además separar un ión presente en una atmósfera de muchos iones, variando el pH. Por medio de extracción por disolventes se puede conseguir un ión metálico en un disolvente orgánico o la evaporación. Si la primera extracción no es lo suficientemente eficiente, puede repetirse la misma cuantas veces sea necesario. Los gramos que permanecen en el disolvente original luego de un número de extracciones están dados por la expresión $X = atv + m/p$, donde X representa el volumen de la capa acuosa, m el peso en

granos de soluto disuelto originalmente en la capa acuosa y K la razón de las concentraciones de la capa acuosa a la capa no acuosa expresadas en granos por unidad de volumen. Las extracciones deben hacerse con volúmenes pequeños de disolvente aunque esto conlleve mayor repetición del proceso. ---Page Break--- 59+ Seilard - Chalnere Este es un método de aplicación limitada pero muy útil cuando se

decen separar mezclas de isótopos producidos por reacciones del tipo (n, γ) y (α, P) en cuyo caso los productos son isótopos del elemento original. En una reacción nuclear se produce la captura de la partícula proyectil resultando en un núcleo en estado de excitación. Para volver al estado base, el núcleo tiene que deshacerse del exceso de energía mediante la emisión de rayos gamma o de un nucleón. El primer caso sería una reacción de activación y el segundo de transmutación. Si se utilizan reacciones del tipo (n, γ) con neutrones térmicos, estos no imparten suficiente energía al núcleo para romper enlaces, pero siendo así que la captura de neutrones es seguida de emisión de gamma para deshacerse del exceso de energía, el núcleo emitirá uno o más fotones y al hacerlo sufrirá un retroceso, condiciones necesarias para la conservación de cantidad de movimiento. Dicha energía de retroceso puede ser suficiente para romper el enlace que une al átomo en cuestión al resto de los átomos de una molécula. El momento del fotón gamma es igual a $P = h \cdot \nu$, donde h es la constante y ν es la frecuencia de la luz. De acuerdo a la ley de conservación de momento, el núcleo que retrocede debe tener un momento igual en magnitud al del fotón. La energía de retroceso está dada por $M = \text{masa de núcleo}$, $E_r = \text{energía de retroceso del núcleo}$. Siendo así que el equivalente de una unidad de masa atómica en reposo ---Page Break--- = 60 - es igual a 932 MeV. La ecuación anterior puede expresarse como: $E = B + A$, donde A es la masa atómica, $E = \text{energía del neutrón bombardeador}$. El radioisótopo ya se encontrará en una forma química distinta a la original y es posible separarlo si las posibilidades de reincorporación o intercambio son pequeñas. Este tipo de condición puede conseguirse si el radionucleido está en una forma donde es fácil el intercambio isotópico, por ejemplo, en forma de un precipitado, o añadiendo un portador, reduciéndose así la concentración de los núcleos radiactivos y por tanto la probabilidad de...

recombinación. Si un yoduro de aleación (RE) es bombardeado con neutrones térmicos, la mayor parte de la actividad debida al iodo-128 producido puede extraerse en agua a la cual se le ha añadido un agente reductor para reducir todo el elemento a yoduro. Se presume que el núcleo pierde electrones al retroceder y romper el enlace C-I formándose la especie positiva, pasando luego a la forma neutral (I-) al incorporar electrones por medio de colisiones repetidas. Ambas formas llevan a cabo intercambio en el iodo elemental previamente añadido como portador. Cuando el compuesto bombardeado esté en solución diluida o en fase gaseosa su comportamiento se ajusta a lo discutido en el párrafo anterior, y por el contrario el compuesto está en forma sólida o líquida, una gran parte de la actividad aparece en el compuesto original debido probablemente a un proceso de recombinación cuya naturaleza no ha sido dilucidada, la mayor parte de las separaciones llevadas a cabo por este proceso han sido con halógenos, pero también se han separado P-32, Mn-56 de sus isótopos naturales ---Page Break--- Aumento de casi 100% en presencia de portador y 5. se puede obtener hasta 20 en ausencia del resto, ---Page Break---
CAPÍTULO V DILUCIÓN ISOTÓPICA El análisis químico convencional generalmente requiere una separación cuantitativa de la sustancia a analizarse. En muchos casos el cumplir con este requisito es un problema complicado. Por ejemplo: 1) el aislar cantidades pequeñas de impurezas sin que ocurran pérdidas significativas de las mismas. 2) el separar los componentes de un sistema complejo en el cual varios componentes tienen propiedades muy parecidas implica un proceso de fraccionamiento largo y tedioso. El uso de radioisótopos e isótopos estables como trazadores ha

ayudado a resolver situaciones difíciles en el campo de la química analítica. El método de dilución isotópica, bien sea usando radioisótopos o isótopos estables, se basa en la determinación de la disminución de la abundancia relativa del trazador añadido al sistema.

a analizar, el principio de este método no requiere una separación cuantitativa de la sustancia de interés, basta con aislar una cantidad suficiente para la determinación de la abundancia relativa del trazador. En el caso de usar radioisótopos, la actividad específica es índice de la abundancia relativa del trazador. La discusión se limitará a estos casos. Requisitos del método: 1. El trazador debe tener un alto grado de pureza química, 2. El trazador debe tener un alto grado de pureza radioquímica, 3. El trazador debe mezclarse con la misma forma química que el fenómeno a analizarse, 4. Debe lograrse una distribución homogénea del trazador con relación al elemento a analizarse, 5. El producto aislado debe tener un alto grado de pureza. ---Page Break--- El método directo consiste en añadir una cantidad conocida del trazador a una cantidad conocida del sistema desconocido, y luego aislar una porción del compuesto marcado para determinar su actividad específica. Es imprescindible que el compuesto aislado sea bien puro, y no es necesaria una separación cuantitativa del mismo. Para asegurarse que la muestra aislada es lo suficientemente pura se determina la actividad específica a través de todas las etapas de la purificación hasta obtener actividad específica constante. $\% Ug = \frac{\text{peso de trazador añadido}}{\text{peso del componente de interés en la muestra (desconocida)}}$ $S_o = \text{actividad específica del trazador añadido}$ $S = \text{actividad específica del sistema combinado}$ entonces, la actividad alícuota = actividad total presente en el sistema combinado $S_o = S + S_o$ donde: S_o es el trazador añadido esté en solución, y se debe conocer la concentración del componente de interés en una solución, $V_o = \text{volumen de solución trazador añadido}$ $C_o = \text{concentración del componente de interés en la solución trazador}$ $V = \text{volumen de sistema desconocido al cual se añade el sistema trazador}$ $c = \text{concentración del componente de interés en el sistema original (desconocido)}$ ---Page Break--- Al sustituir en la ecuación (1) tenemos que

de a éna $S_{ooo} = S(V_o + V_e) Yolo / S_o$ els) © Come puede apreciarse de las ecuaciones (2) y (3) la precisión de este método depende del factor $(G_0 - 1)$, mientras mayor sea S_o en comparación con S , mayor será la precisión, por lo tanto, la condición ideal es que el trazador esté libre de portador, para así conseguir un valor máximo para S_o/S . En el caso en que S_o/S sea mucho mayor que uno, las ecuaciones (2) y (3) se simplificarán a relaciones directas: $80\%p$ Veo wees On Ss IT, Método Inverso Es similar al método anterior excepto que en este caso el componente de interés es radiactivo y se determina añadiendo una cantidad conocida del componente en su forma estable; esto es, no radiactivo, $S + \text{actividad específica del sistema desconocido}$ $S' = \text{actividad específica del sistema combinado}$ $W'' = \text{peso de portador inactivo añadido}$ $W = \text{peso del componente de interés en la muestra (desconocido)}$ entonces, $S + S' = S + S'$ or de a énie) La precisión en ese caso está limitada por la diferencia $(S-S')$. Mientras mayor sea S en comparación con S' mayor será la precisión; así que conviene usar un ret» "grande para que S' , sea lo menor posible, ---Page Break--- ~65- Naturalmente no debe llegarse al caso extremo de que S^* sea tan pequeño que su determinación conlleve poca precisión, TIT, Método Doble: Modificación cuando se desconoce la actividad específica original, y ésta no puede determinarse. El método consiste en repetir el método inverso añadiendo cantidades distintas de portador inactivo con cantidades iguales del sistema a analizar. $S + S' = S + S'$ $W'' = \text{peso de portador inactivo añadido al sistema 1}$ $W_h = \text{peso de portador inactivo añadido al sistema 2}$ $S = \text{actividad específica del sistema desconocido}$ $S' = \text{actividad específica del sistema combinado 1}$ $S'' = \text{actividad específica del sistema combinado 2}$ entonces, $(S + S') / (W'' + W_h) = S / W$ y resolviendo simultáneamente estas dos ecuaciones tenemos que: $S + S' = S(W'' + W_h) / W$ Soy e Stes $8th$ Oy sy este caso mientras mayor sea la

