

PRNC074A

NPR - 744

PUERTO RICO NUCLEAR CENTER

TECNICAS DE RADLOISOTOPOS

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---

?TECKICAS DE RADTOISOTOROS

Manual de Laboratorio

?TABIA DE CoNTENIDO

VEIT = USO DE INTERCAMBIO DE ISOTOPCS EN ESTUDIOS CINEYICOS

YC + ANALISIS POR ACTIVACION

$X = mE_{\text{carm}}E_{\text{Mac}}T_{\text{a}}N$

TECNICAS DE LABORATORIO

EXPERIMENTOS

NO, 1 = DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO
DE LOS DETECTORES GEIGER Y PROPORCIONAL

NO, 2 - RENDIMIENTO DE CONTADAJE EN EL CONTADOR GEIGER

NO, 5 - MEDIDAS CON EL ELBOTROSCOPIO LANSVERK

NO, 4 = PREPARACION DE MUESTRAS SOLIDAS DE SUBSTANCIAS
RADIATIVAS

NO, 5 ~ DETERONACTON DEL PERIGDO DE SEMAIDESINAEGRACTON DE 1-132.

WO, 6 = ANALISIS FEATHER

WO, 7 > DETERGNACTON DEL ESPESOR HEXTREDUCTOR DE UN

BMISOR GAMA

---Page Break---

ECERDENTCS

Wo, 8 =

ne, 9 =

NO, 20-

HO, Le

wo, 12

WO, 13

BO, he

no, 15+

APROICES

MEDIDAS PE EXESTON GIA (EL ESPECTROGANGHETKO)

VALORACTOH DE UA SOLUCLON DE T-252

VALORACTON DE UNA SOLUCTON FL CHI

seTODGS DE SaPARACTCH «UBC

DELUCLCH ESOTOPECA

WGO DE TTERCABIO De TSOTORE BN ESTUDIOS CLAETICES

AMALISIS POR ACTIVACTG

DECOWTAMENACTOS

+ AICANCE VS. EAGSCIA PARA ZARTICUIAS BETA

{TT = BSZSSCK HAEREDJOTOR VS, ENERGIA PARA RAYCS GANA

TTY ~ ALGUNAS FUNCTONES EXPORENCIALES

---Page Break---

merRopuccray

Los experinentos que se incluyen en este manual de laboratorie se reco-
miendan para un curso intreduetoric cobre las técnicas del manejo de radio-
AsStopos y sus aplicaciones como trazadores tal cono el que se ofrece en 1a
DivisiGa de Ciencias P{sicicas 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 radiotopos, Les siguen un grupo de experimentos rediseñados 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 Radiotopos.
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)

Produce por la interacción de la radiación con el gas. Para una información detallada sobre esto: instrumentos refiérase al Capítulo VIII del Manual de Conferencias, Volumen T.

Detector Geiger y Detector Proporcional?

Cada instrumento tiene una región de voltaje en la cual manifiesta 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 recombinación, 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 del voltaje de meseta (de izquierda a derecha). Con el uso de la meseta se evita el ruido de descarga hacia voltajes más bajos. Por esto se prefiere operar el instrumento en la primera sección de la meseta. En los 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 reemplaza el tanque de gas, Se observa una meseta a un corte en los detectores proporcionales que en los Geigers, 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 exisiciones (α , β). EL tamaño del pulso depende de la energía absorbida por el gas detector, el emisor alfa alcanzará el tamaño de pulso mínimo que puede registrar el sistema contador a voltajes más bajos que un emisor beta, observándose por lo tanto 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.

snare AK

En el caso de ins cétaras de ioulzacidn el valtaje de operaci3n generalmente es menor de 300 voltios y depende del tanaio de 1a cdnara, naturaleza y presi3a del gas, espacio entre los electrodos, naturaleza de los electrotos, etc.

BL gas usado en el electroscopio de Lansverk es aire « presi3n atmosf3rica, EL voltaje de la baterfa usada es tal que el instrmento funciona en el punto medio de la neseta, Bs necesario calibrar el instrumento, esto es, determinar su sensibilidad obeervando la rapidez do descarga en presencia de una fuente radiactiva de actividad conocida.

La doois de radiaci3n por unidad de tieapo en cierto punto e une distancia determinada de la Diente radiactiva ests representada por 1a siguiente relecti3a:

2

e

Re

R= dosie por unidad de tiempo en mr/br.

G = *constante caracterfstica del radtotedtopo y se expresa en

ur/nr/ne @ wna @istancia de 1 on

C= actividad de la fuente radiactiva expresada en millicuries

Adstencia cn en entre ol punto y 1a fuente radtactiva,

svaiores de ϕ para algunos radiotsstopes:

---Page Break---

3

360 = 1-52 2,700 = 2n65

12,800 = co-60 6,550 ~ Fe-55, 59

la wensibilidad del electrosco pio se puede determinar usando una fuente
redisetiva de actividad conocida (standard) y haciendo uso de 1a relactén
que existe entre la epider de descarga del inctruento y 1a dosis por unidad

e tieayo en el punto donde se ha colocado el clectrosco pio,

x

x-#

La rapidez de descarga del instrumento en divisiones/min.

x_e

Respuesta en divisiones/min, por mx/hr.

Conociendo el valor de esta constante, puede usarse el electroscopec para
valorar fuentes radiactivas de actividad desconocida basándose en una deter-
minación 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 1a escala según va
descargándose el instrumento. Una gráfica de estos tiempos contra posición

del filamento en 1a escala dará evidencia de

Linealidad de dicha escala.

Detectores de Centelleo

La detección de positrones Antrimontoe se base 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 acondiciona receptáculos con

la muestra permitiendo una mejor geometría. Estos detectores

corrientemente como detectores de pozo, Para detectar radiación beta se utiliza un cristal de antraceno, Hay también sistemas contadores líquidos,

utilizados en la detección de emisores de partículas alfa con Tritio y Carbono-14. En

---Page Break---

-he

este caso la muestra se disuelve en el líquido centelleador lográndose 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 detector, el cual 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 osciloscopio.

El instrumento debe operarse al voltaje recomendado para el tubo fotomultiplicador,

Consideraciones Generales

Es necesario contar una muestra de referencia periódicamente para asegurar

del buen funcionamiento del instrumento, El obtener la desviación

estadística esperada para los conteos de esta referencia es { índice del buen

funcionamiento del instrumento. Conviene usar como referencia un radioisótopo

de media vida larga para poder comparar los conteos sin necesidad de corrección.

Para una discusión detallada del método estadístico refiérase @ 106

Capítulos IX y X del anual de Corforsnetas, Vol. II, Evidencia experimental,

de este comportamiento (desintegración < 2 s) puede obtenerse contando una

misma muestra sucesivamente un buen número de veces:

Contajes sucesivos de una muestra son convenientes únicamente cuando se sospecha que el sistema está contando erróneamente. En estos casos se aplica la prueba de Chi-Cuadrado que 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---

CAPITULO 11

CONTAJE DE CONDENSACION

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

es la actividad verdadera, La constante de proporcionalidad representa el rendimiento

de conteo o eficiencia global del sistema de recuento y su valor es el índice del

efecto de una serie de factores en la medida experimental.

La actividad aparente de una muestra podría interpretarse como la actividad

de la muestra sólo en aquellos casos en donde se interesa hacer medidas comparativas

cuando que las condiciones experimentales en todas las medidas a comparar

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 comparación. 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,

Considerar cada uno de los factores

que afectan a la velocidad de recuento,

esta 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

---Page Break---

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 1a 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 esté generalmente entre 20 y 30 cuentas/min, Al conteo de 1a 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; $100 \text{ cm} + 10 \text{ em } 30,000 + 100 \text{ cpm}$

$- 30 \text{ (ambiente)} \quad 30. \text{ (ambiente)}$

$\text{cm } 99970 \text{ cma}$

Nótese que en el caso de 1a muestra más activa el conteo corregido por ambiente cae dentro de 1a desviación probable del conteo original; por lo tanto

La corrección resulta superflua,

B, TMeapo de Resolueiéa o Tienpo Muerte del tube

Cusndo un detector es afectado por una radiación iontzante, tarda cierto tieapo en volver « su ested original. Si durante este tiempo muerto entra otra radiaciéa ésta no seré registrada, Se puede corregir por este efecto fen 1a siguiente forma:

Sea Cony = contaje experinental expresado en cm

Ccorreg, = contase experimental en crm corregide por tiempo

muerto

T =tlenpo de resclución o tienpo muerte expresado en minutos

Coxp * T= tempo muerto total,

---Page Break---

-T-

de modo que el contaje experinental on realidad no fue registrade en un minuto

sino en (1 =

$\exp^{-\lambda t}$ minuto,

+0,

ws Scores.

El tiempo muerto es de una magnitud de microsegundos 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 pueda despreciarse en comparación con 1 en la relación anterior.

Para corregir es necesario conocer el tiempo muerto del tubo, éste puede determinarse en la siguiente forma: Se parte un disco metálico en dos mitades, depositando con una micropipeta un pequeño volumen igual de solución radiactiva en cada una de las dos mitades cerca de lo que fue el centro del tubo.

Para asegurar una muestra justa de cada mitad en la determinación experimental se cuenta una mitad, luego ambas mitades y finalmente la segunda mitad

$C = C_{me} \times 2$

$C_{ye} = C_{ru} \times \text{ambas mitades}$

$\text{cy}^2 = \text{cy de la nite } 2$

Se calcula el tiempo muerte T sustituyendo en le siguiente relectén:

$4 + 0 =$

2

tes

2

Cs Goometrsa det

Una muestra raiiactiva se desintegra al azar y enite radiactones

?en totes Girecctones. Sclenente entran al detector aquellas radiactones que caen

dentro del éngulo séldo deserito por 1a muestra cono un punto y los Lfsttes de

a ventana,

---Page Break---

A

af

Mientras más cerca esté la muestra del detector mayor es el factor de geo

metría, y mayor el porcentaje de las emisiones totales que se detectan, si

conoce el ángulo sólido formado G) se puede corregir por este factor, la corrección

sería LIT donde MEX corresponde a la esfera completa,

Dey

La geometría del sistema puede variar de un día para otro debido a cambios

en temperatura y presión, por eso, al estudiarse una muestra a día debe contarse siempre una muestra de referencia de vida media suficientemente larga

para que la actividad de ésta no cambie durante el estudio.

Por ejemplo:

ale

a 2,240 em 10,350 ope

2 5,480 20,420

3 3,aho 20,800

Ua diferencie en contaje μ e 1a referencia entre el segundo y el tercer
fe es significativa y puede heber courrido debido a un cambio en geonetrfa
(© aletin otro cenbic instrumental), FI contaje de La muestra el tercer ala

Puede corregirse en la siguiente fore:

Cong © 220 x SOR com

D. Adsorei n por eateriel externo:

Fara que una radiaci n 1egue al detector tiene que atravesar toda

Jn nateria desde la muestra hasta el detector:

4) cubierta de le muestra,

---Page Break---

-9-

) columna de aire entre muestra y ventana

fe) grueso de 2a ventana del detector

La cantidad de absorei n depende de 1a densidad del material y del espesor

de éste. Ejemplo - Plomo - detiene más las radiaciones que aluminio porque es más denso, Pero que los dos absorban 10 mismo debe usarse un espesor de aluminio que guarde la misma relación con el espesor de plomo que el coeficiente 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^2 o mg/cm^2

de tal suerte que iguales densidad-espesores absorberán la misma cantidad de radiación de un radiotopo dado.

Se pueden comparar sustratos 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 medidas de diferentes radiotopos, es necesario corregir aunque las condiciones experimentales de densidad-espesor sean idénticas ya que la absorción será mayor para aquellos radiotopos de energía más baja.

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:

densidad - espesor de filtro y conteo

de (cm)

© (antico plástico) 2,555

2.678 2,42

3,395 2,978

5,060 1,800

6.510 3,652

---Page Break---

Vemos que a medida que aumenta la densidad

el espesor de los filtros disminuye

el conteo. La absorción es una función exponencial, por lo tanto si llevamos

a gráfica de densidad-espesor en papel semilogarítmico se obtiene una línea recta.

Para determinar el conteo 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

plicando por 1a densidad de aire condiciones ambientales. Para la cubierta de
luna nuestra se pesa un pedazo del material de referencia conocida y se calcula el
peso por unidad de área, Cada tubo Geiger especifica 1a densidad-espesor de
su ventana, La suma de estas tres cantidades constituye el absorbente constante
que está afectando todos los conteos. Para corregir por este factor, se extrapola

al cero absoluto según ilustra el diagrama,

o m

Gene. cap, de Tiltros (ng/en²) añadidos

corrección

A_0 = Contaje con absorbente total cero, A_0 sea el conteo sin el efecto de
absorción por material externo a la muestra,

By Autosorción

Este fenómeno se debe a absorción de la radiación por la muestra

misma, 2s de particular importancia en emisión beta, ya que en este caso no hay
una energía característica y es un espectro continuo de energías desde cero hasta

wm valor mixino caracter:

ico de cua enisors-y especificamente en entsiéa beta

---Page Break---

-a-

de energfa mixina baja en donde abundan las betas de poca energfa.

Energia eax

Se poirfa explicar este gendueno on 1a siguiente forma: Venos a asumir

que hay una muestra de una sola capa uclocular en 1a cual hay cuatro dtomos

?que se desintegran en un segundo, Si la muestra es unifomme y tiene dos capes

noleeulares, tended ocho tors que se desintegran/seg. Fero si de 1a segunda

cape une de lar radiaciones tiene energfa muy baja, ésta serd absorbide por le

muestra antes de salir y -'- se registrarin 7 desintegraciones en vez de 8,

Hegaré un especor tal que oun le radiacién más energética no tendré euficiente

energfa pera salir de la muestra, por consiguiente, capas noleculeres adictonnles

no contributrdrn en nada el contaje de la muestra, Eee espesor limite en que

in capa interior ya no contribuye al contaje 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 sobrepasan el espesor infinito

Los primeros dos casos son muy poco prácticos, así es que cuando se desea comparar muestras de un mismo radiotopó, se preparan de tal forma que sobrepasen el espesor infinito. Este espesor infinito depende del radioisótopo 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.

Vance 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+

Bj. prectpleactén de bao?oy

Se preparun mucstras precipitundo ?1 carbonate marcato con Ba?, en aifen rentes voliinenes de una misma solucién: 50h, 1004, 200d, ete, Se secan los precipitados y se cuentan, Se lleva a gréifiea cpm vs, peso de precipitato, el.

Peso es proporcional al cspesor si se usa un filtro de drea constante,

curva teor.

cm

x

eso 4e precipitado

La curve teérice os 1a que recultarfa si no hubiese autoabsoretén, Se

construye trazando wna tangente s 1a curva experimental en el origen.

Para corrogir el contaje de cualquier muestra de BaC0, se deduce de 1a

gráfica el factor de corrección, calculando la razón entre $C_y \neq C_y$ correspondiente al espesor 0 de la muestra, B. Ejemplo: Para una muestra que pesa 2000 g se obtiene un conteo de 2000 cpm

$C_{corrected} \sim 2000 \times \frac{1}{2000}$

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 pesan y se cuentan. Se lleva a gráfica C_{pm} vs peso de

deposición de cobalto,

curva teórica

cm

---Page Break---

-B-

P. Dispersion (0 diffusion)

Es efecto de la interfase sobre la dirección de la interfase, Puede ser:

1) autodispersión - cuando la muestra es de 2s causa de 1a

Adispersión no es muy importante.

b) retradispersión ~ cuando el cambio en dirección es casi

por 1a base en donde esté montada 1a nuestra, Bs muy importante y se mani

fiesta siempre por un aumento en el conteo, A mayor número atómico del

material de 1a base mayor es el efecto, En esto existe también un concepto

de espesor infinito. Si

tenemos una base de espesor bien fino, Las radiaciones

beta no sufren retradispersión porque 1a base no ofrece resistencia. Si

el espesor es mayor algunas radiaciones rebotan y salen hacia el detector

?cuando el espesor de 1a base es la mitad del valor del alcance máximo de la

partícula beta, aunque ésta rebote no tendrá suficiente energía para salir

de 1a base, & para espesor infinito se le llama espesor infinito, Para mini

mizar 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

scorepasar espesor infinite.

---Page Break---

caPrmuto 11r

?PREPARACION DE MUESTRAS SOLIDAS DE
SURSTANCIAS FADIACTIVAS,

Introduce! sa:

In preparaci3n de muestras adlidas puede efectuarse por una variedad de

m3todos, entre ellos: evaporaci3n, precipitaci3n y filtraci3n, y electrodepositaci3n.

La selecci3n del m3todo est3 intimamente relacionada con el sistema instrumental,

8 usarse para contar la muestra, Eeta selecci3n, por lo tanto, conlleva la consi-

deraci3n de factores tales como la naturaleza de la radiaci3n emitida por el

is3topo, la cantidad y concentraci3n del mismo, la magnitud del error aceptable,

el n3mero de muestras a prepararse, y la facilidad de preparaci3n de estas.

M3todos:

41. Evaporaci3n = Este m3todo consiste en evaporar el solvente de una

soluci3n que contiene el material radiactivo. La transferencia de la sustancia.

