

## Respuestas a los problemas propuestos para el Tema 3 (Técnicas isotópicas)

A continuación se pone ayuda para resolver los problemas, y luego las respuestas.

### Ayuda para la resolución de los problemas

#### Problema 3-10 - Ayuda

Para el cálculo de la segunda pregunta se necesita el valor de masa molecular de un nucleótido:

adenina: 135	desoxiadenosina: 251	desoxiadenílico: 331
guanina: 151	desoxiguanosina: 267	desoxiguanílico: 347
timina: 126	desoxitimidina: 242	desoxitimidílico: 322
citosa: 111	desoxicitidina: 227	desoxicitidílico: 307
		masa media de un desoxinucleótido: 327
		masa media de un nucleótido formando parte de un DNA: $327 \cdot 18 = 309$
		masa media de un par de bases: $309 \cdot 2 = 618$

Por lo tanto, una molécula de DNA de 25 Mpb tiene:  $25 \times 10^6 / 618 = 40450$  pb

A partir de ahí se calcula el número de timinas.

#### Problema 3-12 - Ayuda

Piensa en qué otras moléculas pueden resultar marcadas.

#### Problema 3-18 - Ayuda

Un proceso de desintegración radiactiva debe seguir la ecuación  $N = N_0 \exp(-\lambda t)$ , o  $dN/dt = -\lambda N$ . Se ha medido la radiactividad (cpm), que corresponde a  $-dN/dt$ , es decir, debe seguir la ecuación  $A = \lambda N_0 \exp(-\lambda t)$ .

Para obtener el valor de la constante de desintegración  $\lambda$  debemos ajustar los datos a esta ecuación: lo mejor es por regresión no lineal; en su defecto, tomando logaritmos:  $\ln(A) = \ln(\lambda N_0) - \lambda t$  obtenemos una recta, que se puede ajustar por mínimos cuadrados, cuya pendiente es  $-\lambda$ .

El tiempo de semidesintegración se relaciona con la constante de desintegración por:  $t_{1/2} = \ln 2 / \lambda$

#### Cálculo de actividad específica máxima (Problemas 3-20, 3-21 y 3-22)

La "actividad específica máxima" es la actividad específica (es decir, actividad o velocidad de desintegración, por unidad de masa o por mol) que hay cuando todos los átomos aludidos están como su isótopo radiactivo.

Por ejemplo:

- Para la glucosa marcada con  $^{14}\text{C}$  en el C-1 ( $[1-^{14}\text{C}]$ glucosa), cuando el átomo de C de la posición 1 sea  $^{14}\text{C}$  en todas las moléculas de glucosa .
- Para la  $[^{14}\text{C}]$ glucosa, cuando todos los átomos de C de todas las moléculas de glucosa sean  $^{14}\text{C}$ .

#### Problema 3-23 - Ayuda

El volumen de sangre del organismo se determina a través del cálculo de la dilución.

#### Problema 3-24 - Ayuda

Si el DNA se ha marcado uniformemente, quiere decir que cualquier región de la molécula tendrá sus residuos de adenosina marcados en igual medida. Las endonucleasas producen un fragmento de la molécula, cuya composición se indica. Ésta nos indica el número de adenosinas y, por tanto, la radiactividad.

### Problema 3-25 - Ayuda

El adjetivo "frío" se usa, en el contexto del marcaje radiactivo, para indicar el compuesto que no está marcado.

### Problema 3-26 - Ayuda

Aplicar al proceso de mezcla los balances de masa y de radiactividad.

### Problema 3-27 - Ayuda

a) Los signos (+) y (-) se utilizan para designar las hebras complementarias (respectivamente, *hebra con sentido* y *hebra antisentido*). En nuestro caso, basta saber que la hebra que sintetiza la DNAPol es complementaria a la de partida, y por tanto tendrá A donde hubiera T, T donde hubiera A, C donde hubiera G y G donde hubiera C. La RNAPol sintetizará una hebra de RNA con A donde hubiera T, U donde hubiera A, C donde hubiera G y G donde hubiera C:

DNA (+)	A	G	C	T
DNA(-)	T	C	G	A
RNA(+)	A	G	C	U

b) Se necesita la masa molecular del CTP. La citidina tiene 227, el ácido citidílico o CMP tiene 307, cada fosfato añadido supone 80 (véase la ayuda de la pregunta 3-10); por lo tanto, el CTP tiene  $307 + 80 + 80 = 467$ .

## Respuestas completas

### Problema 3-10

a)

1 mmol equivale a  $6.023 \cdot 10^{20}$  moléculas =  $6.023 \cdot 10^{20}$  grupos metilo

$6 \text{ Ci} = 6 \times 2.22 \cdot 10^{12} \text{ dpm}$

$t_{1/2}({}^3\text{H}) = 12.3 \text{ años}$ ,  $\lambda = \ln 2 / 12.3 \text{ años}$

Radiactividad =  $-dN / dt = 6 \times 2.22 \cdot 10^{12} \text{ dpm} = \ln 2 / 12.3 \text{ años} \times 6.023 \cdot 10^{20} \times f$

$$f = \frac{12.3 \times 635.25 \times 24 \times 60 \text{ min} \times 6.023 \cdot 10^{20} \text{ mmol}^{-1}}{\ln 2 \times 6 \times 2.22 \cdot 10^{12} \text{ dpm/mmole}}$$

$f = 0.206$  es decir, el 20.6% de las moléculas son radiactivas ( ${}^3\text{H}$ ).

b)

(léase la ayuda de arriba)