diferencia entre los pesos de portador inactivo usa

(U_h , y W_g) mayor será a precisión del método. ---Page Break--- capítulo VITZ WSO DE INTERCAMBIO DE ISÓTOPOS EN ESTUDIOS QUÍMICOS Introduce en una reseña de intercambio que se define como una en la cual la transferencia de un elemento en una forma química da influencia con temas del mismo elemento en otra u otras formas químicas. Esta puede visualizarse mediante uno de los siguientes dos mecanismos: transferencia de electrones y transferencia de átomos, con la ilustración del proceso mediante el intercambio entre estados. FRCL en solución Co^{2+} común 7, Antecedente entre los dos compuestos. Es de Fe^{2+} que originalmente pertenecían a la especie Fe^{2+} pasan a ser parte de la especie Fe^{3+} y viceversa. Se obtiene evidencia de este intercambio gracias con plano radiactivo el nitrato de plomo y observando la aparición de radiactividad en el cloruro de Plomo. Un ejemplo del segundo mecanismo es el intercambio que ocurre en el sistema térmico-ferroso. Cuando el intercambio envuelve una especie radiactiva se le llama intercambio isotópico, ya que lo que se hace evidente es el intercambio del isótopo radiactivo con los isótopos estables del mismo elemento. Naturalmente, el hecho de que ocurra intercambio isotópico confirma las reacciones de intercambio. En el intercambio isotópico el cambio de entalpía (ΔH) es aproximadamente cero, ya que están envueltos átomos de un elemento y las diferencias en masa de los distintos mutantes son poco significativas. Estas diferencias son más importantes cuando se trata de elementos livianos y su efecto se notará en el valor de ΔH . En todos los casos hay un aumento en la entropía (ΔS) del sistema al distribuirse uniformemente el radioisótopo entre las distintas especies químicas presentes. Todo investigador que utiliza radioisótopos como trazadores no puede ignorar ---Page Break--- -6- La posibilidad de que reacciones de intercambio isotópico afecten los resultados experimentales. Por ejemplo, en un estudio metabólico el encontrar actividad en tal o cual especie química no

necesariamente quiere decir que la expectativa física marcada se resulta del proceso metabólico, podría bien ser el resultado de intercambio isotópico. Teóricamente, todas las especies que contienen un elemento común intercambian; el problema a considerar es, pues, si el intercambio es lo suficientemente rápido para que pueda hacerse evidente y afectar los resultados del estudio. El tratamiento metódico de la cinética de un reactante de intercambio es relativamente fácil, en un sistema particular que habrá que ubicar en la concentración total de los distintos reactantes; sólo habrá un cambio en las actividades específicas de las especies que intercambien hasta llegar a un equilibrio en el cual la distribución del radionúclido será uniforme entre las distintas especies, o sea, las actividades específicas serán iguales al llegar a equilibrio. Si se considera una reacción del tipo $AX + BX^* = AX^* + BX$ donde X^* representa un isótopo radiactivo del elemento X, podemos derivar una expresión para el comportamiento cinético de la misma como se explica a continuación: Sea: concentración molar de especie AX concentración molar de especie BX actividad de especie AX de la actividad de especie AX = constante de velocidad de reacción para un sistema dado actividad específica de especie AX o la actividad específica de especie BX. ---Page Break --- El intercambio de actividad para un sistema en particular, no importa cuál sea el sistema, es de primer orden siempre, o sea, $x = GH$ $x = \frac{a}{k_1 + k_2}$ en equilibrio las variables correspondientes a "x" y "y" son constantes y $k_1 = k_2$ igualan las actividades específicas: EQ. YL de donde $x_{eq} = y_{eq} = a$ En todo momento $x + y =$ actividad total (constante) la xegs yeas xty Veena rege ye sya tray sustituyendo en eouresén (1) #-E eG year ven) af] [eve + brea = by = af] [yer ey eo] = BL (ato) (yea - y) o e - oy (y - yea) de ahí Cm: "Ste Integrando entre los Unites toy ty ve La (@ wrvea, ---Page Break--- Si se vinculara el método de integración de tal suerte que en el intervalo -4), ae

$y = y_0 + k t$ donde $t/2 =$ media vida de la reacción, o sea el tiempo necesario para que el incremento entre la actividad actual y el valor de equilibrio se reduzca a la mitad. En términos de logaritmos, $(y - y_0) / y_0$ vs t en papel semilogarítmico se obtendrá una línea recta de donde puede determinarse el tiempo medio de la reacción y, por lo tanto, la velocidad de reacción para el sistema en particular bajo estudio. La velocidad de reacción para un sistema dado, R' , depende de la concentración de los distintos reactivos de acuerdo con la relación $R' = k [A]^m [B]^n$ donde k es la constante específica de velocidad de reacción, m es el orden de la reacción con respecto al reactivo A y n es el orden de la reacción con respecto al reactivo B. Así que repitiendo el estudio cinético a la misma temperatura manteniendo constante la concentración de uno de los reactivos, pero variando la del otro, se puede determinar el orden de la reacción en A y B respectivamente. En el caso de mantener B constante, una gráfica de $\log R'$ contra $\log [A]$ dará una línea recta con inclinación m ; si por el contrario se mantiene constante A, una gráfica de $\log R'$ contra $\log [B]$ dará una línea recta con inclinación n . Conociendo así los valores m y n , se puede evaluar k , o sea la constante específica de velocidad de reacción a la temperatura dada. El experimento puede llevarse a cabo a dos temperaturas distintas y se evalúa por medio de la fórmula $Q = E_a / RT$, donde $E_a =$ energía de activación. Determinarse la correlación de $Q = 2.303 RT$, la constante de velocidad de reacción a distintas temperaturas y la constante universal de los gases (1.987 cal/mol·K).

CAPÍTULO Dx ANÁLISIS POR ACTIVIDAD. El análisis por actividad consiste en determinar la cantidad de un elemento presente en una muestra, sometiéndola a un bombardeo con proyectiles nucleares (generalmente neutrones) y midiendo la...

rattertavided tnayesda en un muclouide del elemento en cuestión, esta actividad será una medida de la cantidad de elemento presente independientemente de su forma química. Entendiendo que del análisis por activación se hace posible la determinación de las trazas presentes en una proporción de partes por millón o en de partes por billón, de aquí la importancia de un método analítico. Aunque para el debardec con proyectiles nucleares pueden utilizarse varias partículas como protones, deuterones, alfas, neutrones, la discusión que sigue se aplica al uso de neutrones, siendo este el tipo de análisis más corriente. Al someter una muestra con neutrones, hay varias reacciones posibles de acuerdo a la energía de los mismos, neutrones con energías de 0.025 eV son conocidos como neutrones térmales. Interaccionan con el núcleo blanco siendo absorbidos por este de acuerdo con la siguiente reacción: $n + {}^1_0\text{H} \rightarrow {}^2_1\text{H} + \gamma$. Hay un cierto número de núcleos radiactivos y el resultado es radiactivo nos referimos a la reacción como una de activa. Este tipo de análisis, cada núcleo tiene una probabilidad característica para capturar neutrones térmales, lo cual se conoce como el dren efectivo de blanco para neutrones. Esta probabilidad se expresa en barns, que resulta ser una unidad de área (1 barn = 10^{-28} cm²), es decir, se expresa en términos del área efectiva de blanco que ofrece el blanco al proyectil. La actividad inducida en la muestra dependerá de varios factores: cantidad de material que se activa (B), flujo de neutrones (B), dren efectivo de blanco (C), ---Page Break --- y el tiempo de irradiación (x). Representa el número de átomos radiactivos producidos - desintegración = constante de desintegración del radioisótopo de interés producido. La actividad neta producida al cabo de un tiempo de irradiación será: donde la actividad de la muestra se mide en el tiempo después de finalizado el periodo de irradiación, esta deberá ser corregida por media vida. Si se desea conocer la

cantidad de elemento activado (peso), la ecuación (puede modificarse de la siguiente forma: ---Page Break--- $A = \lambda N$ donde A es la actividad total de la muestra. No es el peso atómico del elemento X y f es la "abundancia isotópica del isótopo blanco. La

determinación cuantitativa de un elemento mediante un análisis por activación puede llevarse a cabo por el método absoluto \odot o por el método comparativo. Para el método absoluto debe conocerse con bastante precisión f y r . Sustituyendo estos valores y la actividad verdadera de la muestra irradiada en la ecuación (5) se puede calcular el peso del elemento en cuestión. En el método comparativo, una cantidad conocida del elemento de interés (standard) se activa simultáneamente con la muestra desconocida bajo las mismas condiciones experimentales. Todos los factores de la ecuación (excepto la actividad y el peso) son los mismos para la muestra y para el standard, por lo tanto, el cálculo se reduce a: actividad de la muestra / actividad del standard. Este es el método más comúnmente usado y permite una mayor exactitud ya que es independiente de la exactitud con que se conocen los valores de f y r . Sin embargo, hay que tener en cuenta el tamaño y la composición (\odot de otros componentes presentes) de la muestra desconocida, ya que estos factores podrían atenuar el flujo de neutrones recibido por ésta, haciendo que el standard y la muestra no reciban el mismo flujo de neutrones. Si se desea identificar el elemento de interés, es necesario realizar el análisis mediante métodos que han sido discutidos anteriormente en otros experimentos. ---Page Break---

CAPÍTULO x DETERMINACIÓN

Introducción. El riesgo de contaminación, aunque siempre presente, se reduce grandemente mediante la práctica de las reglas de seguridad. Covalentemente, las variables involucradas en cada experimento, tales como cantidad de radiactividad usada, período de desintegración, tipo y energía de la radiación, actividad específica, etc., sugerirán las.

precauciones adecuadas. En cada caso, y por ejemplo, experimentos que requieren el uso de cantidades apreciables de radioisótopos de media vida larga, de alto riesgo biológico y que ofrezcan peligro de contaminar el aire, deben ser llevados a cabo en sistemas sellados al vacío o en "glove boxes". Por el contrario, si las condiciones anteriores no estuviesen presentes, y se trate de un experimento llevado a cabo con poca frecuencia y donde el peligro de contaminación es pequeño, basta con que el lugar de trabajo tenga una ventilación adecuada, además claro está, de observar las precauciones de rutina como el uso de guantes, batas, y lentes protectores, etc. A continuación se presentan algunas fuentes de contaminación: 1. reacciones químicas que envuelven la producción de un gas 2. evaporación de un líquido 3. aeración de un líquido 4. cualquier género de transferencia de líquido 5. pulverización o manipulación de un sólido 6. adsorción en superficies. La variedad relativa de los radioisótopos en una función de su energía, su periodo de desintegración y su actividad biológica. ---Page Break---