& 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 bordes cóncavos en el fondo. Otros métodos consisten en aplicar una sustancia como cera o aceite a manera de barrera para impedir que el líquido se extienda, o colocando en el área de interés una sustancia a la cual tiende a adherirse el material radiactivo.

La evaporación del líquido debe hacerse bajo una campana usando una linterna 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 altamente soluble.

---Page Break---

2, Precipitación y Pulverización

Este método consiste en precipitar el material radiactivo y luego

filtrarioatravés de un medio (gencralsente papel de filtro) que sirva 4e

pase a la nuestra. Fote nétodo pomite bastante unsformidad en cuanto @ espeser

y brea, y 1a roproductatiidad que se cotiene es = senudo necerarte en trabajos
que requieren 2a ccparaciéa de un gran niero de mucstrasy

EL sistena de filtrar usado deve estar disefiade a tal manera que sea
posible lavar cl precipitate adherido a las paredes para incorporarie @
depletto en cl fondo, v cut se 7ueda Penover La base ein estropear et depéettor
Adenis debe

ser ressetente @ les seactivos quimices ads corrientes, y de fet)

decontantnación, Hay que tener especial oudado para que el depósito ye)

material que sive de base no svan cfectedes por ed calor <2 secar 2a mucetrae

J. Electrodeposición:

Este método consiste en depositar sobre una superficie conductora (que también sirve de base para la muestra) un elemento compuesto que contiene el material radiactivo de interés mediante el paso de una corriente

eléctrica, usando:

Se pueden preparar muestras bien finas de espesor unitario; esto es muy importante en el caso de emisores cuya energía no es penetrante. También se pueden conseguir muestras de alta actividad específica cuando la sustancia radiactiva puede depositarse en sus formas elementales. Condiciones óptimas para obtener un buen depósito del material radiactivo es necesario conseguir 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

de aluminio necesaria.

---Page Break---

Los materiales más comunes usados para preparar bases son aluminio, cobre, acero inoxidable, platino, celotín, 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, eficiencia 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 en la base se debe poner una etiqueta identificando el soporte de la base con una tarjeta indicando nombre del isótopo, fecha, 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 salm de contaje y equipo usado pero al mismo tiempo hay una reducci3n en el contaje debido a que parte de la radiaci3n es absorbida por la

cubierta. En algunos casos la reducci3n en contaje es tan grande que

es necesario

contar las muestras sin cubrir, Esto ocurre principalmente con emisores alfa en general, y con emisores beta d3biles como ^{238}U , ^{232}Th y ^{59}Fe , Las cubiertas pueden

Prepararse de lminas finas de aluminio, poliestireno, celot3n y otros.

---Page Break---

capTULO IV

LATEPICACHCS: DE MDT

cada radionucleido se caracteriza por el tipo de emisi3n, la o las energías correspondientes y el periodo de semidesintegraci3n, El identificar una muestra desconocida se concreta a la determinaci3n de estos valores λ

ceapurtrios con os valores tabulades en 1a literatura, A continuactén

Alscuten métodos para su deteminacién:

Ty Rerfedo de senidesintecractén (Cap. Vv, pags. 2-5, Manual de Conf, Vols I)

a actividad de cualquier substancia radiactiva disninuye © decae a

tuna ranén fija cara

?stica del radioiestepe en cuestida, Esta desintegrar

cién eo wn proceso que ccurre al azar y esté representado por la siguiente

ecuacién?

$B_y = A_0 e^{-\lambda t}$

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 semidesintegración del radionuclido de la siguiente forma:

$$\lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}}$$

donde (2)

El período de semidesintegración ($T_{1/2}$) o vida media puede definirse

como el tiempo necesario para que la actividad de un radionuclido se reduzca a la mitad.

Substituyendo el valor de λ en la ecuación (1) tenemos que:

$$A = A_0 e^{-\lambda t}$$

donde A_0 es la actividad inicial

que expresada en logaritmos es:

$$\ln A = \ln A_0 - \lambda t$$

---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 una muestra radiactiva, haciendo contajes @ intervalos 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 contaje 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 contajes 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 aérea, y un detector de centelleo para emisión gamma.

Los contajes 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 contaje en particular (cualquiera) a la mitad,

Ejemplo:

om

3020 ~ «30~«\WO 50,

nienpo (afas)

---Page Break---

-19-

contaje seleceionado = 000 erm > 5 alan

ited ae 660 eps = HCO opm ?w 2h afue

media vide (t1/2) = 2he5 = 19 afas

?Le grfica puede mestrar una curvatura y finalmente terminar en 1{nea

recta, Esto courrirod cuando estén presentes en 1a muestra enisiones con

aistintes perfoios de senidesintegraciSn, y serd necesario resolver la grfica

fen sus distintos componentes antes de hacer 1a determinación de media vides

Bjemplo:

1s Grética original - andligi: de 1a seceiën Lineal (ditima regiën

de 1a curva) dard el rorfedo de nedia vida nds largo.

doe

G_y = componente de t_y/e años largos

2, Gráfica eliminando la contribución del componente con período de media vida más largos - se resta la parte extrapolada de la curva original, y a partir de esta gráfica se dará el período de media vida corto.

G_{y_1} = componente de media vida

más corto

o

Tempo

---Page Break---

= 20-

Si hay más de dos componentes este procedimiento se sigue repitiendo hasta

ajustar 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 1a Energía de 1 Radiación (no se incluye en esta a).

A, Andis Feather - determinación de 1a energía máxima de una fuente 1

beta

El método de Feather está basado en la comparación del efecto de absorción por material externo en el conteo de 1a muestra del radiocéfalo en cuestión y en el conteo de un emisor beta de energía máxima conocida que se use como referencia, El efecto de absorción por material externo en ambos casos se

estudia determinando los conteos de 1a muestra al interponer absorbentes de aumento de distinto espesor entre la muestra y el detector, La información experimental obtenida llevada a gráfica representando el conteo en escala

jogar{tmica y la densidad espesor de la absorción total por material externo
(densidad-espesor del absorbente de aluminio cumada a 1 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 éste 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 exclusi-
vamente el efecto en la emisión beta.

Ejemplo:

---Page Break---

=a

dis E estudio de absorción en

contribución gamma

dos,

om

Densidad = espesor

Bs Estudio de sobretén eliminando contribución gana - se deriva de 18

anterior reetando 1a contril

én gana extrapoladas

Densidad - espesor

Es posible también que de tener el desconocido distintos tipos de beta con

diferencias estadísticas entre las encuestas médicas correspondientes 1a gráfica

de absorción muestra cambios significativos en su curvatura, En este caso, antes de hacer la comparación con 1a referencia debe descomponerse la gráfica original para obtener gráficas derivadas, cada una de ellas representando la curva de ab-

orción característica para las betas con determinada energía médica,

---Page Break---

~2~

Ejemplo:

A. Estudio de absorción con contribución de dos tipos de beta con

diferencia en energía médica significativa

Densidad - espesor

B, Estudios de absorción para cada tipo de beta.

4. Método de sobretén para betas de tipo By ~ parte final

se grafica original y región extrapolada correspondiente.

Densidad - espesor

---Page Break---

2, Estudio de absorción para betas de tipo

rectángulo 1a gráfica 1' de 1a gráfica original

se obtiene

Densidad-espesor

Una comparación de 1a curva de absorción del desconocido con 1a curva,

de absorción de 1a referencia servir para determinar el espesor máximo

del desconocido, \$1 asumimos que la distribución de betas es idéntica

en ambos casos es lógico concluir que la misma fracción de betas será

la misma en ambos casos como se puede ver en la figura 1

fracción del alcance máximo correspondiente, Aplicando este razona-

miento para obtener el coeficiente de absorción

total (μ_{total}) que corresponde a un absorbente total que tiene

una densidad de 2 g/cm² de referencia y que tiene un

alcance máximo de esa referencia, El coeficiente de absorción total,

μ_{total} puede determinarse por extrapolación y el coeficiente μ_{total} puede

ser el total que corres-

ponde a una décima parte del

coeficiente de absorción de la referen-

cia

Densidad x espesor

---Page Break---

= 2h

Este coeficiente de transmisión debe exhibirse al desconocido a un ab-

soorbente total que corresponda a una densidad de su alcance máximo,

si multiplicamos este coeficiente de transmisión, (C_{71}), "Ay" de

esta

determinado en la parte que antecede, por el porcentaje del desconocido con
absorbente total cero (A_0 para el desconocido determinado Por extrapolación)

a la curva,

nos dará un porcentaje para el desconocido (A_y) que corresponde:

de absorción del desconocido a cierta densidad-espesor, Esta densidad

de espesor será una décima parte del alcance máximo de A_0 desconocido (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
máximo correspondiente. Esto indica que sería preferible determinar el
coeficiente de transmisión para un absorbente con densidad - espesor muy cerca
del alcance máximo (0.99R en vez de 0.28). Esto no es posible porque las
limitaciones experimentales no permiten medidas en esta región, El análisis
Feather permite el poder leer a un valor más confiable que el valor
obtenido una décima del alcance máximo, Dicho análisis repite el trata:

amiento anterior a dos décimas, tres décimas, cuatro décimas, etc., hasta

---Page Break---

= 25°

Luego al décimo nixizo permitido por las gráficas experimentales; ste es, calcula un alcance nivino para cada una de estas fracciones, las representa en una gráfica Lines) y extrapela a unidad, tenando este valor extrapolade

econo el valor nds confiable.

Bota Gitine gráfica es 1a que se concee cue le cráfica Feather y en 1a

práctica puede tener 1a forma indicads o puede resultar como las siguientes:

---Page Break---

Rede.

née confiable

Este gráfico ilustra un desconocido que tiene la misma distribución de betas que la referencia,

Hay en la literatura varias relaciones empíricas entre el alcance máximo y la energía máxima, el valor de alcance máximo determinado es mayor de 300 ng/cm² se puede sustituir en la ecuación Feather-Glendenin para determinar la energía máxima,

a3 6

1.845 Resi 0.245 donde R esté expr

R= 0.52 Baie -

Fax

Y Basic en Mev

Si el valor de Rndx es menor de 300 ng/ce? se puede leer la Enix de la

ato en g/en?

eréfica de Glendenin que aparece en el tablén de edictoa.

---Page Break---

Ue Enpesce lierderetuntor - uétodo apreximado para determinar

energfa de enisién guaa (Caps VIZ, PBs 30, 35-42, Vol, I,

Hamual de Conferencias).

El espesor heni-reductor se define como aquel espesor de sbsorbente

necesario para reducir la intensidad de la radiactén a la mitad de su valor

original, y está relacionado con el coeficiente de absorción μ en

la siguiente forma:

$K_{ae} = 90693$

FL espesor heni-reductor guarda una relación con el coeficiente de

desintegración (λ), igual a λ que guarda el período de semidesintegración

($T_{1/2}$) con la constante de desintegración .

faye = 01693

aya = 20695

Para determinar el espesor heml-reductor se hace un estudio de absorción usando filtros de plex. Si la emisión gamma es monocromática debe obtenerse una línea recta al llevar a gráfica actividad (cpa) vs espesor de filtros en papel sendlogar{tnico, el espesor heni-reductor se determina gráficamente en forma similar al periodo de media vida, esto es, determinando el espesor que reduce un conteo en particular a la mitad,

Haciendo uso de una curva de espesor heni-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, es 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

a curva de calibractén en el eistema instrumental disponible mantentendo

---Page Break---

= 2+

condiciones de gecnetrfa constants en de

Entas condiciones deben repetir:

determinación de) aesconceido.

Cy Espectro Gama - su interpretación pemite 1a evaluación precisa de 1a

encrefa correspondiente a enisién gama,

BL nétodo consiste en determinar el espectro gana del desconceido

usande un detector de centelleo, accrlando al ctreuito un discriminador que

permite una buena seleceién de puleos de acuerdo a su tanaio. Se interpreta

el espectro obtenide para identificar los valores de umbral correspondientes a

Las distintas energfas ganas, El instrumento debe calibrarse a determinsdas

condiciones de voltaje y amplificación, de tal suerte que se conozca la relación

entre el ancho de pulso (ancho) y la energía para las condiciones experimentales,

Interpretación de) especie

1) Caso de un emisor que emite ondas de un solo tipo (una sola frecuencia).

Teóricamente debería contener un solo ancho de pulso corres

pondiente a la energía característica, En la práctica se obtienen pulsos

de todos los anchos desde un valor que corresponde a un umbral hasta un valor

máximo que corresponde a la energía característica. Un espectro típico

es el siguiente:

Gráfico de pulso (umbral)

---Page Break---

29 +

2) significado de sobrepico

os pulsos que contribuyen a esta región corresponden

a los pulsos generados por una absorción total de la energía ganada por ϕ

en el cristal centelleador, Se interpreta que el valor de tensión de pulso ϕ es

proporcional a la energía ganada $E = 61 \text{ valor } y$, 0 sea el valor que corresponde

a un hito en cota recisa, EL obtener otros valores en 2a vecindad de este valor

se debe a pequeñas variaciones en la Linealidad del amplificador \neq como

se puede observar abundan las desviaciones bien pequeñas en comparación con des

viaciones poco grandes, siendo igual de probables las desviaciones Positivas

y negativas resultando en un pico simétrico el cual se le da el nombre Ge

fotopico.

Se repite anterior al fototipo - región Compton

EL contoneo de pulsos en 1a región

anterior al fotopico es evi-

dencia de que muchas veces no transieren toda su energía al cristal bien sea

porque disipan parte de su energía antes de llegar al cristal, esto es ≈ 10 que

hiega al cristal es una gana secundaria de energía menor, © porque habiendo

Siegado al cristal 1 gana original alguna gana secundaria del proceso de n°

?teracción escapa del cris!

tal, ?Toda eve regign se identifica como resién

epton, ya que e2 el resultado ae este tipo de interacción.

2. Gaso de wi gxtsor ae

sive ganas de varios tines (Aistintes

enerafas

potencia espectral de un fotopíodo para cada una de las ganancias

características, cada una de ellas identificada por un valor de umbral (U)

correspondiente.

mn

a 2

umbral de paso (umbral)

---Page Break---

~%-

Consideraciones instrumentales

1. voltaje - debe usarse el voltaje recomendado para el tubo fotomultiplicador,

2, ganancia - esta amplificación adicional se regula mediante dos

controles: el de ganancia burda y el de ganancia fina, y le da

gran Textilidad al i

instrumento pues permite el 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, éste es, ambos controles en 1 lectura mínima, La am

plificación se aumenta gradualmente, aumentando 1a lectura de

la ganancia fina hasta el valor máximo manteniendo el control

de la ganancia burda en un valor mínimo, luego se regresa

2

control de ganancia fina al valor mínimo pasando el centro de

ganancia Tira al valor mínimo pasando el control de ganancia
burda a 2 segundo valor más alto, y para esta segunda posición
se vuelve a pasar por todos los valores de 1a ganancia fina.

Este proceso se repite para cada una de las posiciones de ganancia
burda hasta llegar a la ganancia que corresponde a
ambos controles en la ganancia próxima,

Para conseguir la ganancia conveniente se fija el ancho de
pulso a un valor de ancho relativamente alto y se
utiliza el ancho de ventana recomendado por el Instrumento, #1
valor de 18 ganancia debe ser el mínimo posible. Bajo estas condiciones
el instrumento no debe registrar pulsos ya que estando
el espectro o comprimido posible no se estarán produciendo
pulsos que puedan alcanzar el ancho de banda seleccionado, AL

---Page Break---

ae

Al aumentar la ganancia gradualmente se llegará a la ganancia
conveniente según indique por el primer máximo que se observe
con la rapidez de barrido, Estas condiciones localizarán el
fotopico cerca del valor de ancho escogido anteriormente,

Es conveniente señalar que esta ganancia luego de regularse

no debería variarse pues alteraría las condiciones de amplificación produciendo un desplazamiento en la localización del espectro

Discriminación ~ en un espectro gana la discriminación se

determina por medio de dos controles: umbral y ancho de ventana

La posición del control "umbral" determina el tamaño 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 @ distintos valores de umbral, comenzando en umbral cero y repitiendo determinaciones aumentando

de lectura del umbral por un valor que corresponda en esa

yeaa

al ancho de ventana utilizado hasta pesar por toda la región de
a escala del umbral, Este procedimiento resulta largo y tedioso
en espectrómetros de un solo canal. Existen analizadores multi-
canales 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
de 400 conteos de 100 distintos grupos de tamaño de pulso per-
mitiendo así el conocer el espectro rápidamente.

Calibración

Esta consiste en evaluar la escala de umbral en términos de unidades

de energía (eV). Una calibración dada está íntimamente relacionada con

---Page Break---

~52-

Las condiciones de voltaje y ganancia, por lo tanto, estas condiciones no deben
cambiar para asegurar las mismas condiciones en la determinación del espectro
del desconocido que en la calibración,

1, usando una sola referencia

Se localice el fotocrítico de 1a referencia a determinado

voltaje y ganancia. Se cuenta 1e muestra únicamente en la región del fotocrítico.

Se lleva 1e información a papel de gráfica semilogarítmica representando en

la parte Lineal el umbral y en 2a parte logarítmica el conteo correspondiente,

Los puntos experimentales deben caer aproximadamente en los lados de un triángulo

isósceles ya que el fotocrítico es simétrico, El punto medio entre estos dos lados

aproximadamente mitad de altura del triángulo representa el umbral (ejemplo

umbral 600) que corresponde a 1a energía de esa referencia (ejemplo 1.11 MeV).

Des,

En papel Lineal se representa 1a relación entre umbral y energía tomando

como el otro punto de referencia el origen (esto es, cero umbral, cero energía)

2a Linea recta que se obtiene uniendo estos dos puntos dando la gráfica de

calibración, de la cual podrá leerse la energía correspondiente a cualquier

umbral,

---Page Break---

Be

Energía | (00, 1.1.)

(sev)

° ?nbral

2, usando dos referencias

BL unbral cero no necesariamente corresponde © exactamente

cero enerefa y por Lo tante ef ce decen una calibración más precisa deberán

saree dos referencias cata una de cllas con energfa gana distinta, En anbos

cacos pare un aisno voltae y ganancia se determina 1a región de fotopico y

?al igual que en el caso anterior se localiza el unbral caracter{etico para

cada una de las dos energfae ganac. Estos vendrán a ser los dos puntos para

trazar en popel Lineal 1a lfnea recta de calibración,

Bjenpio

tered 7

ira, Ref. an? 600 1.21 Mev

aaa. Ref. cat ° 0.66 new

(re)

(00, 1.22)

---Page Break---

= 3h

1B

cis del espectee desconoeide

Bs necesario hacer e2 espectro ecupleto del descenocide a as

Bisnas condiciones de veltaje y ganancia que le celibración ya que

Gescnoce cuantos fotopicos habré presentes y donde estardn éstos locali-

zades, Luego de Levantar a gráfica total 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 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 energía característica del radioisótopo. Se ha encontrado

1,02 MeV debe ponerse en duda la energía más baja, Puede que est

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 ocurrirá a un umbral de 0,52 MeV o 2,02 MeV menor que el verdadero

fotopico.

---Page Break---

?cAPITULO V

?VALORACEGK DE RADIATIVIDAD

Yalorar In radiactividad de wia muestra significa determinar su activi«
daz verdatara en térednos de desintegractones por unidat de tiempo, En le
nayar parte de los experinentos en donde so uttlizen redsoisétopes oe hacen
moaidas de comparacin y no es necesario concocer 1n actividat verdadera de las
muestras, fn algunos casos, no cbstante, e∅ inprescindtble conocer 1a actividad
absolute de las muestras:

| Para caleular rendimiento on 2s produccién de radtetsétopes

ie de radiaetén en estudios biolégices

2. Para caleutar dos

3, Para caleular contaninactén de aguac 0 alimentos y doterninar

ofrece dicha conteninacién para 1a poblactén,

cuinte peli

1, Para calcular la cantidad de elementos-trazas en materiales

que al irradiarse producen productos radiactivos (análisis por activación).

5, Para la determinación del período de semidesintegración de

radioisótopos de larga vida.

Existen métodos primarios y secundarios para determinar el número de desintegraciones que ocurren en una sustancia en un cierto tiempo. Métodos primarios son aquellos mediante los cuales se obtiene la actividad verdadera de una

nuestra con 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 un

análisis:

Esquema de desintegración tanto del patrón de referencia como de

a muestra que se desea valorar, Si desea valorar una muestra de un emisor

de ganancias y betas midiendo solamente los rendimientos, 5 imprescindible saber

¿qué fracción de las desintegraciones totales van por vía de emisión gamma, 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 afecta la determinación,

3, Energía de desintegración - 71 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.

Algunos métodos primarios

1. Medidas calorimétricas - la razón de desintegración de un emisor puro

La energía de alfa o de beta débiles puede determinarse midiendo la energía total.

emitida por una muestra en cierto tiempo, conociendo la energía promedio

Por desintegración del emisor, puede calcularse el número de desintegraciones

Por unidad de tiempo usando la siguiente relación:

$$\frac{\text{Desintegraciones}}{\text{Unidad de tiempo}} = \frac{E_{\text{total}}}{E_{\text{promedio}}}$$

donde E_{total} es la energía total emitida por la muestra en una unidad de tiempo

E_{promedio} es la energía promedio por desintegración

2, Métodos de coincidencia - Este método se aplica

radiotelescopios

emisores de betas y gamas simultáneas cuyo periodo de desintegración sea conocido
y relativamente simple, es más satisfactorio cuando el núcleo emite solamente
una beta y una gamma simultáneamente. El siguiente diagrama ilustra un sistema
para hacer medidas de coincidencia:

---Page Break---

-3-

7]]

BD

contador Contador

Contador de

[_cosseidescie

Se coloca 1a muestra entre dos detectores; uno que es sensitivo a betas y otro que es sensitivo a gamas. El detector P puede ser de cualquier tipo,

por ejemplo, un Geiger de ver

1a fina o un cristal sensitiv a betas con un

tubo fotomultiplicador. Su eficiencia para gemas debe ser baja, El detector

gama puede ser un Geiger de alta eficiencia o un detector de centelleo. EL

Filtre de alusinio ilustrado en cl ecquesa evita que algunas betas Lleguen al.

detector gama, y el de pleno de poco espesor absorbe 1a radiación electromag~

nétice del efecto "Brenstrahlung? on el filtro de aluminic, Los pulsos que

proviene de ambos detectores, beta y gama, se registran respectivamente en Los

dos contadores y pasan a través do us circuito de coineidencta, El contador

de colneidencia sclarante registraré cuanto recibe des pulsos simulténeos.

Estos puleos colcidentes se pucden clasificar como:

a) pelsos coincidentes puros « aquellos que surgen de una beta y

una gana enitida por un miszo rie!

»b) pulsos colneidentes impures = aquellos que surgen de una beta

y una gase enitidas por diferentes aielece.

84 py C, ¥ Cg son os contajes cbtextdos en los contaderes de betas, de saoss y Gs cointdmeta respectiniamte, dchidanente sorregitos par afeate

ambiental y coincidencias impura:, Kpy Ky y Ky, son les eficienctas glcbale

de estos contatores respectivamente, re pueden esteblecer las siguientes

---Page Break---

relacionee:

¢

A= BU Q)

¥e

¢,

Ae

z @

ae So (3) donde A es Le actividad verdadera de a muestra

By

Si se resuelve por K, en (2) y por K, en (2) y se substituyen dichos valores

en (3), se obtiene la siguiente relación:

+ Sistemas con geometría WT

Un sistema LTT es uno que rodea completamente la muestra. Puede conseguirse una geometría WTT montando cara a cara dos detectores 21 (pueden ser Geiger, Proporcional o de Centelleo) haciendo una esfera con la nuestra montaje

en el mismo centro geométrico en una capa bien fina. En esta forma todas las

emisiones de la muestra son detectadas e importa la dirección en que se van.

Este método es el más conveniente para mediciones beta con energía próxima de por lo menos 0,3 Mev.

Otra forma de obtener una geometría 417 es introduciendo el material radiac-

ta valorada en forma de gas dentro del volumen sensible del detector

(Geiger o Proporcional). Este método es satisfactorio para mediciones beta de

baja energía, C-14, 8-35 y Tritio pueden contarse en forma de CO₂, 802 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---

20-

4, Método utilizando contador Geiger-Müller

Se puede calcular la actividad verdadera de una muestra determinando

los factores que contribuyen al valor de K en la siguiente relación:

Actividad Verdadera = Actividad Aparente

\neq

donde $K = \frac{A_v}{A_a} = \frac{f_y f_r f_a}{f_s f_e f_{sc}}$

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_{ed} = 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 detector si se coloca entre la muestra y el detector una placa metálica con un orificio cónico en

su centro,

el volumen sensible del detector

el espesor de la placa depende del radio del tubo en particular que se va a

utilizar, debe ser lo suficiente para detener todas las partículas beta, de tal suerte

que las partículas beta pasen exclusivamente por el orificio central. El diámetro del

orificio define la geometría y la independencia de posibles cambios de volumen sensi

tivo del detector.

---Page Break---

ho

5 a contidal total del radicisétope en le suestre

be wewrde con la fSmmula A Ally ol ee conoce a constante de

deiintegración (n) y eb mimero total ue Stonoe del radioisétope en Le muestra, se

puede calcular lo actividad, Se yuede caleular Mt del peso de 1a muestra of date os

?una substancia conceida con alto grado dc pureza y el raiioisétepe esté presente en

da nisna Libre de portador, Adenis el nétedo es aplicable sclanente si el perfodo

de seaidestntegración es 10 suficientenente Largo para que no haya cambio apreciable

en 1a actividad durante el andllisis.

TT, Eétodos Seoundarios

jodss 10s nétedos secundarics de veloración cnvuelven el uso de patrones de

referencia © standards. A continuassitn se incluye una Lists de los standards mis

usados:

Pessioncs alfa sieicnos Bete Baistones Game

Fo - 220 Racer con60

Uso 0-50 ce-Be-157

srev-90 nan22

mae208

aDEF es une nezcla de los radionucteftor 7?, 179, pc? que ttegan &

equilibrio secular de acuerdo al siguiente esquena

(208 afas)

---Page Break---

Le

tas votus de Rai con encrgfa névina de 1.27 Nev sirven de referencia y exhtben un

perfil de desintegración relativamente largo (22 años) debido a que Al está en equilibrio con RaD.

Requisitos del estándar:

1. Debe tener energía de desintegración similar al desconocido,

2. La distribución de energías debe ser similar a la del desconocido,

4.3. Condiciones de detección deben ser similares en ambos casos, sin embargo, se deben hacer las correcciones necesarias.

1. Método utilizando una referencia del mismo radionuclido que se va a valorar. Este es el método ideal para valorar una muestra por medidas con

comparativas. En este caso, la muestra debe ser contada en la misma posición que

el estándar, debe estar uniformemente distribuida y aproximadamente a la misma

energía que el estándar, y la base sobre la cual se cuenta la muestra debe ser

igual a la del estándar. Así, la actividad verdadera de la muestra puede obtenerse de la siguiente relación:

puede obtenerse de la siguiente relación:

$AL = \text{contaje de muestra} \times A,$

donde A = actividad del estándar "Standard"

2. Método utilizando una referencia que no es del mismo radionuclido que se va a valorar

se va a valorar

En este caso se hace una curva de absorción tanto de 1a muestra

como de 1a referencia, Se corrigen los contajes por absorción debido a material externo (cubierta, aire y ventana) extrapolando ambas gráficas hasta absorbente total cero, Bajo estas condiciones, puede compararse los contajes con absorbente

con las actividades verdaderas. Así que, 1a actividad verdadera de

la muestra (A_v), Puede calcularse de la siguiente relación:

$G_{ory} = G_o \times ESE$

contaje (A_v), = actividad verdadera del standard

(G_o) = contaje con absorbente total cero del standard

Bod

contaje con absorbente total cero de la muestra

---Page Break---

Si 1a 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.), y que:

Actividad específica de solución original * actividad específica de

solución final x FD,

Conviene advertir que si se usa HaDEP como standard, se observará un punto de inflexión marcado en la primera porción de la curva de absorción.

Esto se debe a la contribución de una beta de 0.02 MeV de RaD, por lo tanto se debe extrapolar dicha curva usando como base la porción recta observada

entre 15 y 25 mg/cm² de absorbente total

---Page Break---

?CAPITULO VE

MÉTODOS DE SEPARACIÓN QUÍMICA

A pesar de que la química de los radionúclidos es esencialmente la misma que la de los elementos estables y que en la separación de mezclas de aquellos se han utilizado todos los métodos químicos convencionales, ha sido además 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 apreciables de radionúclidos cuyos períodos de vida 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 & la ver un alto grado de pureza y un alto grado de rendimiento,
Dede svertiree que pureza química y pureza radioquímica no son términos
sinónimos, En trabajo « 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 análisis

por activación,

INTERCAMBIO IÓNICO

De todos los métodos químicos de separación el que quizás más ha
ayudado en la separación química de los productos de fisión de uranio,
especialmente de los elementos tierras raras, ha sido el de intercambio iónico

El método de intercambio iónico no es, por sí solo, un método analítico

---Page Break---

completo, ya que en general no permite detección cualitativa o cuantitativa

Además, es muy bien complementario con los métodos corrientes, es una

técnica que permite mediante concentración, separación y adsorción preparar material para ser analizado por otros métodos. Bajo ciertas condiciones la resina de intercambio 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 éste. Las sustancias utilizadas como adsorbentes (fase sólida) deben tener los siguientes requisitos:

1. completamente insolubles en agua, ácidos y bases débiles o fuertes
2. razonablemente resistentes a aumentos en temperatura
3. poseer estructura permeable

hy exndbir

2 superficial grande

Entre los adsorbentes inorgánicos los primeros que fueron utilizados para intercambio iónico fueron las zeolitas © silicatos complejos de aluminio

que ocurren en la naturaleza, Se usa!

son principalmente para remover sales

de calcio y magnesio.

Por otro lado: ~ + orgánicos, la mejor aplicación que los orgánicos,

son las resinas de intercambio iónico. Estas sustancias pueden

interaccionar con polielectrolitos de peso molecular alto, insoluble

en gran

variedad de disolución. Tienen estructuras complejas que consisten de una

red hidrocarbónica y muchos grupos polares dispersos en alguna forma entre

esa matriz orgánica. La matriz orgánica puede ser producida por la polimerización de capuestce mediante un contenssción del tipo fenil-formaldehído o por una polimerización de tipo vinilo como la polimerización del estireno ($C_6H_5-CH=CH_2$) o de estireno conjuntamente con divinilbenceno,

($CH_2=CH-C_6H_5$). Las resinas más útiles 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 micenas, 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 10% de dicho compuesto,

la red macromolecular puede ser considerada como una estructura tridimensional con poros cuyo tamaño permite el paso de iones pequeños dejando el paso de los grandes efectuando de este modo una separación de iones.

Los grupos funcionales, los grupos polares, son los responsables del proceso de intercambio iónico, 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 los aminos primarios (-NH₂) y secundarios (-NH) y terciarios (-N).

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, pueden

representar la reacción de una resina catiónica en su forma deida (ReH) con

un ion metálico (Mⁿ⁺) en la siguiente forma:

we ϕ

+ nm @

Esto es, 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 de la red hidrocarbónica

a menor grado de entrelazamiento:

---Page Break---

nas

- a) mayor solubilidad
- b) mayor velocidad de difusión interna
- c) menor selectividad
- 4) mayor capacidad de intercambio para iones pesados
- e) mayor capacidad de expansión
- #) 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 sensitiva a la composición de la solución,

siendo menor a baja concentración salina, Otro factor importante es la

movilidad de los grupos funcionales; cuando éstos estén fuertemente unidos a la red la cantidad de expansión es menor.

La razón 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 éste, considerando a la vez la dependencia en la

relación de formas iónicas, En algunas

condiciones de conversión fraccional de 1

ocasiones este efecto suele ser tan grande que puede considerarse que ha ocurrido una inversión de la selectividad.

Para concentraciones bajas de un catión (D) de un catión

A en equilibrio con la resina está dada por la expresión

$p = \frac{[A]_{resina}}{[A]_{solución}}$

Es una constante de equilibrio

Des constante para un ión en particular en una solución dada y usando

una resina

es una medida de la selectividad de la resina. Este valor es una medida

de la selectividad de la resina, Otros factores que afectan la selectividad son:

---Page Break---

son:

a) naturaleza del ion adsorbido - la selectividad aumenta con un

aumento en la carga iónica y disminuye con un aumento en el tamaño de

eatign aidratade,

b) presencia de otros

Lutes - este Factor no afecta grandemente

La selectividad excepto en aquellos casos en que hay conversión apreciable

?a una forma iónica aérea o formación de iones o complejos.

muchas veces, como en el caso de las tierras raras (níquel atómico

st

) la afinidad de estos elementos por una resina es tan similar, que

es necesario recurrir al uso de agentes que alteren en alguna forma 16

electricidad @ que bajan los diversos cationes por una columna y así por
cvsome. fracctenes en donde hay enriquecimiento de uno u otros cationes
BL use de evoluciones para eluir que contengan aniones capaces de formar

Lenes

plejos con los cationes Mberades, ha sido de enorme utilidad en
Le vealización de esta separación, Un complejo de suche estabilise
reduce significativamente la concentración de un catión Libre y minimize

La resorcción de)

ono por la resina agelerando así el paso de éste por
la celuina. Para fraccionar las tierras raras, se han usado con gran éxito
soluciones de citrate. La presencia de este anión en el eluyente establece
una competencia por los cationes de las tierras raras entre la resina y el

citrate, cada especie de catión continuamente intercambia entre 16

resina y el ión complejo, A medida que 2 frente del ión 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 débil y aquellos cationes de tierras raras cuyos complejos

con citrato tienen mayor estabilidad, bajan más 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---

?ia -

Por ejemplo Ge lo anterior es la separación de cobalto y níquel por

medio de una solución concentrada de éter clorofórmico y una resina

aniónica, EL cobalto forma un ión complejo con citrato, el cual es

adsorbido on 2a resin.: #1 nfquel al no formar este 1a complejo

pace a través de 1a resina sin ser adsor:ido por

cc) concentraci3n total de electrolites on soluet3n - Ei tector D

Gdeninuye con wa cemento en 1a concentract3n de electrolites. Este efecto

depende de 1a carga 21 46n y 1a concentract3n total. A mayor di2uct3n

mejor separaci3n selvo complicactcnes debidas a hidr3lieis o formst3n

de coloides.