"15 mnr 2C-ICTDAD RELATIVA DE RADIOISÓTOPOS EN BL CUERPO HUMANO aa ARS OR 22%, cel, nd¥T, 31% * ____ rived go Acetviedad + __wéxige peruisibles So Er Categoría Got Riesgo ' _Haje _" sería "Alto tnx/br'aradfar' o/s chase 1 : : : vo : Riesgo Bajo : : : me, x82, mm, abt, + : ' : + s000f {haste dmc! La 50xc! 50m0 ¢ : a1, a0TT, 1285, yghT + Aue 28cm me | ' Chase Ir ' : : : : tense Necerade : : : : @, BM, nak, 2, 535, : : : ' ow, am, 060, 5189, : : : ' 95, mul@%, nel27, e129: \$500 pe | nde ae | : Cory Rg eT, Te | henta Sone 1 aS me] Sac { 30c0# PD, ogl3T, gal¥0, pik + : : : ' cet, AD, ath, pyl6e : : : ' dD, 203, 205 : : : ' : : : chase ln : : : : ' Riesgo Alto : ' . 25, 7059, 92%, 29%, 1 50me a | mae ve + : cos Fem', oes hasta 50 ne, 500 pe | 500 pe + 1 do0g ony a tuple 4, ple. I-05, Hoa Physics Guide and Regulations, PING: 'Los instrumentos de reconocimiento para beta y gamma generalmente leen en gráfico o cfm. Los instrumentos para beta y

alfa generalizante en c/n 6 en $mrep/n$, pero en 1a práctica para protección radiactiva no se considera la diferencia entre rep y rad . Pi rad es la unidad oficial para dosis absorbida, que tiene 20% de contaminación alfa, beta o gama transferible. Estos valores se refieren únicamente a la «contaminación del cuerpo. ---Page Break---

"Ama CREED RECEDES PARA CCIVIAMERACTON y estancena, Y 7 Tnstramente de 'Set extensor | reconcenimiento a años 7 cue: mys protectora

Gafne. adi ue ZC ete ata sotectable 260 e/m. 2.5 ar/ar pisos, parces, Fee etinotes < 10 c/a, nada detectable 50 c/me 6.2 ax/tr €10 c/m. nada detectable 20 afm nada detectable 40 c/s nada detectante 8 ofa nada detectable 0.2 nefor £15 ofe detectable 96 o/m. 300 e/e } terior de os tar | ue fs pator Generalesy <1 c/n, 360 fe def te 0.6 mefnr ee £10 ef aco ef. 0.2 maf icontinga) ---Page Break--- et U TVELES HAKING! FERASTBIA scitKSHDADCG ERBA CONDAMENACTCHE LER Y BTCA ' Alta: Betangama arsfono reat deerme contaminado 1 extendido _ ' reconocimiento* | extendido 'reconocimiento Interior de Los acer 50 fae 300 c/s 2.0 mx/nrs Exterior "ie oe mie 300 o/s 245 nt/ure Reetplontes. de gue ses Parra Ei conve i clear bv Pe Re ro o/s sata detectable 50 /me hasta 200 m/re + Table 3, pagina, VI-C2, Health ysis Gatde and Regulations, FRWC-2. extendidos - consiste en frotar un dren de aproximadamente 100 pulgadas cuadradas con un papel de filtro de 2 pulgadas cuadradas. Los extendidos se cuentan en un contador proporcional de flujo con una geometría de si y una velocidad de recuento ambiental de 1 ϕ /iire + instrumentos de reconocimiento para «ice Leon en c/my para betasleen en o/s y meas tere aquí a nit total. Se acine que el 10/ os transferibles debe que el contaminante c2 transferible es usa 10 c/n. En el 'cece ao tetagará, este valor es de 1,000 ϕ /t. Los métodos de descontaminación se basan en procesos Moiese © guinicos. en la primera elasticidad se incluyen métodos tales como el uso de abrasivos y de aspiradores provistos de filtros eficientes. Entre los procesos

quinteos se cucuensian €h use de colucienes "etdas o désteas, dc agentes accmplejantes, Ge sateriales para intereanbie técnico, etc. ---Page Break--- -18 = Recomendaciones básicas para decontaminación: 'A, Decontaminación personal 1, Determinar el grado de contaminación con un instrumento de reconocimiento, Si el nivel de contaminación es bajo, la persona misma puede llevar a cabo la tarea de decontaminación, si el caso requiere la ayuda de otras personas, éstas deberán guardar las precauciones necesarias para que la contaminación no se extienda 2, Proceder a decontaminar el área afectada lo más rápido posible, Esto ayudará en la decontaminación y reducirá al mínimo la exposición a la radiación 3(a) Lavar el área afectada con agua tibia y un detergente durante dos o tres minutos, Secar bien con una toalla de papel, Investigar la contaminación con el mismo instrumento usado anteriormente, Si ésta se ha reducido, repetir este paso varias veces mientras se observe reducción en la contaminación hasta que la misma caiga bajo el nivel máximo permisible, Si luego de dos semanas consecutivas la contaminación permanece constante sin haber alcanzado el nivel permisible se procede de acuerdo al siguiente paso. (b) Repetir el paso (3(a) usando un cepillo de los empleados en hospitales para lavar las manos, con cuidado de no aplicar tanta presión que las cerdas lastimen la piel, No se debe lavar más de tres veces, cada lavado de dos minutos, Si no se obtienen resultados satisfactorios proceder de acuerdo a 3(c) aa). (c) Humedecer la piel y aplicar cristales de ácido cítrico, Probar Si no se obtiene éxito proceder según paso 3(e). (a) Si la contaminación ha sido con productos de fisión, usar bicarbonato de titanio en el paso 3(c) en vez de ácido cítrico, Se ha comprobado que el bicarbonato de titanio es efectivo para otros contaminantes además de los productos de fisión, Colocar en la palma de la mano suficiente cantidad ---Page Break--- -19- de bicarbonato de titanio para formar una pasta, Aplicar la pasta sobre el área afectada y

frotar por dos minutos añadiendo pequeñas cantidades de agua para evitar que se seque. Enjuagar con agua tibia, si es necesario usar cepillo, detergente y agua para resolver la pasta totalmente. De no observarse, reducirá apreciablemente la contaminación. Proceder con el paso 3(e). Aplicar una solución de permanganato de potasio en ácido sulfúrico (una solución fresca preparada con volúmenes iguales de una solución saturada de permanganato de potasio y una solución de ácido sulfúrico al 10%). Frotar con cepillo no más de dos minutos (exposición a la solución por más de dos minutos puede severamente dañar la piel). Enjuagar completamente con

agua tibia. Este paso puede repetirse hasta tres veces. Cuando la descontaminación sea satisfactoria, se lava el área con una solución fresca de bisulfito de sodio al 5% para quitar las manchas de permanganato. Finalmente, lavar con detergente y agua tibia, y secar bien con toalla de papel. Para el tratamiento, aplicar lanolina o una crema de manos a la área afectada para suavizar la piel. Luego, hacer uso de algodón absorbente para aplicar soluciones al rostro, cara y cabellos. Evitar oxidantes ni disolventes orgánicos para descontaminar. Finalmente, dirigirse inmediatamente a un médico y al oficial a cargo de protección radiológica en caso de que una persona reciba una herida o lesión por agentes con sal radioactiva. La descontaminación de ropa puede dividirse en tres grupos de acuerdo a la actividad registrada en un instrumento de reconocimiento, procediendo a su decantación según las siguientes recomendaciones: Grupo I - niveles de 1000 epm = Puede lavarse con la forma ordinaria. Grupo II = Hasta 10,000 epm - Dos enjuagues con agua caliente, luego lavar con una solución caliente de detergente al 2%, enjuagar con agua caliente, lavar con detergente y enjuagar con agua caliente, lavar con una solución de detergente al 1.5%, enjuagar tres veces con agua caliente, y finalmente enjuagar con agua fría. Puede usar almidón si se desea, investigar con un instrumento de.

reconocimiento, Repetir si fuese necesario, Grupo TIT - Nies de 10,000 cra - procedimiento es similar al empleado en el Grupo TI, pero en este caso el lavado debe llevarse a cabo separando los artículos más contaminados de aquellos menos contaminados. Investigar con un instrumento de reconocimiento y repetir el lavado de todos los artículos que no caigan dentro del Grupo I. ©. Descontaminación de Superficies de Laboratorios y Baños. Descontaminación de Superficies de Laboratorios y Baños. Artículo Descontaminante equipo de vidrio 1. solución lavadora de ácido cítrico, 2% detergente y agua tibia, porcelana vidriada. El citrato de amonio, fosfato trisódico, bifluoruro de amonio 2, igual al vidrio acero inoxidable. 2s igual a 2 (2) para vidrio 2. Radiac wash 3: deido esférico asurtado (104) diluido al 10% de nitrato de sodio 5: Ácido clorhídrico. Abrasivo húmedo (brass) 2s igual a 2 (2) para vidrio 2. Radiac wash 31 pulimento para Latón. Abrasivo húmedo plástico 2s Agua 92 (2) para vidrio 2. solución de citrato de amonio al 10%, 3. solventes orgánicos + deido nítrico o clorhídrico al 10% ---Page Break--- pintura, regadera, cemento concreto y ladrillo. Badiola de asfalto. Ls igual al (2) para vidrio. El citrato de sodio al 10% 31 Solventes orgánicos (tricloroetileno) 2 tetracloruro de carbono 5% solo 0 potasa cáustica 6% abrasivo húmedo 1. pintura si está sin pintar o cubrir pero ha sido tratada para contrarrestar la porosidad, cernida cuidándose las virutas #, panera 2s igual al (2) para vidrio. Abrasivo húmedo pincelar o cubrir por completo. En algunos casos el peor método es el 2 8 superficie es lisa. Detergente y agua tibia. Badiotec wash. Zinc clorhídrico o nítrico al 10% reemplazando igual al (2) para vidrio. Tetracloruro de carbono, resinas, (slice generales) alícuotas. Le de los mineros. El citrato trisódico aspire catéter. ---Page Break--- En general, pisos, superficies mecánicas y otras superficies no deben nunca limpiarse con un palo seco, cepillo u otro.