2, Tanai y_forea de las particulas:

Aunque 1a sepsraei3a de los 4onec por intereambio i3nico

afectada por el intercambio rfnide de 20s ionze con Los. grupos funciona

ea, el factor deteminunte ?3 Le difusicn de les tones a trav3s dee

resina, raz3a por 1a curl la efectividad de 1s resina auenta al dis

minuir el tenafio de lns partfoulas. Se nrefiere un temaiio esf3rico

siendo este 1a fom de menor yolumen Libre, ocrectende por tanto mayor
resistencia a fluir.

La temperature tien} ua «

recto maurdo sobre 1a velocidad de
reacetéa, Un sunento en cenersture conileva equilibrio en menor
tiempo y Gisminuctén en jt rezéo ofectiv= de los plates teéricos «
una razéa de flujo dedss

1a capactdea de sitercambio Scnico suede ser expresada en varias

formas cono por ejemploailtoguivalentes yor grano de resins secs, ©

niliequivaentes por mij.ilite> de resine himede. EL proceso de inter-
cambio iGnico puede Libvarce a cabo cn dos fornas, 8 saber: pasando

ta slueién por una eot/mnn de resins 0 mercbindo 1a solucién con 18

---Page Break---

oko

rosina, Beta Gtina técnica ov cmplea para estudios de equilibrio, 1a primera para la separaeién ve lu; Lones.

En 1a téentea de coluana, 1s solueién que contienc los tones puede pasar a través de la columna, consiguiendo una migractén de los tones a wie razén dependiente de le afinided de la resine por les distintas espectes iénicas, apareciento prinero en el efluente aquellos tones sdsorbidos más dévilnente, i sc exarina el proceso haciendo une, grética de 1a concentracién de cua 16a en particular contra el voluxen ae efluente, ae cdservard que as curvas son de forma sigoide y ve

notard una superimposicién de 2

curvas correspondientes « diferentes

ones cuando no ha habide buemseraracién,

La téenien más uenda corrientenente consiste en ailadir loe tones

fen soluctén a 1a cclunna siendo éstos adsorbides en 1a parte superior de

Le misma y luego renovides por 1» adicién de un eluyente que hace separar

1a banda de iones cn bandas corrcspendientes al ninero de ones segin

el ely

jente baja por 1a eclunna, Este es el método conocido pane técnin
de elución,
as columnas utilizadas para propósitos experinentales son relatives
ente pequelias.

?tiempo necesario para cada separación es proporeicnal.

a2 largo de la colmna, 2 largo de ie misma dependers a ou ver de 1a

aiferenoia en selectividad, 9 menor diferencia, mayor el largo de 1a
columns. Es preferibie wear partfeulas pequefins (100-200 mesh) ya que
Ja rapides con 1a cual se Lege « equilibrio es inversanente proporctonal
al tamañio de las niskas; y adends se dieminuye el problema de que se
?ngue 1s resina al usar goluctones acuosas.

?AL preparar 1a colurma de resina añadiendo 1a misna en forma de una
suspensión scucsa ror 1o regular? es necesario convertirina 1a foma deseaia
por nedio de un clectrolite apropiado, Aunque eerfa preferible que éete

estuviese a una concentración alta para evitar el uso de volumen grande,

---Page Break---

50 -

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 2a etapa de conversión se puede lavar 1a

columna con agua deionada

¿toca ver que 1a mayor parte de las resinas en su forma original contienen impurezas, es conveniente lavar a las mismas con soluciones de ácidos o con soluciones básicas fuertes, Para impurezas orgánicas puede emplearse acetona, alcohol o tener seguido de aguas

¿A la adición a 1a columna 2a solución que contiene los iones a separarse, la concentración de éstos debe ser baja (10^{-7} - 10^{-9} M), Si hay peligro

de hidrólisis conviene acidificar 1a solución dentro de ciertos límites

procede luego 1a etapa de adición de los agentes acoplantes, si ello

fuese necesario, EL material no adsorbido es desplazado de 10 colimna por medio de agua destilats, deido aitufao o algiin redctivo especial.

Be posible controlar 1a naturaleza y 1a magnitud de 1a carga iénicas
Ee decir, un cetién puede ser convertido en un 1én complejo y adsorbido
?en una resina eniénica.

BL nivel del Mfguido no dobe bajar de 1a superficie de 1a reaina
ya que esto pemite 2s entrada de aire 1o cual retarda la rapider de
flujo, haciéndose necesario por lo regular el remover la resina y volver
fa reconstruiria.

Se enplea generalmente deido clorh{arico (5+ M) para 1a elución en
as resines catiénicas. Si se exonina 1a ecuación 1, puede explicarse
La reversibilidad del proceso de intercambio 1énico: 1as concentraciones
de eationes (Y^{*}) usadas son siempre muy pequetias y les cantidades rela-
tives de resina muy grendes, Estas condiciones favorecen 1a adsorción
de los cationes en la resina, Se forman cantidades deRMy K^{*} equiva
lentes «1a cantidad de Mt adsorbida, El user una concentracién alte

Ge deido en el eluyente favorece 1a renoeién de 10s cationes de a resinas

---Page Break---

Variondo adecuadamente \ concontracién de loo reactivos envueltes puede hacers

predeninar uno u otro proceso, Se hon nando también oales y agentes complejantes, estos itinos con el propésite de ununtar la separación de tones sintlares © eluctones fucrtenente adsorbidas. b1 deido clorhférico es separado de los ones descatos con relative factLidad, uo asi ctanto se han usade otros elec trolites.

Las curvas de elución se cbtienen haciendo una gráfica de concentract sa de cata ién contra volumen del efluente o contra tiespo si:la rapides de flujo es constante, i se trata de material radisctivo, el cambio en le concentraciéa ac determine por 1a velocidad de recuento del flujo de 1fquide efluente © con- ?tanto pareiones separadas del mieno.

Pera poder separar una mezcla de cationes es necesario repetir el ciclo de adsoreién y elución varias veccs hasta tanto se consigan fracciones puras de los varios ccxponentes.

Hote téonsca tiene un buen nimerio de aplicaciones entre 1as cuales nerecen atención tas siguientes

(2) Purieicación y preparacién de resctives = Linitado a resinas aniénicas, afortunadamente muchos eationes pueden ser ailsorbides en la forse de anicnes complejos.

(2) Preparación de muestras ~ influye el análisis de iones para los
cuales no existen técnicas simples, por medio de la sustitución cuantitativa
del ion en cuestión por otro de naturaleza analítica; la remoción de iones
interferentes 1a elección

de materiales insolubles; análisis de iones

sin necesidad de aislamiento primario.

(5) Concentración - este aspecto es de gran importancia en el análisis
de iones y puede llevarse a cabo si a continuación ocurre a un coeficiente de
distribución que 1a elección,

(W) Separación - permite separar iones de carga opuesta © iones de

carga igual.

---Page Break---

(.) Identificación - le permite: de elección de un material a condiciones

Gadus oc una caracterfetiva que pemmite eu identifieaci3n,

conacrvtuclOs

Una substancia dade fomurd un yrecipitade siempre y cuando ae exceda el producto de golubilidad pars eee cubstancia, Cuando se trebaja con

radioisdtopos las cantidades presen

sc por Lo regular tan pequefias que

3 fentraci3n enorse del agente precipitante, le cual en

Le mayorfa de 08 cases resulta inpr3ctico. Por este motivo es necesario

@iadir un portador, Dicko portader puede ser seot3pico o no isdtopiee

?cenc se describe a continuacs3s

Portafor isot3pice = una Sal que contenga el elenento en cuestin

eh su forca ectable, Bs de sume importancia que tento la exbstancte

radioactivo como el portador estén en solución

Portador no isotópico - el uso de un portador no isotópico se conoce

como coprecipitación, si se tiene un radioisótopo de actividad

alta a la cual se desea mantener no debe recurrirse al uso de un

portador isotópico ya que éste sería químicamente idéntico al radioisótopo

que disminuye la actividad específica del sistema. En estos casos se usa un

portador no isotópico que puede ser separado de la sustancia de interés.

La coprecipitación puede ocurrir en varias formas:

a) Por intercambio iónico:

Ocurre un intercambio de iones entre el radioisótopo y el

portador de tal suerte que los cristales resultan mixtos, la distribución

es heterogénea en la cual la razón de distribución está descrita por

la ecuación

---Page Break---

© Puede ser ao henepénce cuya razón ce

stribución estd deserite por la

Disa) = (te

wt Va zr

Site: | Gate

In naturaleza de la dictribucida es dependiente de as condiciones de

Frecipitactén, 1 equilibrio hevesneo ce aleanza por medic de una pre

cipiverién répida spitendo une

usién cuperseturada seguida de digestisn,

EL segundo tipo de distribucién ce cbtiene mediante una precipitaciéa lente

fen une sclucién saturais o une precinétactén ripida con agitaeién en una

selue

in supersaturada seguides cn ambos (occ por wna filtreciéa innediate,

Si da precipitactén so obitene aliads

eh ogente precipitante se produs

cinin onbos tipos de distribuctén debido a que st extablecen diferencias

fen concentraci3n en distintas rcgiores de 1a nezela.

b) Por fomact3n an3nala de cristalee misstos:

Ccurre un reenplazamiento sinilar al henog3neo menetonado

arriba, ?Se considers ancnela ya quo el reenplazamiento tiene lugar Unicenente

cuando ce trata de vrazes, coa contidcdes mayores no se cbserva el efecto,

©) Adsorei3n de superficie - ?a rdsoret3n tiene lugar en le super-

ficie del precipitate, Ta vaz3n do distribuct3a varfa de un experizento a

etre,

4) Adsoreign Sntorna ~ Loc iones del elenento traza son atrapados

dentro de les cristales del precipitaie durante el creciniente de les mismos.

Este proceso no es equivelente q 1a romaci3n de eristales mixtos. La dts

tribueige es irregular, *1 igual quo cx 1a adeorei n de superficie, 1a

rez n de atribución

5 variable,

En la práctica no ctespre

portble olesificar una precipitact n

en wie de les clnres anteriores, debido a a

condiciones experinentales.

---Page Break---

Loh

La selección 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 exposiciones necesarias que el precipitado arrastre una buena parte de los reactivos, Si hay trazas de más de un metal se establecen competencias.

fe

La solubilidad de los precipitados aumenta con la cantidad de superficie. Por consiguiente se prefiere el uso de precipitados gelatinosos, especialmente divididos--éstos son fáciles de obtener a temperatura ambiente y 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, especialmente con la selectividad,

La coprecipitación es 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 adsorbente. Si la solución contiene cantidades grandes de electrolito se reducirá

La adsorción de superficie

[EXTRACCIÓN POR DISOLVENTES]

si una sustancia es soluble en dos disolventes que son miscibles,
al añadir la sustancia a 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 miscibles, esta ley no obedece rigurosamente a las reglas

---Page Break---

- 55 -

de termodinámica, tampoco se aplica estrictamente si el soluto se asocia

en uno o ambos medios, La interacción del soluto con los otros

componentes de cada fase afecta su concentración.

La distribución del soluto entre 2 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 trate de una molécula conteniente 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 Cl_2 (aq) en Cl^- y HCl . Segundo: que no se adsorban cantidades apreciables de la sustancia

radiactiva en la interfase entre los dos disolventes:

Bajo condiciones ideales, se utiliza el concepto de razón de distribución definida como:

$D = \frac{\text{concentración total en la capa orgánica}}{\text{concentración total en la capa acuosa}}$

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 envueltas, por la razón de

volúmenes de las dos capas y por la

La rapidez de separación de las fases aumenta mientras mayor sea la

diferencia de 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, 2 cual está relacionado a la razón de distribución por la

siguiente fórmula:

$100 D$.

donde V_y y V_o «SEP

donde V_y y V_o son los volúmenes de las capas acuosa y orgánica respectivamente.

---Page Break---

56 -

Cada vez que los disolventes orgánicos tienen constantes dieléctricas

altas se hace necesario que las especies a ser extraídas sean eléctricamente

neutrales, Se requiere además que los iones disueltos en la capa acuosa se

extraigan de toda o por lo menos de una gran parte de la agua de solventación,

Los iones metálicos disueltos en la capa acuosa forman especies eléctricamente

mente neutrales en una de las formas: por formación de complejos de coordinación o por asociación de iones.

Complejos de coordinación

podemos representar la formación del complejo mediante la siguiente

ecuación:

+ n L

donde n es un número de valencia igual al RT es el número de un agente

de coordinación o quelación,

Los complejos de coordinación pueden dividirse en tres grupos, a saber: complejos simples, complejos quelatos y heteropolidicos.

En los complejos simples el ión metálico se une al ligando monofuncional de acuerdo a su número de coordinación ($M(L)_n$). La unión produce especies neutras 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: NH_3 , RO^- y 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

son

similares de modo que se produzca un anillo de cinco o seis átomos.

Los ángulos deben ser lo más parecido posible a los ángulos normales en un enlace covalente. La estabilidad del complejo aumenta con el número de

anillos debido al efecto en la eliminación del agua de solvatación,

---Page Break---

<5 -

El agente de quelación actúa como base de Lewis. De estar en su forma ácida se convierte a su forma 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 carga alta a ratio técnico se

razón sea nds bas

& mis estable que uno en el cual esta

Un aumento en el número de estructuras resonantes para el complejo de quelación tiene 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 produce un efecto estérico.

Entre los agentes de quelación más usados pueden mencionarse los

siguientes:

ácido tartárico; B-quinclina; dimetilglicina, y EDTA. La

coordinación de dimetilglicina con níquel está representada por la

siguiente fórmula estructural:

City

CS

En los heteropoligéidos el átomo central del complejo es un ión complejo en vez de sencillo, Son por lo regular deidos oxigenados con un átomo de un elemento como boro, silicio, selenio o arsénico, y átomos de otro elemento como molibdeno o tungsteno,

Complejos por acetación de

En este proceso, el ión metálico puede coordinarse con un ligando

produciéndose un ión complejo positivo que se asocia luego a un anión dando

---Page Break---

- 8.

Lugar a 1a especie electrónicamente neutral, © puede coordinarse a un anión de

tad cuerte que reculte un anión complejo que puede asociarse a un catión,
?curriendo entonces la asociación de iones.

Los sistemas de asociación iónica se pueden agrupar en tres categorías,
a saber: 1) Incorporación del catión con un ión orgánico grande o asociación
con otro ión de gran tamaño, 2) Asociación de aniones como haluros, tio-
sulfatos y nitrato, y el origen del disolvente orgánico, 3) Incorporación

de sales de peso molecular alto que se disuelven con disolventes orgánicos

formando agregatos 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 período
de vida corto, la técnica permite además el 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 disol-

vente erginice 0 £

1 evaporación, Si a primera extracción no es lo

suficientemente eficiente, puede repetirse la misma cuantas veces sea necesario,

Wes gramos X_p que permanecen en el disolvente original luego de un número de

extracciones está dada por la expresión

$X = atv + map?$

donde i representa el volumen de la capa

?acuota, Nel volumen de la capa no

?el peso en gramos de solute disuelto originalmente en la capa

acuosa y K la razón de las concentraciones de la capa acuosa @ la capa no

acuosa expresadas en gramos por unidad de volumen,

Las extracciones deben hacerse con volúmenes pequeños de disolvente

aunque esto conlleva mayor repetición del proceso.

---Page Break---

59+

Seilard - Chalnere

Este es un método de aplicación Limitada pero muy útil cuando se deben separar mezclas de isótopos producidos por reacciones del tipo (n, γ) o (n, p) en cuyo caso los productos son isótopos del elemento original,

En una reacción nuclear se produce la captura de una 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 realizan reacciones del tipo (n, γ) con neutrones térmicos, éstos no imparten suficiente energía al núcleo para romper enlaces, pero siendo así

que la captura de neutrones es seguida de emisión de neutrones para deshacerse del

exceso de energía, el núcleo emite uno o más fotones y así hacerlo sufrir 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 gana es igual a.

P

bY Pe momento

. he constante

v= frecuencia

fe velocidad de le luz

De acuerdo a la ley de conservaci3n de momento el niicleo que retrocede

ba de tener un momento igual en magnitud al del fot3n, La energfa de retroceso

est3 dade por

M = masa de nicleo

Er energfa de retroceso del nicleo

Siende asf que el equivalente de una untddad de na:

at3aica en repose

---Page Break---

= 60 -

es igual a 932 Nev , 1a ecuación anterior puede expresarse conc:

=e $A + \text{tase aténica}$

em $E = B \text{nerg}\{a \text{ del neutrón bosbardeator}$

1 radicruciefdo ya seyaraie del resto de 2a estructura molecular, se
enoentra en una forms quisica distinta a la original y es posible separarlo

si las postbtlidades de recenbinación o intercambio son pequeñas. Este

atina condietén puede conseguiree si el radionuclefdo esté en una forma donde
cs eisfoil el dntereambio isotópeico, yor efemplo, en foma de un prectptado, 0
adiendo un portador

Spice reduciéndose así 1a concentración de los núcleos
radiactivos y por tanto 1a probabilidad de recnbinación.