artículo de esta naturaleza, Sterpre debe usar un paño de toalla de papel húmeda con aceite para evitar la contaminación del aire, los desechos orgánicos deben ser usados con mucho cuidado ya que los vapores pueden ser tóxicos y además existe la posibilidad de corrosión. Los disolventes orgánicos también deben ser usados con mucha precaución pues muchos son tóxicos e inflamables. En caso de que un artículo resista los procesos de descontaminación y por tanto no se logre bajar la contaminación a los niveles permisibles, si el contaminante es un emisor alfa de vida corta, se puede dejar el artículo fuera de servicio el tiempo necesario para que la contaminación caiga dentro de los límites de seguridad, si el emisor alfa es de media vida larga, y se trata de un equipo valioso, se puede cubrir la superficie con laca, barniz o pintura. ---Page Break--- REGLAMENTO DEL LABORATORIO DE RADIOQUÍMICA laboratorio de radioquímica

salón G4 en el Edificio Bio-Médico, que ha ido preparándose para el trabajo químico con radioisótopos. Las siguientes reglas son mandatorias: 1. Todo estudiante deberá contactar por escrito al Director de la División de Radioisótopos del Centro Nuclear de Puerto Rico un historial completo de exposición a radiaciones si la exposición es mayor que la máxima permitida. 2. Se prohíbe terminantemente fumar, ingerir alimentos y usar cosméticos en el laboratorio de radioquímica. 3. Es imprescindible usar batas de laboratorio y guantes para trabajar con material radiactivo. Ningún sujeto deberá sacarse la bata ni los guantes fuera del laboratorio. 4. Los aspiradores deberán estar funcionando siempre. Si en algún momento es necesario desconectarlos, deberán bajarse antes las puertas de cristal. 5. No se permite trabajar sin usar un dosímetro. 6. Se prohíbe traer al laboratorio material que no se necesite específicamente para el trabajo de radioquímica. 7. Se prohíbe hacer trabajo que no requiera las facilidades del laboratorio de radioquímica. 8. Se prohíbe usar en botes para aplicar suero.

independientemente de su 1a sustentación con 16 cual trabajas es radiactiva © nos 9. tus sustancias radiactivas y toda mera contaminación deben mantenerse siempre en el sitio asignado dentro del laboratorio. 10, la transferencia de material radiactivo deberá hacerse siguiendo las indicaciones específicas del instructor. 11, Los desechos líquidos activos se vaciarán en los vasos rotulados al vertedero. ---Page Break--- Página 2 12. Los desechos líquidos deben echarse en los zafacenes rotulados al efecto, y suena en los: uafunciones: corrientes 13. No se ovulará en el vertedero mudi que contenga actividad que sea registrada por un instrumento de reconocimiento. 14, Se debe tener especial cuidado en todo el trabajo, particularmente debe evitarse derramar líquidos. En caso que esto ocurra: a) el líquido deberá secarse con toallas de papel (Kleenex) b) todo material deseable contaminado deberá echarse en el zafacén de material activo. c) El área donde cayó el líquido deberá marcarse con un rotulo a lápiz indicando además el tipo de contaminación (e.g. T-251) 15. Se debe hacer un reconocimiento con un instrumento apropiado tan pronto se sospeche que ha ocurrido contaminación personal. Reconocimientos de rutina deberán hacerse a intervalos. 16, Al terminar de trabajar es necesario lavarse las manos, primero enjuagadas y luego desinfectadas. Antes de salir del laboratorio compruebe con un instrumento apropiado si sus manos están o no contaminadas. 17. El instructor deberá ser notificado inmediatamente de cualquier contención u otras emergencias. ---Page Break--- EXPERIMENTO HO, 1 las Características de Puncionamiento 42 los Detectores Geiger y Proporcional Activo Determinar el efecto en el nivel de recuento al variar el voltaje aplicado 2, Verificar la respuesta de los detectores 3, Seleccionar el voltaje de operación adecuado para el detector. 4, Demostrar las fluctuaciones estadísticas en la velocidad de recuento. Procedimientos: Localización de los detectores 2s Asegúrese que Anguierda, Cierre 2, Coloque una

nuestra do 1a serie 1 on 1e posteléea apropiadas Ponga a funcionar el contador y aumente gradualmente el voltaje hasta que el instrumento empiece a registrar impulsos, 3. Determine la velocidad de recuento a distintos voltajes usando incrementos de 50 voltios, 4. Continúe la determinación hasta que la velocidad de recuento empiece a aumentar. Después de haberse mantenido aproximadamente constante a distintos voltajes. Reporte que la velocidad de recuento aumente más de un 10% HBPE EL Telos como esponjante «Ln seacta; Ge simentar sobre este valor en tubo Geiger corre €. si2eg0 de distancia, HL, Fluctuaciones Estadísticas Coleque una muestra de ie sorte g con el contador Geiger, Determine el número de cuentas registradas durante medio minuto (0.5 minuto). 2. Repita el paso anterior veinte veces. TE, Localice la meseta en un Detector de Flujo Proporcional 1. Repita la parte I así como el detector de flujo proporcional, EL instructor proveerá la muestra radiactiva necesaria para esta parte, ---Page Break--- Experimento 1 - (Continuación) 1. Haga una gráfica en papel milimétrico representando la velocidad de recuento

(em) en el eje de ordenadas y el voltaje aplicado en el eje de abscisas. 2. En la curva obtenida localice: voltaje en el que voltaje fue este. Determine el largo de su meseta en voltios. 4. Calcule la pendiente de la meseta. Esta se define como el cambio en porcentaje (expresando en %) al elevar el voltaje 100 voltios en la meseta, y puede calcularse usando la siguiente ecuación. $\% \text{ pendiente} = \frac{V_p - V_m}{V_m} \times 100$ Vem Todo donde V_m = voltaje menor de la meseta V_p = voltaje mayor de la meseta cuentas por minuto con V_m = cuentas por minuto con V_p 5. Determine el voltaje de operación del instrumento. Seleccione aquel voltaje que se obtenga usando 75 voltios al voltaje umbral. TL, 1, Determine el promedio aritmético 2, Determine la desviación estándar 5, Determine si el instrumento está funcionando bien a base del Método de Chi-Cuadrado. IIT. 1, Determine el voltaje de operación del instrumento.

seleccionando el voltaje en el punto medio de la muestra. 2. Compare esta muestra con la muestra del Geiger. ---Page Break--- EXPERIMENTO NOL @ entrenamiento de Contenido en €2 Contador Geiger Objetivos: Estudiar los factores que afectan el porcentaje de una muestra: 1. Medir la contaminación del ambiente con los pulsos registrados por el contador. 2. Determinar el efecto de la geometría del sistema sobre la velocidad de recuento (contaje). 3. Relacionar la velocidad entre el contaje y el número de muestras y calcular el total que resulte debido a la autoabsorción por la muestra. 4. Sustituir la atenuación de radiación detectada por el material que absorbe la muestra (retrodifusión) y evaluar su importancia en medidas analíticas. 5. Determinar la radiación y el nivel atómico de la radiación causada por el material. A continuación, ponga a trabajar el instrumento con un voltaje de operación por cinco (5) minutos y muestre algunos, y calcule la velocidad de recuento en cada medición del sistema. 4. Coloque una muestra de 26 serie L en la posición superior del porta: coloque un contador. Determine la velocidad de recuento en cada posición y calcule la velocidad de recuento para cada una de las posiciones. 3. Mida la distancia entre la ventana y cada una de las posiciones. Luego, determine el conteo de cada una de las muestras de una serie de 0-60 según el paso anterior usando una serie de muestras de Co. Tenga cuidado al manipular estas muestras ya que no están cegadas. IVs Retroalimentación d. Determine el conteo de una muestra de la serie A y las muestras que tiene una película de poliestireno de muy poco espesor. Tenga cuidado con el efecto de la radiación en reflejar las radiaciones presentes. ---Page Break--- Experimento No. 2, Coloque detrás de la muestra las placas de distintos materiales y en cada caso determine el conteo. Use placas de los siguientes materiales (minero atómico entre paréntesis): ^{42}Ca (15); ^{238}U (50) ^{235}U (50), ^{210}Po (82); video Tratamiento de los datos I. Reste la contribución hecha.

durante el día. Tr. Haga gráfica en papel lineal de conteo (cpm) vs. detección (ca). 'UI, 1, Haga una gráfica en papel lineal de conteo vs. peso de muestra para 4 series de Co-60 y otra para la serie de C-11. Determine por la forma de la curva qué serie representa un aumento con la actividad total constante o una actividad específica constante. + Calcule el porcentaje de aumento en conteo haciendo uso de la siguiente relación: $\text{aumento} = \frac{\text{Conteo nota} - \text{Conteo base}}{\text{Conteo base}} \times 100$ (com)geatestsvens 190 SPP ciestirenc 2, Haga una gráfica en papel lineal de % aumento vs. número atómico del metal, 3+ Obtenga de la gráfica el número atómico que podría asignársele al vidrio hecho en este experimento, 4, En su misma gráfica, represente la información de otro estudiante que haya usado un radioisótopo diferente al suyo. Compare y explique ---Page Break--- EXPERIMENTO WO, 3 Medidas con el Electroscopio. Estudiar el electroscopio con medio puro, indicar y medir radiactividades. Procedimientos 1, Detecto del medio ambiente 1, Aleje todo material radiactivo, 2, Cargue el electroscopio 3. Tome la lectura original y vuelva a tomar otra lectura al cabo de 10 minutos. IE, Determinación de la linealidad en la escala del electroscopio, (Esta parte puede hacerse conjuntamente con la Parte <I). 1. Cargue el electroscopio 2. Coloque una muestra

radiactiva a una distancia conocida del instrumento SEM. El indicador del instrumento debe desplazarse 10 divisiones en la escala en un tiempo aproximado de 2 minutos, 3. Tome una lectura tan pronto coloque la muestra en la posición correspondiente. Esta lectura corresponde al tiempo "cero". 1k, Anote el tiempo cuando el indicador del electroscopio llegue a las divisiones en la escala, la división 20, y así sucesivamente hasta que llegue a la división 100. III, Determinación de la estabilidad del electroscopio. 1. Cargue el electroscopio. 2, Coloque un estándar radiactivo a una distancia del electroscopio y determine el indicador del

instrumento en desplazarse a través de Ge Gna sección relativamente amplia en la escala, IV, Determinación de la actividad de una fuente radiactiva. Coloque la muestra de actividad desconocida (pero valor de centésima) en la sustancia del electroscopio y proceda como en la Parte III, V. Autosabsorción en muestra de emisión beta. 1. Determine el parámetro correspondiente a cada una de las muestras que componen la serie de Co-60, colocando cada muestra dentro de la cámara de conteo para hacer las medidas necesarias. ---Page Break--- Experimento 2. 3 VE, Absorción por material externo. 2. Coloque la muestra activa de la serie de Co-60 dentro de la cámara de análisis, y coloque la base plástica en forma de anillo alrededor de la muestra. Determine el "t+". Coloque un absorbente de aluminio sobre la base plástica y determine K. 3. Repita el paso anterior usando absorbentes de aluminio de diferente espesor. Tratamiento de los datos experimentales. 1. La diferencia entre las dos lecturas corresponde al efecto de medio ambiente durante los diez minutos. Trace la gráfica de divisiones contra tiempo en papel de gráfica. Representando el tiempo en la abscisa, la curva obtenida debe ser una línea recta y en escala resulta ser lineal en toda su extensión. Al usar el electroscopio serie B, medir la radiactividad deberá usarse aquella región de la escala que se debe ser lineal. Si en la medida se hacen lecturas en otras regiones de la escala, estas deberán corregirse de acuerdo con la curva obtenida. 1. Calcule B en cpm/min, para el estándar. 2. Calcule B en mR/hr para el estándar usando la ecuación (W). 3. Instrucciones de informar el valor de ϕ para el estándar, y el valor de 06 en nuestra página. 3. Calcule K según el estándar, usando la ecuación (H). 2. Calcule N para la sustancia radiactiva de actividad desconocida. 3. El valor de K calculado. 2. Calcule Y como sustituyente a la anterior. 3. Calcule C para lo desconocido usando la ecuación (N). Refiérase a la figura 2 para el valor de G correspondiente.

al reaicksdtapo anelizeter Ye 1, Meve a grisica x peso dv mucetra en papel de gráfica Lineal, 2, Compare las foman de las evrvas con Jas curvas cbtonidas con se misnas series en el Contador Geiger (Oxp. 2)- Vie 1, Represente los datos experinentales on papel iined y sextlogar(tmteo. ALMIS Pavel sensiogaritmico If deberá representarse en la eccala seailo- aarftzica, ---Page Break--- EXPERDENTO mM, & FREPARACIGN DE MUESTRAS SOLIDAS DB SUBSTANCIAS. RADIATIVAS Djetsvor 2, Fantliarizarse con varias de las técnicas generales de preparar mestras sldidas de sustancias radiactivas. Procedintento: ARIE I - Electrodeposictén Prepare dog muestras on 2a siguiente form 1s Lave dos &isoos de cobre, prinero on éter de petrécico, luego en una solucién de deidos nfrico y sulfurico y por Gitino en agua destilada. 2, Monte 1a celda en 1g misma forma que una previanente montada por el Anseructor. 3, Aflada como 10 mls de agua a Ja celda y espere unos minutos para asegurarse de que 1a celde no tiene escape. Deccarte el agua, A, Allada 10 nla de 1a solucién radtactiva de cobalto, conecte 2 agitator, afustando cu velocidad a un valor conventente, 5. Ajuste le corriente a 100 miliamperios (el voltase del tnsforuator deve estar ajustaio a 6 voltios) y electrodeposite por 10 minutos exacts. 6. Si es necesario alterar los controles del circuito para corregir 1a corriente deveada, descarte 1a eoluctén después de regulado el sietena @ intcie 1a electrodeposictén con solucién trecca, 7, AL terminar 1a electrodeposición descarte 1a soluctén répidasente, enjuague 1a celda con agua, desdmela y

seque el isco de cobre con papel absorbente, 8, Monte 10s aísce en las basec de aluninio pera colocar las muestras, ---Page Break--- Bxperimento min, & -e- 9. Cuente las mucstras en el contador Geiger, Si el contaje es menor de 1000 cuentas por minuto, euento por más tienpo hasta acumler alrededor de 1000 cuentass. PARI TI ~ Précipificiéa y fintrectén Prepare dos suestras on 1a eiguiente fora: 1, En un vaso de 50 nis, nezele 1 al de 2a soluctén de

sulfato ácido mercado con 8935, con 4 o 5 mL, de ácido etílico al 50%. 2. Caliente el sistema hasta que observe salir vapor de la solución; no permite que éste hierva. 3. Agregue 2 mL de hipoclorito de benzeno para precipitar el sulfato de benzoato. Agite y deje enfriar el sistema hasta temperatura ambiental. Transfiera el precipitado cuantitativamente al filtro, lavando con alcohol etílico al 95%. Tenga la precaución de no abrir la solución hasta transferir el precipitado, de lo contrario el depósito no será uniforme. 5. Seque los tubos restantes bajo la lámpara dentro de las cápsulas de aluminio. 6. Monte los frascos sobre las bases de aluminio y cuente en un contador Geiger.

PARTE TIT + Evaporación de solución 2. Transfiera 25 mL de la solución de I-131 a cada una de tres bases de poliestireno montadas en soporte de aluminio. 2. Seque las muestras bajo la lámpara. 3. Cubre las muestras con celofán. 1. Cuente las muestras en el contador Geiger.

Resumen de los datos: Para cada grupo de muestras determine: 1. El promedio aritmético. 2. La desviación estándar del promedio. 3. El intervalo. 4. Si los conteos caen dentro de este intervalo, las diferencias observadas entre ellos no son significativas; 4. La desviación estándar de la diferencia, para dos muestras duplicadas. (Partes I y II, pág. 4) 5. El valor de z, - y 5 es 21496. La diferencia entre los promedios duplicados es significativa al 5%. Ver Copas. Dy X, Vol. II, Manual de Conferencias. ---Page Break---

EXPERIMENTO NO. 5 DETERMINACIÓN DEL PERIODO DE SEMIDESINTEGRACIÓN DE T-252 1. Determinar el periodo de semidesintegración de un radionucleido de media vida relativamente corta. 2. Familiarizarse con el uso de una referencia para normalizar conteos. Procedimiento: 2. Determine el conteo ambiental. 2. Cuente la muestra de I-151 en un contador Geiger. 3. En forma similar, cuente la muestra de referencia usada, RADEP. 1k. Anote la fecha en que hizo estas medidas.

Bepita Loe pasos del 2 al Giariente por un período de dos o tres semanas, usando siempre las mismas muestras y las mismas condiciones instrumentales. 'Intentando de obtener experimentales. Ly Corrija todos los contajes por efecto ambiental. 2, determine el procedimiento y la tasa cuadrada del promedio (\$) de los contajes de las referencias. 3, Corrija todos los contajes de la muestra de T-151 que correspondan a contajes de la referencia que exhiben una desviación mayor de 28 con respecto al promedio, según esté explicado en la página 8 Cap, Ty Manual de Laboratorio y trabe « arétton cpm de 1-151 va. tiempo transcurrido en papel sei aggerftaiac, representando los contajes en el eje logarítmico, base 'et theapo en 4faa, tomando como tiempo cero el día que comencé la determinación, 5. De te gráfica deduce el intervalo de tiempo (días) necesario para reducir cualquier contaje a la mitad de su valor de Teds a la media vida ---Page Break--- EAREMAEIIO AIMLIST? PRATHER Determinar el alcance máximo de la energía media de un emisor beta por el método de Feather, Procedimiento: Ly Determine el contaje ambiental. 2, Coloque la muestra del emisor beta desensibilizado en la segunda posición del contador Geiger, y el anillo plástico que se encuentra en la caja de absorbentes de aluminio, en la primera posición. Cuente la muestra + Hupita el peso anterior usando absorbentes de aluminio de diferente grosor, pasando en orden desde los más finos hasta los más gruesos, sin mover la muestra de su posición original. Continúe las determinaciones de contaje hasta llegar al nivel del contaje ambiental o hasta llegar a un contaje que se mantenga más o menos constante. A, Repita los pasos 2 y 3, usando la muestra de referencia (RADEF). En » continúe las determinaciones de contajes hasta llegar al nivel del contaje ambiental. Siento de los datos experimentales 1, Corrija cada uno de los contajes

obtenidos por efecto ambiental. 2. Determine la corrección debido a absorción por cubierta de la muestra, columna de aire entre muestra y detector, y ventana de