Si un yoduro de alechélo (RE) ee bonbardeado con neutrones temmmles, 1a
payor parte de 1a actividad debida al iodo-128 producide puede extraerse en

agua a la cual se le ha añadido un agente reductor para reducir el elemento elemental a yoduro,

Se presume que el núcleo pierde electrones al retroceder y romper el

enlace C-I formando la especie positiva, pasando luego a la forma neutral

positiva (I⁺) al incorporar electrones por medio de colisiones repetidas.

Así como formas de intercambio en el yodo elemental previamente añadido con el portador.

Cuando un compuesto bien bardeado esté en solución acuosa o en una fase gaseosa su comportamiento se ajusta lo discutido en el párrafo anterior, pero 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 reabsorción cuya naturaleza no ha sido elucidada,

a 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---

Ainiento de cast 100f ea prescneia de portador ¥

5. wiese obter

hasta 20 en auseneia del eisro,

---Page Break---

?CAPITULO VIE

DILUCION TSOTOFICA

EL andlisis quimico convencional generalmente requiere una separación cuantitativa de 1a substancia a annlizerse, En muchos casos el cumplir con este requisito es un problema airfoil, Por ejemplo:

4) el aislar cantidades pequefias de impurceas sin que ceurran péréidas significstivas de lns mismas.

) el seperar los ccomponentes de un sistena complejo en el cual varios

?componentes tienen propicdades muy parceidas implica un proceso de fraceiona-

ción larac y tedicso.

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 e 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 el índice de la abundancia relativa del trazador. La discusión se

Limitado 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 aislarse en la misma forma química que el

fenomeno a analizarse,

44, Debe Lograrse una distribuei3n honog3nea del trazador con relaei3n

8 elemento 8 analizarse,

5. BL producto aislado debe tener un alto grado de pureze,

---Page Break---

T,_sittode Directo

Consiste e? m3todo on aiisiir una cantidad conocida del trazedor

pike") a una cantidad conocida del sistema desconoeide, y luego aislar

tuna porei3a del compuesto mercado para determinar su actividad especifica, Es

imprescindible que el compuesto aislado sea bien puro, y no es necesaria una

separaci3n cuantitativa. Del mismo, Fare asegurarse que la muestra aislada

?es lo suficiente pura para determinar la actividad especifica a trav3s de

todas las etapas de la purificaci3n hasta obtener actividad espec{tica

?constante,

%

U_g = peso de trazador añadido

W_W = peso Gel componente de interés en 1a muestra (desconocido)

S_o = actividad específica del trazador añadido

S = actividad específica del sistema combinado

entonces,

Actividad aligida ~ actividad total presente en sistemas

combinado

$S_o = S_i + S_a$

de donde:

si el trazador añadido está en solución, y se de

conocer 1a concentra~

de la actividad del componente de interés en una solución,

V_0 = volumen de sistema trazador añadido

C_0 = concentración del componente de interés en el sistema trazador

V = volumen de sistema desconocido al cual se añade el sistema trazador

c = concentración del componente de interés en el sistema original (desconocido)

---Page Break---

~ 6h

substituyendo en la ecuación (1) tenemos que

de donde

$$S_{000} = 5 (V_0 + V)$$

V_0 / S_0

els) ©

Como puede apreciarse de las ecuaciones (2) y (3) la precisión de e :

ce

El método depende del factor $(G_0 - 1)$, mientras mayor sea S_0 en comparación con δ , 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_0/s - En el caso en que S_0/y sea mucho mayor que uno las ecuaciones (2) y

(3) se simplificarán a relaciones directas:

$80\% p$ Veo

wees On Ss

IT, Método Inverse

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,

st,

S = actividad expectada del sistema desconocido

S' = actividad específica del sistema combinado

W'' = peso de portador inactivo añadido

W = peso del componente de interés en 1ª muestra (desconocido)

entonces,

$\frac{S}{S'} = \frac{W}{W + W''}$ or

de ahí se

)

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 $\frac{S}{S'}$ "grande para que $\frac{S}{S'}$ ", sea lo menor posible,

---Page Break---

~65-

Naturalmente no debe hacerse al caso extremo de que S^* sea tan pequeño que

su determinación conlleve poca precisión,

TIT, Método Doble:

Modificación del método 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.

st,

W_1 = peso de portador inactivo añadido al sistema 1

W_2 = peso de portador inactivo añadido al sistema 2.

S_1 = actividad específica del sistema desconocido

S_2 = actividad específica del sistema combinado 2

S_{12} = actividad específica del sistema combinado 2

?entonces,

(use

sf wy

$$Sto(W + Wie) = 8$$

y resolviendo simultáneamente estas dos ecuaciones tenemos que:

$$St Qt \ll Wy) = Stg(w + We)$$

Soy e Stes 8th Oy

sy

ste caso mientras mayor sea la diferencia entre los pesos de

portader inactive usa

(U_h, y W_g) mayor será a precisión del método.

---Page Break---

caPrTuLO vITZ

WSO DE LINTERCAMBIO DE ISCCSRCS Y N ESTUDIOS crMBTTCES

Introduces en

una reacción de intercambio se define como una en la cual un átomo de un

elemento es una forma química que interacciona con tomos del mismo elemento

en otra u otras formas químicas, Esta puede visualizarse mediante uno de los

siguientes dos mecanismos: transferencia de átomos y transferencia de electrones,

con ilustración del primer mecanismo

pasde penctonaree el intereumbto entre

waits), ¥ FRCL en solue © comin 7, Antercenbta

entre los dos compuestoc, Es Se Fb que ordginelmente pertenecfan

42 2a especie Fo(103}2 pasan a cer parte de le expecte Foca y vieowersa, Se

cbtiene evidencie de este 4

ntersunbic narcase con Plano radactivo el nitrato

de pleno y observanic 1s apariesén de ragiactiviens en el clorure de Flame.

Un ejemplo del segundo mecanismo es el intercambio que ocurre en el sistema

térrico-ferroso.

Cuando el intercambio envuelve una especie radiactiva se le llama intercambio isotópico, ya que se hace evidente por el intercambio del isótopo radiactivo con los isótopos estables del mismo elemento. Naturalmente, el hecho de que ocurre intercambio isotópico confirma las reacciones de intercambio, En

el intercambio isotópico el cambio de entalpía (ΔH) es aproximadamente cero,

ya que están involucrados átomos de un mismo elemento y las diferencias en masa de los átomos involucrados son poco significativas. Estas diferencias son más importantes cuando se trata de elementos livianos y el 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 afectan los resultados experimentales. Por ejemplo, en un estudio metabólico el encontrar actividad

de tal o cual especie química no necesariamente quiere decir que la especie química marcada sea resultado del proceso metabólico, podría bien ser el resultado de intercambio isotópico. Técnicamente 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 matemático de la cinética de un sistema de intercambio de átomos relativos es fácil, en un sistema particular se habrá establecido una concentración total de los distintos reactivos; sólo habrá un cambio en las actividades específicas de las especies químicas que intercambian hasta llegar a un equilibrio en el cual la distribución del radioisótopo será uniforme entre las distintas especies, o sea, las actividades específicas serán iguales al llegar al 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 IX

actividad de especie AX

Ge Tet

actividad de especie AX

= constantes de velocidad de reacción para un sistema dado

actividad efectiva de especie AX

ow

Y actividad efectiva de especie BX

---Page Break---

a

El intercambio de actividad para un sistema en particular, no importe

¿cual sea el sistema, es de primer orden siempre, c sea,

x GH)

x -"@-p- was) @

En equilibrio los valores correspondientes a "x" y "y" son constantes y #6

Agualan las actividades específicas:

EQ. YL do donde $x_{eq} = a$ y y_{eq}

= a

En todo momento $x + y =$ actividad total (constante)

Ja xegs yeas xty

Veena rege ye sya tray

substituyendo 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 aénde

Cm: ?Ste

Integrando entre los Unites toy ty

ve La (@

wrvea,

---Page Break---

Si se vncopioreales Mmiter de integraci3n de tal suerte que en el intervalo

-4),

ae aye

$wy \text{ in } 1/2 = Bt (a+ 9)$

$f2= 8 229) \text{ yp}$

donde $t/2 =$ media vida de 1s reacción, 0 sea el thenpo

hecesario para que el incremento entre Le

ctividad actual y el valor de equilibrio se

Feduzce « la mitad.

En términos de logaritmos cammes,

@)

\$1 Mevanos a gráfica (y - yea) vs t en papel senilogarftmico se obtendré

una Linea recta de donde puede deverninarse el tieapo medio de 1a reacctén y

por lo tanto la velocidad de reacción R' para el. sistens en particular bajo

estudio.

a velocidad de resceién para un sistena dado, R' , depende de Le con

centracién de los Aistintos ~eactivos de acuerdo con 1a relacién $R' = k we?$

donde i

constante específica de velocidad de reacción

$4 +$ orden de la reacción con respecto al reactivo «

$=$ 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 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 0.5 si por el contrario se mantiene

constant \neq

se verá una gráfica de $\log R'$ contra $\log t'$ dará una línea recta con

---Page Break---

=

Inclinación P , conociendo así los valores a y b se puede evaluar " k " o sea

1s constante especifica de velocidad de reacci3n e Je temperatura dada,

BL experizento puels Llevarse a ccbo a dos temperatures distintas y

svaein por medio de 1a f3rmle

8)

donde QE = energia de ertivact3a

Aetemninarse 1a coergfs de

OF = 2.303 8

?ps teaparature 2

tye teapora?ura ?

"at consiante capectcion de velocidad de cenceh3n a 18 temperte

tare

constante copse{tics de volockded de reacet3n a le tempera

twrad

Rw constante universal de los gases (1,987 cal/mol/*K)

---Page Break---

CAPITULO Dx

ANALISIS POR ACTIVACION!

EL analisis por activación consiste en determinar la cantidad de un elemento presente en una muestra, sometiendo ésta a un bombardeo con proyectiles nucleares (generalmente neutrones) y midiendo la actividad resultante en un núcleo del elemento en cuestión, esta actividad será una medida de la cantidad de elemento presente independientemente de su forma química

Mediante el analisis por activación se hace posible la determinación de trazas presentes en una proporción de partes por millón o incluso de partes por billón, de ahí su importancia como método analítico,

Aunque para el bombardeo con proyectiles nucleares puede utilizarse varias partículas como protones, deuterones, alfas, neutrones, etc., se discute que

sigue o se aplica al uso de neutrones, siendo éste el tipo de analisis más

corrientes

Aa Suvedtar une auestra con neutrones, hay varies reacetones peeibles 4& acuerdo a 1a energ{a de ice nison, ?eutrenes con enerafas de 0.025 ev» conocidos como neutrones termales Anteractiian con el niicleo blanco siendo sesorbidos por éete de acuerdo con 2e eigutente reacei{en:

wh 6 Ma A ay

sa ex nurtetdo origina gi no ce rdiactive yeh raced pratuetdo a") resulta ser radiactive nos referines # le reacct{en como una de activa ?et{en, cade nucteido tiene wna probabilidad caracterfatica para capturar pevtreses temmales 10 cual se conoce ceae el dren eftcas de blanco pare neutrenes,

males, Esta probsbilidad ee expresa en barns, que resulte er una uridat de area (1 bam = 10^{-24} cat), es decry se expresa en t{erminos det {rea efectiva de bianco que ofrece ei ageles al proyectil.

La actividad inducida en la muestra dependerá de varios factores: cantidad

de material que se activa (B), flujo de neutrones (B), eficiencia de la muestra (O),

---Page Break---

donde el tiempo de irradiación (x) representa el número de átomos

radiactivos

$\lambda = \text{producción} - \text{desintegración}$

$\lambda =$ constante de

desintegración del

radioisótopo de

interés producido,

según

$\lambda =$

$\ln 2 / T_{1/2}$

$\ln 2$

$T_{1/2}$

$\ln 2$

$T_{1/2}$

te dente

Q)

2a actividad neta producida al cabo de un tiempo de irradiación t será:

wher (1a

no) ()

cs 1a actividad de 1a muestra se mide elgin tiempo despude de finalizado

?1 perfode de irradiación, ésta deberd ser corregida por media vida,

Si se desea conocer 1a cantidad de elenento activado (peso), 1a ecuactén

(2ipuede modi fic

on

guiente forma:

---Page Break---

-p-

A, x 2 (3)

mews nenter Finlay? ©

donde A es 1a actividad total de a muestra

Noes el peso aténico del eleaento Xy f es le

?ebuniancia tactépice dei icleido blanco

1a determinación cuantitativa de un elemento mediante un análisis por

activación puede llevarse a cabo por el método absoluto © por el método

comparativo, Para el método absoluto debe concerse con bastante precisión

fr ey rs Substituyendo estos valores y La actividad verdadera de 1a

muestra irradiada en 1a ecuación 5) se puede calcular el peso del elemento

fem cuestión, En el método comparativo una cantidad conocida del elemento

de interés (standard) se activa simultáneamente con la muestra desconocida

ajo las mismas condiciones experimentales, Todos Los factores de la

emisión (Sd concepto 1a actividad y el peso son los mismos' para la muestra

Y para el standard, por lo tanto, el error se reduce a.

actividad de 2a muestra

?actividad Gel standard

Este es el método más comúnmente usado y permite una mayor exactitud ya

ue es independienfe de 1a exactitua cen que ee conocen los valores de 9 y ae

Sin exbargo hay que tener en cuenta el tenaiio y 1a composicién (© de otros

Componentes presentes) de 1a nuestra desconocida, ya que estos factores

podrfan atenuar el flujo de neutrones reetbido por ésta, haciendo que el

standard y 1a muestra no reciban el wisno flujo de neutrone:

Si se interesa identiticar el elenento de interés se

necesario.

reer el Fartete 40 si

rideotntesractén, 6:

ede emtsién y cu cnorpfa mediante

nétodos que han sido discutidos anteriormente en otros experinentos,

---Page Break---

caPrTULO x

DECOTAMTINCLON

Inteeduecrsn

El riesgo de contaminación aunque siempre presente, se reduce granemente mediante la práctica de las reglas de seguridad. Coviaente las variables envueltas en cada experimento, tales como cantidad de radioactividad usada, período de desintegración, tipo y energía de la emisión, actividad química, etc., sugerirán las precauciones adecuadas @ cada caso, sly por ejemplo, experimentos que requieren el uso de cantidades apreciables de radio? Aabtopes de media vida larga, de alto riesgo biológico y que ofrezcan peligro de contaminar @2 aire, deben ser Mevatoc cabo en sistemas sellados at

vacío 0 en "glove boxes

por el contrario, si las condiciones anteriores no estuviesen presentes, y se tratase de un experimento llevado @ exbo con poca frecuencia y donde el peligro de contaminación es pequeño, basta con que el drenado de trabajo tenga una ventilación adecuada, además claro esté, de observar las precauciones de rutina como el uso de guantes, batas, Dandejes cubiertas, etc.

?A continuación se presentan algunas fuentes de contaminación:

2. reacciones químicas que envuelven la producción de un gas

2. evaporación de un líquido

3. aeración de un líquido

4. transferencia de un líquido

5. pulverización o manipulación de un sólido

6. adsorción en superficies

La vida media de los radioisótopos en una función de su energía,

su modo de desintegración y su actividad biológica,

---Page Break---

15

mmr

20-FACTORES RELATIVOS DE RADIOISÓTOPOS EN EL CUERPO HUMANO®

de ARS OR

22%, cel, nd, 31%

* ____ rived go Acetvided + __wéxige peruisiblees

So Er

Categorfa Got Riesgo ' _Haje _" wouio "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 In : : : : '

Rieago Atte : ? .

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 roccnocimiento para beta y gana generalmente Leen on
grfhe o cfm, Los instrimentos para beta y alfa generalzente een en c/n
6 en mrep/n, pero en 1a práctica para protecci3n radicl3eica no se considera
Ja diferencia entre rep y rad, Pi rad cs 1a unidad oficial para dosts
absorbida,

Ke enue 20% de contaiinseién alfa, beta o gama transferible, Estos valores
se refieren dnicanente « contaminaci3n del cuerpo,

---Page Break---

?Ama

CREED RECEDES PARA CCIVIAMERACTON

i

+ etancena,

Y 7 Tnstramente de

?Set cxteniigor | reconcetnientor

ae a

anos 7 cue:

mys protectora Gafne.

adi ue ZC ete ata sotectabie 260 e/m. 2.5 ar/ar

pisos, parcces,

Fee eetinotes < 10 c/a, ada detectable 50 c/me 6.2 ax/tr

?10 c/m. nada drectuble 20 afm nada detectable

40 c/s nada detscrante 8 ofa nats detectable

0.2 nefor

£15 ofe duvectabic 96 o/m. 300 e/e

} terior dc os tar | ue fs

pator Gerronalesy <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

containado 1 exrendidom _' recenoenientot* | extendidot 'veconocinientor

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 deeetsote 50 /me hasta 200 m/re

+ Table 3, pagina, VI-C2, Health

ysis Gatde and Reguletions, FRWC-2.

extertidos - consiete en frotar un dren de aproximadamente 100 pulgadas
cuadradas con wn papcl de filtro dc 2 pulgadas cuadradas. Los extendides
Se cuentan en un contador proporeicnal de Tluje cen una gemetrfa de

si y una velocidad «e recuento aubiental de 1 ϕ /iire

+ insimmentos de reconseiadento pars «ice Leon en c/my para betasleen
en o/s y meas

tere aquf a nit total, Se acine gue el 10/ os transferibles

Debe que cl coutandnante c2 transferiple ec usa 10 c/n. En el

?cece ao tetaegara, este valor es de 1,000 ϕ /t

Los nétoder de decentaainacsi

1 se basen en procesos Moiese © guinicos.

in an primera elasticación se incluyen métodos tales como el uso de abrasivos y de aspiradores provistos de filtros eficientes, Entre los procesos químicos se cuentan el uso de soluciones químicas o ácidos, de agentes complejantes,

de materiales para intercambio iónico, etc.