detector. 2) Mida la distancia entre la muestra y el detector en cm. Explique la distancia por la densidad de aire a condiciones normales. La cubierta de la muestra es de celofán y tiene una densidad espesor de 3.1 mg/cm^3 . Para cualquier otro material de densidad ---Page Break--- Experimento No. 2 3. Determine las dimensiones y el peso del material de área conocida y determine el peso por unidad de densidad. La densidad-espesor de la ventana del detector se lo proveeré el instructor. Este dato aparece identificado en cada tubo detector. 4) Use los valores hallados en a, b y c. Beta es la corrección por ventana, cubierta y aire que deberá usar a cada uno de los espesores de los absorbentes de aluminio usados. Esta suma representa en cada caso la densidad espesor total correspondiente a todo el material externo a la muestra. Curva de transmisión para RADEF - Lleve a gráfica cm vs. densidad-espesor total en papel sensibilizado, representando los conteos en el eje logarítmico. Determinación de Ag para SUDEF - Extrapole a absorbente total cero siguiendo la porción recta de la curva de transmisión entre 15 y 25 mg/cm^2 . Contenga de la curva de transmisión de RADEF el conteo que corresponde a cada fracción (0.1, 0.42, 0.3, etc.) del balance máximo de RADEF cuyo valor es 476 mg/cm^2 . Estos conteos serán identificados con Nay. Coeficiente de transmisión (C.t.) = Divida cada uno de los conteos obtenidos en el punto anterior entre el conteo con absorbente total cero; esto es, $(C.e \text{ di } z) / (C.a)y = \text{etc.}$ Curva de transmisión para el emisor beta desconocido - Prepare la gráfica en forma similar a la de RADEF (Paso Nin. 3). a) Si el desconocido es un emisor β (se observa una constancia en el conteo al final de la curva) debe restar 18 contribuciones antes de seguir adelante (pág. 21, Cap. IV, Manual de Laboratorio). ---Page Break--- Experimento No. 6 -5- 2) Si la curva de transmisión del desconocido tiene uno o más puntos de inflexión, resuélvala en sus componentes (pp. 22-23, Cap. IV, Manual de

Laboratorio y considere cada uno de ellos por separado. Determinación de Ay para el desconocido - Extrapole a absorbente total como siguiendo la tendencia normal que lleva la curva. Multiplique cada coeficiente de transnisiGn hallado en el paso 6 por el Ag del desconocido; esto da una serie de conteos, Aphgr Ay este. Para el desconocido, obtenga de la curva de transnistén del desconocido la densidad - 'espesor correspondiente a cada uno de los conteos calculados en el paso anterior. Estos son las fracciones del alcance aéxino del desconocido: 0.28, 0.3R, etc. Divida cada una de las fracciones de alcance entre la fracción correspondiente, lo cual resultará en una serie de valores para el alcance mínimo (R) del emisor beta desconocido. Lleve a gráfica en papel lineal R vs. trazado correspondiente (0.2, 0.2, 0.5, etc.). Extrapole a unidad siguiendo la tendencia normal de la curva; este será el valor más confiable para el alcance mínimo. Determine la energía máxima del desconocido. Si el alcance mínimo es menor de 300 mg/cm^2 use la gráfica de enlace en el Apéndice. Si el alcance es mayor de 300 mg/cm^2 use la siguiente relación: $B = 0.505 E - 0.153$ (R en g/cm^2 y E en NeV). Recopilación de datos: ---Page Break--- ---Page Break---

EXPERIMENTO DE DETERMINACIÓN DEL ESPESOR REDUCTOR DE UN EMISOR GAMA.

Soyerivos. Determinar el espesor hemirreductor de Co-60. Pesquisar con un método de determinar aproximadamente la energía de una emisión gamma. Coloque el absorbente de plomo en la primera posición del contador Geiger y luego la muestra de Co-60 en la segunda posición. Cuento la muestra por un minuto. Repita usando absorbentes de plomo de espesores mayores, sin mover la muestra de Co-60 de su posición. Cuento cada uno de los absorbentes de plomo (sin la muestra) para evaluar en cada caso el efecto ambiental. Tratamiento de los datos experimentales: 1. Corrija cada uno de los conteos por efecto ambiental. 2. Lleve a gráfica en papel semilogarítmico cpm vs.

espesor de absorbentes de plomo en A aves de pulgada, representando el conteo en el espectrométrico. 5, trazar la mejor línea recta entre los puntos experimentales. 1, De la línea obtenida, determine el espesor de plomo que reduce un valor cualquiera del conteo a 2s itd. Este es el espesor hemirreductor. 5. Represente el espesor hemirreductor en g/cm^2 . La densidad de plomo es 11.3 g/cm^3 . G, Determine la energía de la emisión gamma de la muestra de Co-60 usando el valor obtenido para el espesor hemirreductor y la gráfica de energía vs. espesor hemirreductor, Apéndice TZ. ---Page Break---

EXPERIMENTO No. 6 MEDIDAS DE EMISIÓN GAMMA El espectrógrafo. Objetivos

1. Familiarizarse con el espectrógrafo con el fin de obtener espectros de absorción para determinar energías de emisiones gamma. FASE I - Calibración del instrumento
1. Asegúrese de que el instrumento ha estado prendido por lo menos una hora antes de empezar a trabajar, para dar oportunidad a que los voltajes y la temperatura de los tubos se estabilicen.
2. Ponga a trabajar el instrumento en el voltaje de operación recomendado.
3. Coloque la referencia de energía mayor, Zn, en el pozo del detector.
4. Regule los controles del instrumento de tal suerte que la velocidad de recuento máxima (máximo del fotopico) corresponda a un umbral Ge 560 aproximadamente. La forma de regular el instrumento es la siguiente: a) Ajuste el ancho de ventana a un valor de 100 y el umbral a un valor de 560. b) Coloque los controles de la ganancia (fino y grueso) en sus valores mínimos. c) Ponga a contar el instrumento por tres o cuatro minutos, tiempo suficiente para hacer la siguiente regulación de la ganancia: Varíe el control fino de la ganancia desde el valor mínimo hasta el máximo observando la rapidez de recuento. Si es necesario, repita esta operación para las otras posiciones del control grueso hasta observar el primer mínimo en la rapidez de recuento. ---Page Break---

2- Experimento No. 6 La llegada a ese mínimo determina las posiciones convenientes de los controles de la

ganancia. Estas posiciones no deberían alterarse durante el rostro de la determinación. 5. Cuenten la muestra de Zn-65 por un minuto a distintos umbrales cubriendo solamente la región del fotopico. Varíe el umbral por incrementos de 10 unidades en determinaciones consecutivas ya que con este instrumento 10 unidades de umbral corresponden a 100 unidades de ventana. 6. Coloque la referencia de energía menor, Cs-137, en el poro del detector. Ponga a contar el instrumento por varios minutos y localice el fotopico de Cesio observando la rapidez de recuento al mismo tiempo que disminuye el valor del umbral. Determine el espectro de Cs-137 en la región del fotopico únicamente sin alterar la regulación del instrumento en cuanto a ganancia y voltaje. FARTE IT - Determinación de la energía (e) gamma de una muestra desconocida coloque la muestra desconocida en el poro del detector y determine su espectro gamma completo, empezando con umbral cero y usando incrementos de 10 unidades en el valor del umbral en determinaciones de los datos experimentales. Presente los datos obtenidos para 2nf en papel semilogarítmico, indicando los conteos en el eje logarítmico y el umbral en el eje lineal. Determine el umbral que corresponde al máximo en el fotopico del paso anterior usando los datos obtenidos para Cs-137. ---Page Break---

Experimento No. 8 -3- 5. Gráfica de calibración - Lleve a gráfica en papel lineal el umbral obtenido en cada caso vs. la energía correspondiente a la extensión. Energía de Cs-137 = 0.67 MeV. Energía de Zn-65 = 0.12 MeV. 4. Espectro gamma de la muestra desconocida - Lleve a gráfica el umbral en papel semilogarítmico representando el conteo en el eje logarítmico. Determine de la gráfica anterior el valor del umbral que corresponde al máximo en cada fotopico presente. 6. Determine la energía de cada emisión (fotopico) usando la gráfica de calibración. ---Page Break---

EXPERIMENTO 10, VALUACIÓN DE UN VOLUMEN DE I-152. Objetivo: 1.

Familiarizarse con las precauciones a observarse al

trabajar con una fuente radiactiva de rayos gamma de actividad relativamente alta. 2. Calcular y

llevar a cabo la dilución apropiada de una solución radiactiva para obtener una muestra que dé un conteo conveniente en determinado instrumento. 3. Mostrar el uso de patrones de referencia. 4. Determinar el remanente de conteo de una muestra en un contador Geiger en determinadas ocasiones. 5. Valorar una solución de I-151 por un método secundario. Procedimiento: 1. Calcule el factor de dilución necesario para que 25 de la solución final, con la cual va a preparar las muestras, tengan una velocidad de recuento de aproximadamente 10,000 cpm. Asuma que el detector Geiger tiene una eficiencia de 34 para el conteo de betas. 2. Diluya la solución de acuerdo a sus cálculos, usando solución diluyente para yodo. 3. Prepare sobre poliestireno tres muestras similares de 25 ml usando la solución diluida final. Seque y cubra las muestras con celofán. 4. Cuente las muestras en un contador Geiger. 5. Tome un promedio de las tres lecturas y seleccione aquella muestra que más se acerque al valor promedio. 6. Con esta muestra haga un estudio de transmisión usando absorbentes de aluminio. Continúe la determinación hasta que el conteo sea aproximadamente un 10% del valor original. ---Page Break--- Tratamiento de los datos. 4.5. Santo Bia. 9. Realice un estudio de transmisión usando una muestra valorada de RaDEF, 1. Proporcionando coherencia, curva de Transmisión - con absorbentes de aluminio en papel semilogarítmico, indicando los contajes en el eje Logarítmico, corrección por absorción debido a Material Externo. Determine la densidad-espesor total entre muestra y detector (cubierta de la muestra, columna de aire y ventana de detector). Determinación de A. En el caso de I-152, extrapole a absorbente con la tendencia normal de la curva. En el caso de RaDEF, extrapole siguiendo la porción recta de la curva entre 5 y 15 mg/cm² de absorbente aplicado. Rendimiento de conteo - Calcule para RADEF la razón entre la actividad aparente.

(ic) La actividad verdadera, Beto corresponde a la eficiencia global del sistema a las condiciones bajo las cuales se está haciendo la comparación de la actividad específica de la solución final de I-151. Haciendo uso del rendimiento de conteo, calcule la actividad de la muestra de I-151, divida ese valor por el volumen de solución usado (25). Actividad específica de la solución original de I-51 - Multiplique por un factor de dilución el valor obtenido en el paso anterior. Actividad específica de la solución original a las 6:00 A.M. del año en que se hizo el embarque - haga la corrección por el decaimiento de T-181 debido al tiempo transcurrido entre la fecha del embarque y la fecha de la valoración, haciendo uso de la siguiente fórmula: $gt\ ho\ 67\ 29$ ---Page Break--- Una vez realizado, VALORACIÓN Y VALOR SOLUCIÓN DE C-24 1. Establecer los parámetros seleccionados con la valoración de Carbono-14. 2. Ajustar la corrección de medidas experimentales por autosorción. 3. Determinar la actividad específica de una solución de Carbonato, usando una referencia del mismo radioisótopo. Procedimiento: 2. Siga los dos hojas de papel de filtro, cada una dentro de una cápsula de aluminio y luego péselas a décimas de miligramo. 3. Al agregar 1 ml de la solución de BeCl₂ a la solución carbonatada de actividad concedida en un vaso pequeño, agite y filtre el sistema correspondiente, cuantificando el precipitado en uno de los filtros previamente pesados. 3. Repita el paso anterior usando la solución carbonatada de actividad descendente. Deje el precipitado en contacto con la solución aproximadamente el mismo tiempo que en la primera precipitación. Coloque los filtros con los precipitados (dentro de las cápsulas de aluminio) bajo la lámpara a una distancia conveniente para que estos se sequen lentamente. Pese otras muestras (dentro de las cápsulas de aluminio) a décimas de miligramo. Vuelva a pesar y a colocar las muestras hasta que su peso sea constante (± 0.2 mg). Monte las cápsulas sobre un soporte de alimento y cuente las muestras.

bajo condiciones similares en un detector Geiger. 8, Corrie en ambos casos el contaje por el efecto de autoabsorción ---Page Break--- Teste de intercambio por autoabsorción. ~ Vea página 2, motivo de la solución deseada de Carbono-11, Puede ser la siguiente relación: ---Page Break---

EXFREDGNT0 MM, 22 MÉTODOS DE SEPARACIÓN QUÍMICA a) Intercambio iónico 2) coprecipitación c) extracción Determinar la efectividad de la separación en cada uno de los casos estudiados. Procedimiento: PARTE A - Separación de níquel y cobalto por intercambio iónico. 1. Suspenda la resina en agua destilada y transfiera a una columna apropiada. La columna debe tener un pedazo pequeño de algodón de lana de vidrio en la parte inferior para impedir el deslizamiento de la resina. No llene la columna a capacidad, sino hasta 3/4 de su volumen. Cuídese de que no quede aire atrapado. 2. Si la resina no ha sido tratada con HCl, pase a la columna varios mililitros de HCl, 10% y descarte el efluente. 3. Con un gotero capilar renueve la solución que pueda quedar sobre la resina, añada 25 mililitros de la solución a analizar directamente sobre la resina. 4. Eluya con HCl, 10H, gota a gota, y pruebe el efluente para la presencia de níquel en la forma siguiente: Recoja cada gota del efluente en un "spot plate" con depresiones numeradas y añada a cada muestra dos gotas de ditiocarbamato y 5 gotas de NaOH concentrado. Observe en qué depresiones se obtuvo una prueba positiva para níquel. Continúe eluyendo hasta que la gota de efluente de una prueba negativa para níquel. 6. Con un gotero capilar remueva la solución que pueda quedar sobre la resina. 7. Eluya el cobalto con agua. Recoja cada gota del efluente en un cristal de reloj distinto y numere que ha sido contado previamente en un contador Geiger. Seque las muestras bajo la lámpara y cuente en el mismo contador. ---Page Break--- Experimento Nín, PARTE B - Coprecipitación y extracción 41, cuente cada una de 16 piezas de vidrio a usarse.

on un Contador Geiger primero en absorbente y luego con un absorbente de Al de 3025 me/en", Esta será su corrección por efecto ambiental, 2, Transfiera 500 lmbdas de una solución de S-35 y P-32 a una cápsula de vidrio y seque esta muestra bajo la lámpara, Esta muestra será usada como referencia de la cantidad total de ^{59}Fe y ^{52}Fe presente en 500 lmbdas de la solución, 3, Transfiera 500 lmbdas de la solución de S-35 y P-32 a un tubo de centrifuga de 15 ml. Esta es la muestra donde se va a efectuar la separación, 4, Agregue a la solución en el tubo de centrifuga una gota de FeCl_3 . 5. Agregue acetona suficiente ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) concentrado para precipitar todo el Fe como $\text{Fe}(\text{OH})_3$, agite por varios minutos y centrifugue. 6. Con la ayuda de un gotero capilar transfiera el líquido sobre el precipitado a otro tubo de centrifuga, lave el precipitado con dos o tres gotas de NaOH concentrado y transfiera el líquido sobre el precipitado a mismo tubo de centrifuga que ya contiene el primer líquido removido. 7. Agregue a esta solución una gota de FeCl_3 y precipite $\text{Fe}(\text{OH})_3$ añadiendo NaOH, agite por varios minutos y centrifugue, repita el paso número 6 pero transfiriendo el líquido sobre el precipitado antes y después de llevar a una cápsula de vidrio. Este es el líquido T. Seque bajo la lámpara, disuelva los dos precipitados de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ en una cantidad mínima de HCl 10N, combine las dos soluciones y agregue suficiente NaOH concentrado para reprecipitar todo. Transfiera el líquido sobre el precipitado a una cápsula de vidrio y seque bajo la lámpara. Este es el líquido IZ, disuelva el precipitado de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ en 500 lmbdas de HCl 10M, y añada al ---Page Break--- Experimento iii, 11 -3- sistema 500 lmbdas de éter inopreparado saturado con HCl, agite bien y espere a que las dos capas incomiscibles se separen, transfiera la capa de éter a una cápsula de vidrio, realice un total de tres extracciones con éter combinando las porciones de éter en la misma cápsula de vidrio, seque la solución 22, transfiera la capa de agua a una cápsula de vidrio y

seque, 23. Cuente todas las muestras: referencia, Líquido T, Líquido I, capa de éter y capa de agua en un contador Geiger, primero se absorbe y se negocia con un absorbente de alumina de 30% Suelon®. Tratamiento de Los datos: Parte A Corregir cada uno de Los porcentajes por recuento ambiental y llevar a gráfica el conteo contra número de gotas en papel lineal. Parte B El conteo sin absorbente representa el contenido de azufre y el conteo con el adsorbente de 30

nCi/ml representa el contenido de fósforo de cada muestra. Recopile los datos en la tabla adjunta y haga el balance de acuerdo con la referencia, después de haber corregido cada conteo por el recuento ambiental. Recolección de datos y balance Referencia: elain sin título - PAS? mde 8-35, 200% F3e. 100% S-35 c/min con Filtro ~ adherencia « ---Page Break---

Experimento tin, ee psa t efein | \$8635 + recobrado | S-35 | Recobrado de A Copia de agua ---Page Break---

EXPERIMENTO MM, 12 DILUCIÓN ISOTÓPICA Objetivo: Mostrar los principios del método de análisis cuantitativo mediante la técnica espectroscópica. Procedimiento: 1) Marque debidamente los receptáculos de metal, péselos a décimas a 6 miligramos, y cuéntelos en un contador Geiger usando un absorbente de Al de 300 nm/ml aproximadamente (conteo ambiental). 2) Transfiera 1 ml de la solución de Mero radiactivo ("spike", concentración total de Fe conocida) y 5 ml de agua a un tubo de centrifuga de 25 ml. 3) Transfiera 1 ml de la solución de hierro a analizar (concentración total de Fe desconocida), 0.200 ml de la solución de hierro radiactivo ("spike") y 5 ml de agua a otro tubo de centrifuga de 25 ml. 4) Agite cada tubo de centrifuga 10H 64 gotas, agitando y dejando asentar el análisis entre gota y gota hasta que al agregar una gota no produzca ningún precipitado, asegurando así una precipitación completa del hierro, centrifugue y descarte el líquido. 5) Lave cada precipitado con 5 ml de agua a los cuales se le ha añadido 12 gotas de 10H. Centrifugue y descarte el líquido de lavados. 6) Transfiera la mayor...

parte de cada precipitado a los dos receptáculos de metal previamente pesados 1) Seque extensamente los precipitados bajo la Méspera. No acerque a Limpara decantación al sido para evitar que partículas de salten fuera de receptáculos 8) Pese cada sistema a décimas de miligramos y repita los pasos 7 y 8 hasta llevar cada sistema a peso constante (diferencia máxima de 0.2 mg entre dos pesadas sucesivas, 9) Cuente cada muestra en el detector Geiger con el mismo absorbente de Al utilizado en la determinación del conteo ambiental. ---Page Break---