---Page Break---

-18 =

Recomendaciones básicas para descontaminación:

A, Descontaminación 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 descontaminación, 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 descontaminar el área afectada lo más rápido posible,

Esto hará que se realice la descontaminación y reducirá al mínimo la exposición a la contaminación

3(a) Lavar en el área afectada con agua tibia y un detergente durante
doz o tres minutos, Secar bien con una toalla de papel, Investigar la contami-
nación con el mismo instrumento usado anteriormente, Si ésta se ha reducido,
repetir este paso varias veces mientras se observe reducción en la contaminación
y hasta que la misma caiga bajo el nivel máximo permisible, Si luego de dos
veces 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 cerdas en

heptales para lavar las manos, con cuidado de no aplicar tanta presión que las
cuerdas lastimen la piel, Esto se debe lavar más de tres veces, cada lavada de dos

minutos, Si no se obtienen resultados satisfactorios proceder de acuerdo a 3(c)

aa).

(c) Mover la piel y aplicar cristales de ácido fólico, Protar

Si no se obtiene éxito proceder según paso 3(e).

(a) Si la contaminación ha sido con productos de fisión, usar

bidnido de titanio en el paso 3(c) en vez de ácido fólico, Se ha comprobado

que el contenido de titanio es catiódico para otros contaminantes además
de los productos de hierro, Colocar en la palma de la mano suficiente cantidad

---Page Break---

-19-

de óxido 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 necesario usar cepillo, deter-
gente y agua para resolver la pasta totalmente, De no observarse reducción
apropiada en la contaminación proceder con el paso 3(d)+

(e) Aplicar una solución de permanganato de potasio en donde
sulfúrico (una solución fresca preparada con volúmenes iguales de una solución
saturada de permanganato de potasio y una solución de ácido sulfúrico al 10%
v/v). Frotar con cepillo en ambos lados de dos minutos (exposición a 18 minutos por
cada lado de dos minutos puede generar una capa de óxido). Enjuagar completamente
con agua tibia, Este paso puede repetirse hasta tres veces, Cuando la de-
contaminación 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

(f) Si es necesario, aplicar lanolina o una crema de manos a la zona
afectada para suavizar la piel.

Lu, dacer uso de algodén absorbente para aplicar soluetones al custo,

cara y caberts

ear deido oxdlico ni disodventes orginicos para decontaninar.

4, pirigirae ?rnediatenente a un médico y el oficial a cargo de Prom

tecetén vadioiéetea en caso de que una persona reetba una herida o Lesién tron

agents cn

Sal radioactive.

ys Lecentarinación de Noa

a ropa pucite dividiree en tres grupos de acuerdo a le activi-

cad registrada en un instsmente de receneeimiento, procedimiento « su decanter

winacidn segtin las simuientes rearendaciones:

Grupo I - tenes de 1000 eym = Puede Lavarse cn le forma ordinaria

---Page Break---

= % -

?Grupo TT = Hasta 10,000 epm - Dos enfuagues con agua caliente, luego lavar con una solución caliente de ácido cítrico al 2%, enjuagar con agua fría, lavar con detergente y enjuagar con agua caliente, lavar con solución de ácido cítrico al 1.5%, enjuagar tres veces con agua caliente, y finalmente enjuagar con agua fría, Puede usar alcohol si se desea, investigar con un instrumento de reconocimiento, Repetir si fuese necesario,

Grupo TIT - Nivel de 10,000 cpa - procedimiento es similar al empleado en el Grupo TI, pero en este caso al lavado debe llevarse «cabo separando los artículos más contaminados de aquellos que son 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 Bauls
Descontaminación de Superficies de Laboratorios y Bauls

Artículo Decontaminante

equipo de vidrio 1. solución lavadora de ácido cítrico,

2) detergente y agua tibia,

porcelana vidriada Tratamiento de aluminio, fosfato trisódico

bifluorure de anonio

2, igual al vidrio

acero inoxidable 2s igual a2 (2) para vidrio

2! Radiac wash

3: deido nferico asrutao (104)

iluctén al 10% de nitrate de soato

5: Esido ehornfarién

St Abrasive hinedo

Aatén (brass) 2s Agual a2 (2) para vidrie

2. Radiac wash

31 pulimento para Latén

AL abrasive mimedo

Plistico 2s Agua 92 (2) para vidrio

2. solucién de efrato du inonio al 10%,

3. golventes orgéntoos

+ deido nfrico o clorhfarice al 10%

---Page Break---

pintura,

ragera

aininto

concrete y ladrillo

badiona de asfadre

Ls gual al (2) para vidrio

DI sciuctén de citrate de sodio al 10%

31 Solventes oxginicos (trenentina)

2 tetraclorure de carbone

51 sola 0 potasa caistica

61 abrasive infmedo

1. pintura

si ead sin pintar o cubrir pero ha sido
?tratada para contrarestar la porosidad,
cerilla cuardndose las virutas

#, panera

2s dont al (2) pore video

abrasive niiede

Pincelar 0 svusver por completo. En

atsunns eunos fate os el peyor métodos

ese #2 8 superficie es lise

aevergente y ague tibte

Badtec vash

Znio ciorafarieo 0 nfrico al 10h

recuplazandento

igual at (2) para vidrio

eotraelorure ?ic carbone

neresine, {slice cdnerales atiufes

Le dekdos mine shes

Bl ertrate di cree © cosfate trisééico

aspire

cateter

os wae": peoviets de FL

---Page Break---

wiles

En general, pisos, superficies de madera y otras superficies no deben nunca

limpiarse con un palo seco, agua cepillo u otro artefacto de esta naturaleza,

Siempre debe usarse un paño o toalla de papel limpia y seca con agua para evitar
de contaminación del aire,

Los aerosoles deben ser usados con mucho cuidado ya que los
vapores pueden ser tóxicos y además existe la posibilidad de resaca.

Solventes orgánicos también deben ser usados con mucha precaución

pues muchos son tóxicos e inflamables,

En caso de que un artefacto resista los procesos de descontaminación y por lo tanto no se logre bajar la contaminación a los niveles permisibles, si el contaminante es un emisor alfa de vida media corta, se puede dejar el artefacto fuera de servicio el tiempo necesario para que la contaminación caiga dentro de los límites de seguridad, si el emisor alfa es de vida media larga, y se trata de un equipo valioso, se puede cubrir la superficie con laca, barniz o pintura,

---Page Break---

RUCLAG DEL LABORATORIO DE RADTOQUIMECA

laboratorio de radioquímica

11 sal6n G4 en el MAifieLo Bio-Médico,

cuel ha ido preparándose para el trabajo químico con radiotopos. las siguientes regulaciones son mandatorias:

1. Todo estudiante deberá conocer por escrito a Director de 1a División de
Fudlotsbtopoc del Centre Nuclear de Puerto Rico un historia ecapleto de exposiei én
4 radiaciones <{ eote exposición es mayor que La méxina peruttion.

2. Se prohíbe teminatenente fuser, ingerix alinentoc y usar cosaéticos en
2 leboraterio de radioguimics.

5. Be impescindible usar batas de Laboratorio y guantes yara trabajar con
seterial radiactivo. n ningin sogente deberd sacarse la bata ni loo guantes fuera
ae) Inboratorio.

4, Los aopiradores deverdn estar fineionando siempre. Si en algun mosento
as necesari descnectarios, deberdn bajarse antes las pucrta de cristal.

5. Mo se permite trabajar sin usar un dostsetro.

6, Se prohíbe truer al 1atorutorio material que no se necesite especitica-
mente para el trabajo de radioquímica.

7. Se proaibe hmeer trubajo qu no requiera Jas facilidades del laboratorio
ce radtoquinice.

£. Se prohíbe usar In boee pura aplicar suecién, indepentienente de st
1a sustunsa con 16 cual ve trubaja es radiuctive © nos

9. ue sustaneias radiactivas y todo mera contaninade deben santenerse

13. No se ovré en el vertedero mudi que contenga actividad que cea regi

?teada por un instrument de reconocinmiento.

Lk, Se debe? tener especis] euidado en tudo el trabajo, particularmente

debe eviter derramr Mguides. Bn caso que esto ocurra:

4) e1 Mquide deber4 secarse con toallas de papel (Kleenex)

bb) toto material desearteble contaminado deberé echurse en e2
zefacén de mterisl activo.

c) 2 Grea donde cay ol Mquido deberé marcarse con un efreulo

a Udpiz indicando ademie el tipo de contaminacién (e.g. T-251)

15. Se debe hacer un reconceimiento con un inctrumento apropiade tan pronto

se cospeche que ha ocurrido contaminaciéa personal, Reconceimientos de rutina
debordn hacerse & intervalos.

16, AL terminar Ge trabajar eç necesario lavarse las manos, primero enguen-
sades y luego desmadas, Antes de salir del Isboratorio compruce con un instru-

rento apropiado de sus manos estén o no contentadas.

17. EL instructor deberá ser notificado inmediatamente de cualquier conte

sinseñen u otras emergencias.

---Page Break---

SXPERIARTO HO, 1

los Características de Puncionente 42 ios

Sotectores Geiger y Proporcional

Aaiettvo

Determinar el efecto de un Ge contador de recuento al variar el voltaje aplicado

2, Velocizar 1a resetn de) detectors

3s Seleceionar el voltaje se operación adccuade para el detector.

UW, Demostrar las Cluctuaciones estadísticas en la velocidad de recuento,

Procedimientos:

Localización a 2a mesa

Evitar Gers

2s Asegúrese que

Anguierda, Cierre

2, Coloque una nuestra de 1a serie 1 on 1e postelée apropiadas Ponga a funcionar el contador y aumente gradualmente el voltaje hasta que el instrumento empieza a registrar inpuisos,

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 se debe mantener aproximadamente constante a distintos

voltajes.

Comience a aumentar la velocidad de recuento a un 10%

de la velocidad anterior. Anote el voltaje en el que se comienza a aumentar sobre este valor en el tubo Geiger. Si se desea, puede

HL, Fluctuaciones Estadísticas

Coleque una muestra de la fuente en el contador Geiger,

Eetemine el nico de cucntas rogictradas durante medio minute (0.5 minuto).

2, Fepite 22 paso anterior veinte veces.

TE, Locali zee?

ae 1a neseta en un Detector de Flujo Froporetional

1, Repita 2a parte l asanic el detector de flujo proporcional, EL instructor proveeré la nuestra radiactive sosesaria para esta parte,

---Page Break---

Brperimento 1 - (Continuacidn)

seantento do Les da!

experiment:

1. Haga una gráfica en papel milimetrado representando la velocidad de recuento (em) en 12 ordenadas y el voltaje aplicado en 1a abscisa.

2. En la curva obtenida localice:

voltaje de arranque

voltaje de saturación

eset

Determine el largo de su meseta en voltios.

4. Calcule la pendiente de la meseta. Esta se define como el cambio

de recuento (expresado en %) dividido por el voltaje 100 voltios en

la meseta, y puede calcularse usando la siguiente ecuación.

$\% \text{ vendiente}/100 v = 2(czuy - fm) 10''$

Vem Toa

donde V, = voltaje mozor do 1a meseta

Vp = voltae mayor de 1a meseta

eras cuentas por minute con Vy

emg= cuentas por minuto con Vp

5. Determine el vottaje do operacisn del instrumonto. Seleccione aquel voltaje que se cbtione susando 75 voltios al voltaje wbral.

TL, 1, Determine $\phi 1$ pronedio aritaética

2, Determine la decviactén norman

5, Determine si cl inetrumonto esti Tuncionando bien a base del Método ae Chi-Cundradio.

IIT. 1, Determine el voltaje de operación del instrumento seleccionande el voltaje en el punto nedio de 1a neceta.

2. Compare esta neseta con 1a moseta del Geiger.

---Page Break---

ERPERIMGTO NOL @

enamiento de Contaje en ^{22}Co y ^{60}Co

Objetivos:

Estudiar los factores que afectan el conteo de una muestra:

1. Medir el conteo de fondo y los pulsos registrados por el contador.

2, determinar el efecto Geiger del sistema sobre la velocidad de recuento (conteo).

5, Comparar la diferencia entre el conteo y 2 en presencia de la muestra. Verificar que resulte debido a la absorción por la muestra.

4, Estudiar la ley de decaimiento

de la actividad de cada una por

1 material que

Botti hse c le ruestra (retrodifustén) y vellalar ou importencis en
meaigas ansifticas.

a de 1a radisoión yete y eh nizero atéaico ded
ide de La reaiaeién causeda por ol

1, Aubsente

ponga a trabajar el Anstrumento on wa voltage de opersetéa yor cinco (5)
minute win mustre alguns, y calcule la veleckded de recuerto en cre

IT, ceametrfa del sistema

4, coloque uaa suestea de 26 serie L en In postetén superior det port:
ceeetee soncero, Determine la velocidad de recuento en enn posiciones

gn la nieve forma datersine la velocidad de recuento para cade ube
Se as obras posiciones.

3. Wide In distancia entre 1a ventana y cae una de lap posicsones,

AIT, Autosbsorei3n

Li Determine el contaje de cata una de Las suestras do une eerie de

0-60

pita o2 paso anterior usando una serie de musstras de Cok. Penge

TGEScfal custato al manipuler estas muestras ya que no eat3s

ceblertan

IVs Retroaituei3n

d. Determine el contaje de una muestra de te serie Ay Betas musets0s

pete Mene hae une pelicula de poliestireno de muy poco expescr

TSoetke taro et efce ode wove bass en reFlejer Aam Tebacioses

ee pretscunente Bub.

---Page Break---

Eaperimento Bo, 2

2, Coloque detris ue la muestra las planas de distintos materiales y en

Cada caso determine el conteo. Use placas de los siguientes materiales
(minero atómico entre paréntesis): $^{42}\text{K}(15)$; $^{238}\text{U}(50)$ (50), $^{210}\text{Po}(82)$; video

Tratamiento de los datos

I. Reste la contribución

de las fuentes durante el día.

T_r , Haga gráfica en papel lineal de conteo (cpm) vs. distancia (ca).

UI, 1, Haga una gráfica en papel Lineal de conteo vs. peso de muestra para
4 series de ^{60}Co y otra para la serie de C-II

Determine por la forma de la curva qué serie representa un átomo
con la actividad total constante o una actividad específica constante.

+ Calcule el porcentaje de aumento en conteo haciendo uso de la
siguiente ecuación:

4 mento = (Crouse notar ?(om)geatestsvens 190

SPP) ciestirenc

2, Maga una gráfica en papel lineal de % ammento vs. migero atéaico del metal,

3+ Obtenga de 1a gráfica el ninero atéatco que podrfa asignéaele al vidrio
eago en este experinento,

4, Bn su misna Gritica, represente 1a información de otro estuttante que
hhaya usado un radioiestopo diferente al iyo. Compare y explique

---Page Break---

EXPEKIMENTO WO, 3

Medidas con el Electroscopic Lensverk.

Retudier el electroscopito ccuo medio pura indicar y medir rediactividades

Procedints

1, Btecto del medio ambientes

1, Alele todo materiel radiactivo,

2, cangue eh clectroscopios

3. done 1 Lectura original y vuelve a tomar otra Lectura al cake de 10 mimitos

IE, Determinación de la irregularidad de 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 cero del instrumento debe desplazarse 10 divisiones en 2a escala
en un tiempo aproximado de 2 minutos,

3, Tome una lectura tan pronto coloque la muestra en la posición correspondiente
Weopiece a tomar el tiempo simultáneamente con esta primera Lectura, Zeta
Lectura corresponde al tiempo "cero"

1k, Avote el tiempo cuando el indicador del electroscopio llegue a 1 división
en la escala, la división 20, y así sucesivamente hasta que llegue a 18
divisiones 100.

ITT, Determinación de la

naibi2idad del electroscopio

Ls Cargue el electroscopio.

2, Coloque ws staitard radiscive a una distancia 2 de) electrosoepto y determine

Pe Repe aie tard: ol indiculor del instrumento en desplazarse a través Ge

Gna sección relatiVenente emplia en 1a encale,

IV, Determnación de 1a uctividel de une fuente rediactiva

Ls coloque ln muestra de actividad desconocida (pero valor de censetée)

wet Gsstancia @ del electroscopio y proceda cono en 1s Parte TIT,

V. Autosbsorcién en mostra de enisién beta

1. Determine 1 pera coda une de as muoctras que componen lao series de C2

7 to-60, colocende cals tuestra dentro de 1a cénara de tontzactéo pare hacer
es medidas necesaries.

---Page Break---

Baperimento to. 3

VE, Absoreién por material externo

2s Coloque 1a nuestra afia activa ac 3a serie de Co-60 dentro de 1a efaare
ge Aenización, y coloque a base pldstica en forma de anillo elredotor a

La mestra, Determine ll

?t+ Coloque un absorbente de aluminio sobre 2a base plástica y determine K,

3. Repite el paso anterior usando absorbentes de aluminio de diferente espesor,

Tratamiento de los datos experimentales

1+ {a diferencia entre las dos lecturas corresponde al efecto de medioambiente durante

dos diez minutos,

Trabaja en un gráfico de división de tiempo en papel de gráfica Milímetros,

Representando el tiempo en la abscisa, La curva obtenida debe ser una línea

recta. ¿a escala resulta ser lineal? en toda su extensión. Al usar el electrodo

Serie Bers medir resistividad deberá usarse aquella región de la escala que se

2g 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

HIE, 1, calcule θ en aiv/min , para el standard,

2, Calcule B en mr/ar para el standard usando 1a ecuación Woe}. BL tructar

Se informará el valor de ϕ para el standard, y el valor de θ en aiv/min

en la page. 3

3. Calcule K , usando 1a ecuación Ho. 2s

1. Calcule N para la sustancia radiactiva de actividad descrita

en la No. 2 el valor de K establecido

2, Celowe ¥ cubetituyento ca la
antertoriionte.

3+ Caleule © para ol desconoeiae usende 1a ecuación No. 1s Refierase a 1a
pig. 2. para el valor de G eorrospondiente 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 iinecd 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
sdlidas de substancias radiactivas.

Procedintento:

ARIE I - Electrodeposictén

Prepare dog muestras on 2a siguiente form

1s Lave dos &isoos de cobre, prinero on éter de petrérico, luego en una
solución de deidos nfrico y sulfirico y por Gitino en agua destileda.

2, Monte 1a celda en 1g misma forma que una previamente montada por el Anseructor.

3, Añada como 10 ml de agua a la celda y espere unos minutos para asegurarse de que la celda no tiene escape. Descarte el agua,

4, Añada 10 ml de la solución radiactiva de cobalto, conecte el agitador, ajustando su velocidad a un valor conveniente,

5. Ajuste la corriente a 100 miliamperios (el voltaje del transformador debe estar ajustado a 6 voltios) y electrodeposite por 10 minutos exactos.

6. Si es necesario alterar los controles del circuito para corregir la corriente deseada, descarte la solución después de regular el sistema. @ inicie la electrodeposición con solución fresca,

7, Al terminar la electrodeposición descarte la solución rápidamente, enjuague la celda con agua, desmuela y seque el disco de cobre con papel absorbente,

8, Monte los discos en las bases de aluminio para colocar las muestras,

---Page Break---

Experimento min, & -e-

9. Cuente las muestras en el contador Geiger, Si el conteo es menor de 1000

cuentas por minuto, eunte por més tiempo hasta acumler alrededor de 1000

cuentass.

PARI TI ~ Précipifaciéa y fintrectén

Prepare dos suestras on 1a eiguiente fora:

1, En un vaso de 50 nis, nezele 1 al de 2a soluctén de sulfate sédico mercado

con 8935, con 4 o 5 mis, de alochel etflico al 50.

2, Caliente ?2 sistena hasta que observe salir vapor de le soluciéa; no permite que éste hierwa,

3, Adada 2 als de hiazocloruro de bensidina para precipitar el eulfato de denstdine, Agite y doje enfriar el sistena hasta temperatura exblental,

Dranofiere el precipitado cusntitativanente al filtro, lavando con alcohol etilico al 95%. Tenga la precsuccén de no ebrir 1a succién hasta transtertr el prustpitede, de Je contrario el depSsito no serd untfome,

S_ Seque utbos euestres bajo 1a Miupare dentro de las odpeules de aluminto,

6. Monte los efpsulas sobre las bases do eluntnio y cuente en un-contador Geiger.

PART TIT + EB vaporactén de soluctén

2, Teanofiera 25 lenbdas de le solucién de I-31 a cada una de tres bases de polfestireno montedas on soporte de aluninio,

2, Seque os mucstras bajo 1a 1émpara,

3. Cura les muestras con celofin,

1, Cuente las mucstras en el Contator Geiger

Sratemfente de los datos:

Para ceda grupo de mucstras determine,

LS EL pronedio aritadtico, F

2, La dvovieetéa standard del pronedio, $\sigma =$

---Page Break---

Experixento iin. -3-

3. eh intervato F 4 295 wi aus contajes caen dentro de este intervalo, las etter.

cis observadas entre ellos no son atgnificativas;

4, Le dvoicctén standard de le diferencia,

vate

doule , ¥ ¢, son los contajes cbtenidos para mucstras duplicaas.

(2artes l y Tt, Bp. 4)

5. elvalor de zc, - cy 5 siz 21496 1a diferencia entre los

Pye

Guplicados ea significativa al Sf.

---Page Break---

EXPERDENTO WO. 5

DBIERMTNACEOH DEL PERTODO DE SEMEDESINTEGRACION DE T-252

jerive

1. determinar el periodo de semidesintegración de un radionucleido $4e$

media vida relativamente corta,

2, Estandarizarse con el uso de una referencia para normalizar contajes,

Procedimiento:

2, Determine el contaje ambiental.

2, cuenta la muestra de ^{151}Eu en un Contador Geiger

3. En función similar cuente la muestra de referencia usarse, RADEP.

1k, Anote la fecha en que hizo estas medidas,

Se repita los pasos del 2 al 3 repetidamente por un periodo de dos o tres

genanas, usando siempre las nismas mestras y las misuse condiciones

Anotrumentales.

?Featentento de ot experinentales.

Ly Cerrija todes Los contajes por efecto enbiental.

2, determine el procedio y 1a rafs cusdrada del pronedio (\$) de 10s contajes
ae Ls referencia.

3, Corrije todos 10s contajes de 1a muestra de T-151 que correspondan ®
contajes de a referencia que exhiben una desvisciée mayor de 28 con
respecte al pronedio, segin esté explicado en ia pagina 8 Cap, Ty

Manel de Laboratoriyo

tave « arétton cpm de 1-151 va. tiepo transcurrido en papel sei
aggerftaiac, representando oe contajes én el ee logarfteico, Barese
?et theapo en 4faa, tomando couo tiempo cero el afa que comensé La
deteminscién,

5, De te grética dedusce el intervalo de thespe (éfas) neceserto pare

pedudir cualquier contaje a 1a mitad de su valor

de Teds

ta ee le media vide

---Page Break---

EAREMAEIIO

AIMLIST? PRATHER

Deveminar el aleance nixino © 1a energfa mévina de un enisor beta por el

nétodo de Feather,

Procediniente:

Ly Detemine el contaje ambiental.

2, Coloque 1a muestra del eniscr beta deseenceido en le segunda posicién

Gel contator Geiger, y el anillo pldstice quo se encuentra en la caja

4e absorbentes de aluminio, en a prisera posici3n, Cuente 1a muestra

+ Hupita el peso anterior usunto ubsorbentes de alunio de diferente
esresor, pasando en orden dced> loa m3s finos hasta los mie grucos,
sin nover la mestra de su posici3n original, Continde las determina-
clones de contaje hasta Legar al deble del contaje ambiental o hasta

Leger a un contaje que se mantenge ngs 0 menos constante,

A, Ropite,

Os pasos 2 y 3, usando 1a muestra de referencia (RADEF). En

» contin3e las deterinaciones de contajes haste llegar al

Goble det centage axbiental.

siento de los gatos exporinentales

1, Gorrija cada une de los contajes cbtenides per efecto ambiental.

2. Determine 1a correcei3n debido @ absorei3n 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.

Explicar la distancia por la densidad de aire a condiciones

normales?)

») La cubierta de la muestra es de celofán y tiene una densidad

de 3.1 g/cm^3 . Para cualquier otro material de densidad ~

---Page Break---

Experimento no. 2

3

Calcular la densidad de la muestra a partir de la densidad del material de referencia

y determinar el peso del material de referencia

cc) la densidad-espesor de 2a ventanu del detector se lo proveeré el Anctuctor, Este dave aparece identificado en cada tubo detector

4) suse los valores Halledcs en a, by cy Beta es 1a correceián por ventana, cubserta y aire quo deberd susar a cada uno de los espesores Ge los absorbentes de eliminio usados, Bate suma representa en cada caso Ja densidad espesor total cosrespendtente a todo el material externa a ta muestra,

Curva de transuisión pera RabRY - Lieve a gráfica crm vs, densided- eoposor yotal en papel senilecarttzico, representando les contajes en ol eje Logaritmice.

beteminaeién de Ag para SuDEF - Extrapole a absorbente total cero siguiendo 1a poreián recta de 1a curva de transmisién entre 15 y 25 na/en?,

Cotenga de 1a curva de tranonsián de RADEF, el contaje que corresponde cade fraccién (0.1, 042, C.3, etc.) del aleance maxino de ReDF cuyo valor es 476 ue/en®, tistos contajes serán identificados cone

Nay hey Ayy ober

Coeficiente de transmisión (C.t.) = Divida cada uno de 10s contajes

utenidor en el pouo anterior entre el contaje con sbsorbente total

cero; esto es, (Ce

di z (Cate)y = ® ete.

carve de trensnisién para ol. enisor beta desconocido ~ Prepare la gráfica

en forma similar a la de RaDaP (Paso Nin. 3).

a) St ou desconccido es un enigor fy (se observa una constancia

fen ?1 contaje al final de 1a curva) debe restar 18 contribuciéa

?gune antes de ceguir adelante (pag. 21, Cap. IV, Manual de Laboratorio).

---Page Break---

?Experimento No, 6 -5-

2) Si te curva de transición del desconocido czhthe uno o más

Puntos de inflexión resuélvela en sus componentes (pp. 22-23,

Cap. IV, Manual de Laboratorio) y considere cada uno de ellos

or separado,

8, Determinación de A_y para el desconocido - Extiende a absorbente

total como siguiendo la tendencia normal que lleva la curva,

Multiplica cada coeficiente de transmisión hallado en el paso 6

Por $61 A_g$ del desconocido; esto te dará una serie de contejes,

Aplica A_y etc. para el desconocido,

30, Obtenga de la curva de transmisión del desconocido la densidad-

espesor correspondiente a cada uno de los contejes obtenidos

En el paso anterior, Estos son las fracciones del alcance aéreo

Gel desconocidos OR, 0.28, 0.3R, etc.

22, Divida cada una de las fracciones de alcance entre la fracción

correspondiente, lo cual resultará en una serie de valores para

el alcance nético (R) del ensor beta desconscide,

32, Lleve o grética en papel lineal R vs. tracetén correspondiente (0.2, 0.2, 0.5, etc). Extrapole a unidad eiguiendo 1a tendencia normal de 2a curva, éste serd el valor más confiable para el alcance néicino,

+ Determine la energfe máxima del desconccido, Si el alcance mixino 8 menor de 300 no/ex® use 1a grética de encrpla ve. alcance, Apéndice Ty Si el sleance es mayor de 300 mg/en® use 1a siguiente relación:

$$B = 0,505 E - 0.153 \text{ (R en g/en® y E en Nev)}$$

2h, Recopilación de datos:

---Page Break---

---Page Break---

EAPERDEATO

DECERAAACLOM DSL ESFESOR KEMTRADVOTOR DE UN EMISGR GAMA

Soyerivos

Ly Detemsinar el espesor hemireductor de ϕ o-60.

. Pesiliarizarse con un

odo Je determinar sproximadanente 1

energfa de una enisign gana,

Ls Cologue «. absorbente ée pleno mis fino en 1a primera postetén del
contador Geiger y luego 1a nuestra de Co-60, eerie G, en 1a segunda,

posición, Cuente la euestra por un minuto,

>

Repita usando absorbentes de plomo de espesores mayores, sin mover

La muestra de ^{60}Co de su posición,

3, Cuente 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 milimetrado (gráfico cpm vs. espesor de absorbentes de plomo en A veces de pulgada, representando el conteo en el eje vertical).

5, Dibuje 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

etc. Este es el espesor reductor.

5. Represente el espesor reductor en g/cm^2 , La densidad de plomo

es 11.3 g/cm^3 ,

G, Determine la eficiencia de la emisión gamma de 1a muestra de Co-60 usando el valor obtenido para el espesor hemireductor y la gráfica de energía

ve. espesor hemireductor, Apéndice TZ.

---Page Break---

EXPERIMENTO No, 6

MEDIDAS DE EFICIENCIA GAMA

EL Espectrometro)

Objetivos

1. Familiarizarse con el espectrometro monoespectral.

Registrar espectros de absorción para.

Registrar energías de emisiones gamma.

son

FARTS 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 1a referencia de energía mayor, Zn \odot , en el pozo del detector.

Lu, 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 1a ganancia (fino y grueso) en sus valores mínimos,

c) Ponga \odot contar el instrumento por tres o cuatro minutos, tiempo suficiente para hacer 1a siguiente regulación de la ganancia:

Regule el control fino de 1a ganancia desde el valor mínimo hasta

el máximo observando la rapidez de recuento, Si necesario

repita esta operación para las otras posiciones del control

regule hasta disminuir el primer pico en la rapidez de recuento.

---Page Break---

Experimento 6

La Vegada a ese ndxino determina las posiciones convenientes de los controles de la ganancia. Estas posiciones no deberán

Alterarse durante el resto de la determinación,

5. Cuente la muestra de Zn-65 por un minuto a distintos umbrales cubriendo solamente la región del totopleo. Varíe el umbral por incrementos

de 10 unidades en determinaciones consecutivas ya que en este ins-

trumento 10 unidades de umbral corresponden a 100 unidades de ventana,

6, Coloque la referencia de energía menor, Cs

^{137}Cs , en el poro del de-

tector,

¿Ts 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 (#) 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 luego de incrementos de 10 unidades en el valor del umbral en determi-

Tratamiento de los datos experimentales

L. ¿Presente los datos obtenidos para ^{137}Cs en papel semilogarítmico,

indicando los contejos en el eje Logarítmico y el umbral en el eje

Lineal, Determine el umbral que corresponde al máximo en el foto-

pita el paso anterior usando los datos obtenidos para Cs-137

---Page Break---

Experimento Wo, 8 -3-

5, Gráfica de calibración - Mueva a gráfica en papel Lineal el umbral obtenido en cada caso vs, la energía correspondiente

a la energía,

Energía y de Cs-137 = 0.67 MeV

Energía 7 de Bn-65 = 0.12 MeV

4, Espectro gamma de la muestra desconocida - mueva a gráfica exponencial el umbral en papel semilogarítmico representando el conteo en el eje logarítmico.

50 Determine de la gráfica anterior el valor del umbral que

corresponde al niximo en cada fotopico presente.

6. Determine 12 energfa de cada enisién (fotopico) usando la

grética de calibractén,

---Page Break---

SXPERDENTO 10,

VALCHACTON DE Uh

/OLUCLON DE 1-152

Qjerve:

1, Faniliurizarse con las precaucioncs cbservarse al trabajar con una

fuelle radiactiva de rayos gunn de actividad relativemente alt

2, Caleular y evar a cabo 1a @ilución apropiada de una solucién

rediativa pare cbtener una rucstra que de un contaje conventente en
determinaio instruxento,

3, Mhustrar el uso de patrones dc referencia.

4, Determinar el rendimiento de conteo de una muestra en un contador Geiger en determinadas ocasiones.

5. Valorar una solución de ^{131}I 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 volúmenes, usando solución diluyente para yodo,

3, Prepare sobre poliestireno tres muestras similares de 25h 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---

Tretantento de los dav

Le

4

5.

t

santo Bia. 9 wee

jeptts eb cetudio de teansmleién usando una muestra valoreda de RaDEF,

1 pavedn do cofureneia,

curva de Transmisión - eje μ

absorbentes de aluminio en papel simlogarfmico, indicante los conteos

en el eje Logarfmico,

corrección para Absorción debido a Material Externo, Determine La densidad-espesor total entre muestra y detector (cubierta de 1a muestra, columna de aire y ventana de detector).

Determinación de A_0

En el caso de 1-152, extrapole a absorbente como

siguiendo la tendencia normal de la curva, en el caso de RaDEF, extraer

potente siguiendo la porción recta de la curva entre 5 y 15 μ de

absorbente residual,

Rendimiento de contaje - Calcule para RADE 1a razón entre 1e actividad aparente (ic) y 1a actividad verdadera, Beto corresponde @ la eficiencia global del sistema @ las condiciones bajo las cuales se está haciendo a conparaciéns

?actividad espectral de Le solución final de 1-151 - Haciendo uso del rendimiento de contaje, calcule 1a actividad de 1a muestra de 1-151, pida ese valor por el volumen de solución usado (25).