Experimento Win. 12 obtención de los datos 2, Calcule la actividad específica de cada muestra en cp/ng de ppt. 2, Calcule la concentración de hierro en la solución analizada expresando el resultado en $\mu\text{g Fe/ml}$ usando la fórmula: $S_o = \frac{\text{actividad específica de solución conocida ("spike")}}{\text{actividad específica de solución desconocida}} \times \frac{\text{concentración en mg/ml de solución conocida ("spike")}}{\text{concentración en ng/ml de solución desconocida}}$, ---Page Break---

EXPERIMENTO UM, 23 USO DE DVERCMGTO DE ISÓTOPOS EN ESTUDIOS CRÍTICOS Objetivos: 1) Demostrar la existencia de reacciones de intercambio 2) Ilustrar el uso de un radionúclido en la determinación de mecanismo y rapidez de una reacción, 3) Estudiar el intercambio del yoduro (I-13) con el yodo en yoduro de butilo normal. 2) Realice debidamente cada receptáculo plástico Ay Agy Ay vástago para las muestras de 14 capa acuosa By, Byy Byeeete. para las muestras 5 de la capa orgánica (benceno). 2. Cuente en un Contador Geiger cada uno de los receptáculos plásticos interponiendo entre este y el detector un absorbente de Al de 600 nm/cm² aproximadamente. 3. Coloque el frasco con Haz (0.05 M en acetona), y el frasco con n-Bul (n-butilico 0.08 en acetona), en el baño a temperatura constante, 1) Coloque también en el baño el nitrógeno aforado de 5 ml (vacío). 5) Coloque cinco matraz aforados de 2 ml en un vaso con hielo y añada a cada uno, 1 ml de Na (0,08 M acuoso) y

1 ml de benceno. Cuando las soluciones estén a la temperatura del baño, añada al matraz Ge 5 ml que se coloque en el banco los siguientes reactivos: 1 ml de Na en acetona, 1.1 ml de n-Bul y 100 μl de solución de T-252 (Wal*). Céntrate a tomar el tiempo al añadir el tercer reactivo. Este es un conteo de la reacción de intercambio. Agita el sistema (por rotación) durante un minuto, más o menos. Toma un total de 5 muestras del sistema, anotando el tiempo en que ---Page Break --- Experimento N° 23 -2- tenía cada una de ellas. La primera muestra se tomará inmediatamente,

que el sistema esté preparado, y las muestras sucesivas a iguales intervalos de tiempo (5 minutos para el experimento a temperatura más alta y 15 minutos para el experimento a temperatura menos baja). Se trabajará con cada muestra de igual forma, según se explica a continuación. 8. Transfiera 100 μl del sistema de la reacción a uno de los matraces aforados. Aé en el vaso con hielo y agite por uno (1) de minutos. Dé oportunidad, sin perturbar el sistema, a que ocurra una buena separación entre las dos capas. 9. Transfiera 500 μl de la capa de benceno al receptáculo plástico y tape. Retire inmediatamente. Remueva el resto de la capa de benceno con un otro tapón en una cápsula de aluminio, compile y descarte. No olvide en el proceso remover también un poco de la capa acuosa. El benceno contiene el n-Bul. 20. Transfiera 500 μl de la capa acuosa a otro receptáculo plástico y tape el mismo. 2. Cuente en el contador Geiger ambas porciones usando el filtro de Al de 600 ng/ex®, anote los datos: 2. Corrija cada uno de los conteos obtenidos en la siguiente forma: (cpm corregido) = (cpm receptáculo con muestra - cpm receptáculo vacío). 2. Actividad total de cada muestra - Sume el conteo de la capa acuosa y 2 de la capa orgánica correspondiente. 3. de actividad en capa acuosa (y) = actividad total * 20° ---Page Break--- Experimento N° 13 "3. Bs (y= yea) envíe 50 μl cada uno de los valores obtenidos en el paso anterior. Pl valor para yeq en.

cate experimento es 50%, ya que las concentraciones molares de la especie orgánica y la especie anorgánica son iguales ($a = b$). ($y \sim yeq$) representa lo que falte para llegar a equilibrio. eve a gráfica ($y - yeq$) vs tiempo en papel semilogarítmico indicando el tiempo en el eje lineal, 5, TMeapo medio de la reacción ($t_y/2$) - De la gráfica determine el tiempo necesario para reducir a la nit un valor de ($y \sim yeq$) en particular. Ejemplo: y ves a tiempo energía de activación para la reacción (@B) ~ De los valores obtenidos para t_y/p a las dos temperaturas empleadas calcule 4 E haciendo uso de la ecuación: $AXE = 2503 RET$. (t/a teh fee ---Page Break--- Objetivee Ly Pantlarizarse con técnicas de activación con neutrones y en la identificación y 2, Femttiarizarse « 3m determinación cuantitativa de los componentes de una muestra. Procedimiento, 1. Pese por separado en la balanza analítica dos muestras que contienen el elemento indio. 2. Coloque las muestras en la fuente de neutrones de tal manera que reciban el mismo flujo de neutrones. 3. Irradie las muestras durante 100 minutos. Anote la hora exacta en que comencé y terminé la irradiación. 4. Determine el espectro diferencial gamma de cada una de las muestras en el analizador de 1100 sensores. Anote la hora en que hace cada determinación. 5. Determine el espectro integral gamma de una de las muestras (muestra No. 1) cada 15 minutos en el analizador de 00 canjes hasta completar el espectro. 6. Cuente la otra muestra de indio (muestra No. 2) en el detector Geiger cada 10 minutos hasta completar de 8 a 10 conteos. Anote la hora exacta en que hice cada determinación de conteos. Tratamiento de los datos crudos, 1. Haga una gráfica en papel semilogarítmico del espectro diferencial de cada una de las muestras de indio. Presente las cuentas en el eje logarítmico y el número de cuentas en el eje lineal. 2. Determine la energía lecente y compare ambos espectros diferencialmente. ---Page Break--- Experimento ilo, Uh -2- 5. Determine los límites de cada

fotopico en el espectro diferencial; este es el ec, Los canales incluidos en la región de cada fotopico. Ya se han dado los límites obtenidos en el paso anterior, determine el número total de cuentas que cae dentro de la región de cada fotopico en el primer espectro integral. 5. Repita el paso anterior en todos los espectros integrales obtenidos. 6. Haga una gráfica en papel semilogarítmico del número total de cuentas vs. tiempo (minutos) para un fotopico en particular, y deduzca la vida media para esta emisión gamma. Repita el paso anterior para cada uno de los fotopicos obtenidos y compare las medias vidas de todos los fotopicos entre sí, y determine qué datos pertenecen al mismo radionucleido o a radionucleidos diferentes. 8. Lleve a gráfica en papel

semilogarítmico la información contenida en el detector Geiger, esto es, con vs. tiempo. Determine la (6) vida media (+) de betas. 9. Compare las medias vidas de betas y gamas, y determine cuáles o cuáles pertenecen al mismo radionucleido. 10. Asumiendo que la muestra, la cual es un estándar que contiene 99% indio, determine la cantidad de indio presente en la muestra No. 2. Vea página T3 y Capítulo Df, Manual de Laboratorio. ---Page Break---

EXPERIMENTO NO. 15

PROCEDIMIENTOS 1. Familiarizarse con las técnicas ordinarias de detección de contaminación 2. Aplicar los principios de descontaminación de uso general en los Laboratorios de radioisótopos. 3. Aprender a usar algunos instrumentos de reconocimiento. Procedimiento: I. Detección de la contaminación a) Haga una inspección general del área de trabajo que le ha sido asignada haciendo uso de un instrumento de reconocimiento. Marque toda área que exhiba contaminación. b) Divida el área total de trabajo como se indica a continuación y tome extendidos ("smears") de cada una de las partes por separado. A. metal frontal - parte izquierda 2. metal frontal - parte central 3. metal frontal - parte derecha A. plástico - parte izquierda 5. plástico - parte central 6. plástico - parte derecha 7. bandeja - parte superior izquierda 8. bandeja -

parte superior derecha ventana, parte inferior izquierda ventana - parte inferior derecha ventana = parte izquierda ventana + parte central ---Page Break--- 25, ventana ~ parte derecha claves (aire, agua, gas, vacío) del lado izquierdo 15. Claves (aire, agua, gas, vacío) del lado derecho 36. Salidas (aire, agua, gas, vacío) del lado izquierdo 17, salidas (aire, agua, gas, vacío) del lado derecho 28, Lámpara infrarroja y base 19. Cordón lámpara infrarroja 20. Reloj 21, escuadra ("hot plate") 22, interruptores eléctricos - lado izquierdo 23, interruptores eléctricos - lado derecho Otras áreas que deben ser examinadas mediante extendidos son: 1. Mesa donde se sirven los ratones ~ topes 2. Planes 3. Centrífuga €) Cuento cada una de los extendidos en un detector proporcional de flujo en ventana, Se considerarán contaminadas todas aquellas áreas que exhiban un conteo mayor que el doble del conteo ambiental, 1. Haciendo uso de una esponja o un palo lave por separado cada una de estas áreas contaminadas con una solución diluida de Radiawash, 2. Enjuague varias veces con agua y seque. 3. Vuelva a tomar extendidos de estas áreas. De no haberse reducido la contaminación bajo los límites permisibles debería repetirse el procedimiento cuantas veces fuere necesario, Si no se observa disminución apreciable en la contaminación después de varios lavados consulte con el instructor para aplicar otros métodos. ---Page Break---

Apéndice I (De: Radiological Health Handbook, 1960) ---Page Break---

Apéndice II [ESPESOR Y REFRIGERADOR VS. ENERGÍA PARA RAYOS GAMA OW O se of g2 og ol go 0 vl \$I "191 81 61 0% 2% £e - be Peed lg 24/6 ---Page Break--- e932 | 0.85 0.923_| 0,90 ---Page Break---