Actividad específica de 1a solución original de I-51 - Multiplique Por ct factor de dilución el valor hallado en ?2 paso anterior,

Actividad espectral de 1a solución original a las 6:00 A.M, del día ?en que se hizo «2 exbarque ~ haga corrección por el decaimiento de T-181 debido al tiempo transcurrido entre 2a fecha del embarque y 18

fecha de 1a valoración, haciendo uso de 1s siguiente fórmula:

gt ho 67 29

---Page Break---

eunac¥0 wea, 10

VALORACION Uti URA SOLUCION DE C-24

1, Eetutlar ios premeras selacionados con 1a valoraeiéa de Carbono-14.

2, Tiustar a correcesén de medidas experinentales por autosbsoretén.

3, Detersinar 1a ectividad espectfica de una eoluetén de Carbenoth,

?usando una referencia del misno radioisstopo.

Procodiz:icnte:

2, Segue 1us dos hojas de papel de filtro, cada una dentro de una cépsule de aluninio y luego péselas 0 décimas de miligrano.

ey Al

a ge 102 ed, de una solueién do BeClg a 1 ml de 2e scluctén

corvonatada de actividad conceide en un vaso pequelioy Agite y Filtre

1 cistena recostende cunmtstativazente el precipitado en uno de los

f3ttros previmente pesados.

3, Repita e2 paso anterior usando 1a soluetén carbonatada de actividad

gesceneeida. Dee el precptitado en contacto con Le solucién eproxinater

mente G1 nismo ticnpo que en 1a prinera preeipitasiéa.

coloque los cos filtros con Loe precipitados (dentro de Les capsules

4o aiusinio) bajo la Lémpara a una distancia conveniente para que éstos
ee sequen lontanente,

Pese orbas micstras (dentro de las cfpeulas de eluxinto) a déctnas de

niligranc.

Vuelva a cecar y a posar lus muestras hasta que su peso soa constante

(4 0.2 needs

Monte 1as cépowles sobre coporte: de aliminto y cuente las muestras

bajo condiciones similares en un detector Geiger.

8, Corrie en ambos casos el contaje por el efecto de autosbsoreién

---Page Break---

Testustunte do tog

Ls Corrección per autoabsorción. ~ Veá pias

2, hotivi tui eopéeffica de 1a solución deseñoeida de Carbono-11b, Puede

ae La sigutente relación:

---Page Break---

EXFERDGNT0 MM, 22

NETODOS DE SEPARACTON QUDILCA

ajerivos

A, Estudiar varios métodos de separación química,

a) Intercambio iónico

2) coprecipitación

c) extracción

Determinar la efectividad de 2a separación en cada uno de 108 casos estudiados.

Procedimiento:

PARTE A - Separación de níquel y cobalto por intercambio iónico.

1. Suspender 2a resina en agua destilada y transferir a una columna apropiada.

La columna debe tener un pedazo pequeño de algodón C de lana de vidrio en la parte inferior para impedir el deslizamiento de la resina, No llenar la columna a capacidad, sino hasta $\frac{3}{4}$ de su volumen, Cuidarse de que no quede aire atrapado,

2. Si la resina no ha sido tratada con HCL, pasar a columna varios mililitros

de HCL, 10% y descartar el efluente

3. con un gotero capilar remueva 1a solución que pueda quedar sobre 1a resina,

1, cada 25 lasbdus de 2a coluccion a analizar directamente sobre la resina.

5. Eluya con HI, 10H, gota a gota, y pruebe el efluente para la presencia

de n{quel en la forma siguiente: Recoja cada gota del efluente en un

spot plate? con depresiones muerades y cada a cada muestra dos gotas

de dinetigicaina y 5 gotas de Mi,OH concentrado, Observe en qué

depresiones se obtiene una prueba positiva para n{quel. Coatinge eluent

hasta que 1a gota de efluente de una prueba negativa pare n{quel.

6, Con un gotero capilar remueva 1a solución que pueda quedar sobre la resina,

7. Bluya el ecualto con agua, Recoja cada gota del efluente en un retetal de

reloj distinto y numerado que ha sido contado previamente en un Contador

Geiger, Seque las muestras bajo 1a ldspara y cuente en el mismo contador.

---Page Break---

Experimento Nin,

PARTE B - Coprecipitacion y extracción

41, cuente cada una de 16) edpeuas de vidrio a usarse en un Contador Getger

primero en sbsorbente y luego con un absorbente de Al de 3025 me/en?, Esta

será en corrección por efecto ambiental,

2, Transfiera 500 μ l de una solución de S-35 y P-32 a una ampolla de vidrio y seque esta muestra bajo el Ld para, Sea muestra control usada como referencia de 1a cantidad total de S-35 y P-32 presente en 500 μ l de 2a solución,

3, Transfiera 500 μ l de 1a solución de S-35 y P-32 a un tubo de centrifuga de 15 ml. Esta es la muestra donde se va a efectuar 1a separación,

4, Añada a 1a solución en el tubo de centrifuga una gota de FeCl_3 .

5. Añada « este volumen suficiente NaOH concentrado para precipitar todo el Fe^{3+} como $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Deje 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. Añada @ 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 ebullición 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 5N, combine las dos soluciones y añada suficiente NaOH concentrado para reprecipitar todo.

Transfiera el líquido sobre el precipitado @ una ebullición de vidrio y aque bajo la Lámpara, Este es el líquido IZ,

Disuelva el precipitado de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ en 500 mL de HCl 10M, y añada al

---Page Break---

Experimento iii, 11 -3-

sistema 500 mL de termostato saturado con HCl , Agite bien

Y espere a que las dos fases inmiscibles se separen, Transfiera le

capa de éter a una cápsula de vidrio, Bfetie un total de tres extracciones con éter combinando las proporciones de éter en la misma cápsula

de viario, Seque la muestra ?

22, Transfiera la capa de agua a una cápsula de vidrio y seque,

23. Cuente todas las muestras: referencia, Mquido T, 1{quido IT, capa de éter y capa de agua en un contador Geiger, primero en absorbeate y

dego con un absorbente de alucinic de 30% Sue/on®.

Tratamiento de Los deter:

Parte A

Corrisa cada uno de Los contajes por recuento ambiental y Meve a grética contaje contra número de gota en papel Lineal.

Parte B

EL contaje sin absorbente representa el contenido de azufre y Before; y el contaje con el adsorbente de 30 ne/cc® representa el contenido de fészor0 de cada muestra,

Recopile los datos en la tabla adjunta y haz el balance de acuerdo con la referencia, después de haber corregido cada conteo por el recuento ambiental,

Recopilación de datos y balance

Referencia: e/air sin título -

PAS? mde 8-35,

200% F3e.

100% S-35

c/min con Filtro ~

Referencia «

---Page Break---

Experimento tin,

ee

psa t efin | \$8635

+ recobrado | 5-35 | Fecobrado

ae A

Cope de ever

Capa de agua

---Page Break---

SKPERIENTC MM, 12

DILUCION ISOTOPECA

eojettve:

Trabaja los principios del método de análisis cuantitativo gravimétrico.
técnica.

Procedimiento:

2) Marque debidamente los recipientes de metal, péselos a decimas a 6 dígitos, y cuéntenlos en un contador Geiger usando un absorbente de AL de 300 mg/cm² aproximadamente (contaje ambiental).

2) Transfiera 1 ml de la solución de Mercurio radiactivo ("spite", 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 mercurio radiactivo ("spite") y 5 ml de agua a otro tubo de centrifuga de 25 ml.

4) Añada 0.5 ml de agua a cada tubo de centrifuga. Agite 8 veces, agitando y dejando asentar el líquido entre gota y gota hasta que cada gota no se mueva más precipitado, aseguran 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 añadió

de 12 gotas de 10H, centrifugue y descarte el líquido de lavados

6) Transfiere la mayor parte de cada precipitado a los dos receptáculos de
etapa previamente pesados

1) Seque extensamente los precipitados bajo la lámpara. No acerque a
limpiar de inmediato al lado para evitar que partículas de ate salten fuera
de los recipientes

8) Pese cada muestra a décimas de miligramos y repita los pasos 7 y 8

hasta llevar cada muestra 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

leada en la detección del conteo ambiental.

---Page Break---

Experimento Win. 12

otomente 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

1g Fe/al usando la fórmula:

S_o = actividad específica de solución conocida (?spike?)

actividad específica de solución desconocida,

concentración en mg/l de solución conocida ("spike")

V_o = volumen de ?probe? # 0,200 ml

V_x = volumen de solución desconocida * 1 ml

concentración en ng/ml de solución desconocida,

concentración en ng/ml de solución desconocida,

---Page Break---

EXPERIMENT UM, 23

USO DE DVERCMGTO DE ISOTORGS BY ESTUDICS CRIETICOS

Onyertvoe:

Ly Denostrar 1a existencia de reacciones de intercambio

2, Tiustrar el uso de un radionucleido en la determinación de mecanismo y rapidez de una reacción,

3, Botudier ?1 intercambio del yodo (I-131) con el yodo en yoduro

4e butte normal.

2, Rote debicanente cata recepticulo plastico Ay Agy Ay vesetee pare

das muestras de 14 capa acuosns By, Byy Byeeeeete. pare las muestra

» 5

de a capa orgénica (benceno).

2. Cuente en un Contador Geiger cada uno de los receptáculos plásticos

Anterponiendo entre éste y el detector un absorbente de Al de 600

na/en? aproximadamente.

3. Coloque el frasco con Haz (0.05 M en acetona), y el frasco con n-Bul

(nncytigE 0.08 en acetona), en el baño a temperatura constante,

1, Coloque también en el ballo el matraz aforado de 5 ml (vacío).

5. Coloque cinco matraces 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 @ la temperatura del baño, añada al matraz

de 5 ml que se colocó en el baño los siguientes reactivos: 1 ml de

Na en acetona 1.1 ml de n-Bul y 100A de solución de T-252 (Wal*).

Centerce a tonar el tiempo al añadir el tercer reactivo, Este es

1 contenedor de 1a reacción de intercambio, Agite el sistema (por

rotación) durante un minuto más o menos.

Jo Tome un total de 5 muestras del sistema, anotando el tiempo en que

---Page Break---

Experimento Ns, 23 -2-

tena 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

alta y 15 minutos para el experimento a temperatura baja).

Se trabajará con cada muestra con igual fuerza, según se explica a

continuación.

8, Transfiera 100 ml del sistema de la reacción a uno de los matraces

enfriados en el vaso con hielo y agite por uno o dos minutos,

Dé oportunidad, sin perturbar el sistema, a que ocurra una buena

separación entre las dos capas.

9. Transfiera 50 ml de la capa de benceno al recipiente plástico y tape

Sete inmediatamente, Remueva el resto de la capa de benceno con un

rotámetro en una cápsula de aluminio,

copie: y descarte

No se agite en el proceso renueve también un poco de la capa acuosa,

El benceno contiene el n-Bu,

20, Transfiera 500 de la capa acuosa = otro recipiente plástico y tape

el mismo,

2, Cuente en el Contador Geiger ambas porciones usando el filtro de

Al de 600 ng/ex[®],

anote de los datos:

2s Corrija cada uno de los conteos obtenidos en la siguiente forma:

(cpm corregido) = (cpm recipiente con muestra - cpm recipiente 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 en capa acuosa

Actividad total * 20°

---Page Break---

Experimento Nis, 13 ?3.

Bs (y= yea) env -

te 50 4 cada uno de los valores obtenidos en el *

paso anterior

El valor para y_{eq} en este experimento es 50%, ya

que las concentraciones molares de la especie orgánica y la

especie

anorgánica son iguales ($a = b$). ($y \sim y_{eq}$) representa lo que falta

para llegar @ equilibrio.

eve @ gráfica ($y - y_{0q}$) vs tiempo en papel semilogarítmico indicando
el tiempo en el eje lineal,

5, t_{Meap} medio de la reacción ($t_{y/2}$) - De la gráfica determine el

tengo necesario para reductr a la nit

un valor de $(y \sim y_{eq})$ en

particular.

Byenplo:

ys ves

a

tiempo

Energfa de activaci3n para 1a reacci3n (@B) ~ De 10s valores

obtenidos pare t_y/p a lec dos tenperaturas enpleadas calewe 4 E

haciendo uso de 1a ecusci3n:

AXE = 2503 RET. (t/a

teh fee

---Page Break---

Wjetivee

Ly Pantlarizarse con iru téonicas de vtivasién con neutrones

yal en le Adenticactén y

2, Femttiarizerse « 3m

determinact a cuantitetiva de Joe componentes de una muestra.

Procedimiento,

1, Prepare por separado en 1a balanza analítica dos muestras que contienen

el elemento indio.

2. Coloque las muestras en la fuente de neutrones de tal manera que

exhiban el mismo flujo de neutrones:

3, Radie las muestras durante 100 minutos, Anote la hora exacta en que comenzó y terminó la irradiación,

y Determine el espectro diferencial de cada una de las muestras

en el Analizador de 1100 canales, Anote la hora en que hace cada

determinación.

5, Determine el espectro integral gamma de una de las muestras (muestra No. 1)

Conte 15 minutos en el canalizador de 100 canales hasta completar el conteo

de la muestra en el espectro.

6. Conte la otra muestra de indio. (muestras No, 2) en el detector Geiger

cada 10 minutos hasta completar de 8 a 10 conteos. Anote 1 hora

exacta en que hizo cada determinación de conteos

Tratamiento de los datos obtenidos,

1. Haga un gráfico en proyección semi-logarítmica del espectro diferencial de

una de las muestras de indio.

vesente Lae cuentas en el eje

dogarfnico y ei nfsevo asa eons) 0 cacreta on el eje Lineal.

2, Determine 1a enero?

lec=nte y compare anbos espectroe

Aiferencteles,

---Page Break---

Experinento ilo, Uh -2-

5. Detemine lor ifnites de cada fotopico en el espectre diferencial;

eato ec, Los canales inclufdos en 1a región de cade fotopico.

ky sande los Lfnites obtenides en el paso anterior detersine el ninero

total de cuentas que cae dentro de 1a región de cada fotopico en ϕ ?

priner espectro intogral,

5. Repita el paso anterior en todos los espectros integrates cbtenidos.

6. Haga una gráfica en papel cenilogarftmice de niinero total de cuentas vo, tieapo (uinatos) para un fotopico en particular, y deduzce ta uedic

vide para esta enisién gana,

Repita el paso anterior pare cada uno de 10s fotopicos obtenide

conpare lac medias vidas de todos los fotepicos entre sf, y deterine ct Gstos pertenecen al misno radionucleido 0 a radionucleidos diferentes.

8, Lieve a gritica en papel seniilogarftmico 1a infomación cbtentda en 1 detector Geigers esto es, crm ve. tiempo, Determine 1a (6) acdia vida (+) de tetas.

9s Cenpare 1as medias vidas de betas y ganas, y determine cul 0 cuater

pertenecen al mismo radicnuclesdo,

10. Asuniendo que le muestra lio, 1 5 un standard que contiene 99% indic, aetersine Le cantidad de indio presente en la nuestra No, 2, Vea

---Page Break---

EXPERDIENTO NO. 15

PECORTIMENACTOR

dyetives

1, Pan{liarizarse con les técnicas ordinarias de detección de contaminae

chény

2, Aplicar los principios de decontarinación de uso general en os

Anboratorics de radotssstopos.

3, Aprender a usar algunos inetrunentos de reconcciniento,

Procedini nto:

I, Detecetén de ta contaninación

4s) Haga una inspeceión general del drea de trabajo que 1e ba

sido asignate haciendo uao de un instrumento de reconccisiento, Marque

toda drea que exnida contaninaciéa.

b) Divide el drea total de trabajo cono se indica a continuactéa

y tone extendides ("smears") de cada una de las partes por separado.

A, metal frontal - parte iequierda

2, setai frontal = parse central

3, metal vrontal - parte derecna

A, pléstico - parte taquierda

5. pldstice

parte central,

6, plistico - parte derecha

7, bandeja - parte superior dzquierda

8, vandeja - parte eupertor derecha

vandesa,

parte inferior izquierda

bandeja - parte inferior derecha

ventana = parte izquierda

ventana + parte central

---Page Break---

25, ventana ~ parte derecha

ak, Llaves (aire, agua, gas, vacío) del lado izquierdo

15. Llaves (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 para lámpara infrarroja

20. reloj

21, escudo ("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 ratiots

?opos ~ tore

2. planes

3. centrifuge

?) Cuente cada una de las extendidas en un detector proporcional de flujo con 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 las áreas contaminadas con una solución diluida de Radlaewash,

2, Enjuague varias veces con agua y seque.

3. Vuelva a

tomar extendidos de estas áreas, De no haberse reducido

Si se observa contaminación bajo los límites permisibles deberá repetirse el procedimiento cuantas veces fuere necesario, Si no se observa contaminación apreciable después de varios Lavados consulte con

1 instructor para aplicar otros métodos.

---Page Break---

Apéndice I

(Oe: Radiological Health Handbook, 1960)

---Page Break---

Apéndice U1

[BSPESOR YSRCREIUCTOR VS, EIGERGIA PARA RAYOS GAMA

OW

Ov se of g2 og ol go 0

VI

\$I

?191

81

61

0%

2%

£e

- be

Peed Ig

24/6

---Page Break---

e932 | 0.85

0.923_| 0,90

---Page Break---