Por lo tanto, una molécula de DNA de 25 Mb tiene:  $25 \times 10^6 / 618 = 40450 \text{ pb}$

A partir de ahí se calcula el número de timinas:  $40450 / 2 = 20224$

(pues la mitad de los pares de bases son AT, y por cada uno de ellos hay una timina)

De las cuales el 20.6% son radiactivas:  $10112 \times 0.206 = 2083$  átomos de  ${}^3\text{H}$  por molécula de DNA

c)

$$\text{Actividad} = \lambda N = \frac{\ln 2}{12.3 \times 365.25 \times 24 \times 60 \text{ min}} \times 2083 \times \frac{6.023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times m_{\text{DNA}}}{25 \cdot 10^6 \text{ g/mol}}$$

luego  $m_{\text{DNA}} = 1.29 \cdot 10^{-13} \text{ g/min} \times A$

$$A = \frac{1000 \text{ cpm}}{52 \text{ cpm} / 100 \text{ dpm}} = 1923 \text{ dpm, por tanto } m_{\text{DNA}} = 2.48 \cdot 10^{-10} \text{ g} = 0.248 \text{ ng} = 248 \text{ pg}$$

### Problema 3-11

Aquéllos cuyos espectros de emisión se solapan menos:  $^3\text{H}$  y  $^{32}\text{P}$ .

### Problema 3-12

La timidina sólo se incorpora al DNA, mientras que el fosfato se incorporará también a RNA, fosfoproteínas y fosfolípidos. Por ello, es preferible la timidina, por ser más específica, independientemente del isótopo.

### Problema 3-13

$$\frac{\text{cpm } ^3\text{H} \}_A}{\text{cpm } ^3\text{H} \}_B} = 1000 \qquad \frac{\text{cpm } ^{14}\text{C} \}_A}{\text{cpm } ^{14}\text{C} \}_B} = 0.2$$

$$\text{cpm} \}_A = 1450$$

$$\text{cpm} \}_B = 1620 \text{ suman } 3070 \text{ cpm}$$

$^3\text{H}$  en B es  $0.001 = 0.1\%$  del  $^3\text{H}$  total: despreciable (el máximo sería de  $0.001 \times 1450 = 1.4$  cpm)

Por tanto,  $\text{cpm } ^3\text{H} \}_B \approx 0$ , y  $\text{cpm } ^{14}\text{C} \}_B = 1620$

$$\text{cpm } ^{14}\text{C} \}_A = 0.2 \times 1620 = 324 \text{ y la suma } \text{cpm } ^{14}\text{C} \}_{A+B} = 1944$$

$$\text{cpm } ^3\text{H} \}_A = 1450 - 324 = 1126$$

$$\text{cpm } ^3\text{H} \}_B = 676 / 1000 \approx 0 \text{ en efecto y la suma } \text{cpm } ^3\text{H} \}_{A+B} = 1126$$

Verificamos la suma  $^3\text{H} + \text{cpm } ^{14}\text{C} = 1944 + 1126 = 3070$  correcto

Respuesta: la relación tritio/carbono-14 es de  $1126/1944 = 0.58$

### Problema 3-14

a) Para una relación tritio/carbono-14 de 0.58:

$$\frac{0.58 \text{ cpm } ^3\text{H}}{1 \text{ cpm } ^{14}\text{C}} \times \frac{100 \text{ dpm } ^3\text{H}}{25 \text{ cpm } ^3\text{H}} \times \frac{82 \text{ cpm } ^{14}\text{C}}{100 \text{ dpm } ^{14}\text{C}} = 1.90 \quad \frac{\text{dpm } ^3\text{H}}{\text{dpm } ^{14}\text{C}} = 1.90 \quad \frac{\text{Ci } ^3\text{H}}{\text{Ci } ^{14}\text{C}}$$

$$1.90 \frac{\text{Ci } ^3\text{H}}{\text{Ci } ^{14}\text{C}} \times \frac{\text{mmol T}}{6 \text{ Ci } ^3\text{H}} \times \frac{0.5 \text{ Ci } ^{14}\text{C}}{\text{mmol U}} = 0.158 \frac{\text{mol T}}{\text{mol U}}$$

b)  
 Un DNA con un 43% de G+C tiene un  $(100-43)/2 = 28.5\%$  de T. Es decir, hay 28.5 moles de T por cada 100 moles de nucleótidos.

La actividad de  $^3\text{H}$  era 1126 cpm, con lo cual:

$$1126 \text{ cpm} \times \frac{100 \text{ dpm}}{25 \text{ cpm}} \times \frac{1 \text{ Ci}}{2.22 \cdot 10^{12} \text{ dpm}} \times \frac{\text{mmol T}}{6 \text{ Ci}} \times \frac{100 \text{ mmol (nt DNA)}}{28.5 \text{ mmol T}} =$$

$$= 1.19 \cdot 10^{-9} \text{ mmol} = 1.19 \text{ pmol de desoxirribonucleótidos}$$

Puesto que nos piden la masa de DNA, necesitamos la masa molecular media de un desoxirribonucleótido (véase la ayuda del problema 3-10), que es 309 y así calculamos:

$$1.19 \text{ pmol} \times 309 \text{ g/mol} = 368 \text{ pg de nucleótidos} = 368 \text{ pg de DNA} = 0.368 \text{ ng.}$$

En el RNA hay 28 moles de U por cada 100 moles de nucleótidos.

Similarmente, con las 1944 cpm de  $^{14}\text{C}$  :

$$1944 \text{ cpm} \times \frac{100 \text{ dpm}}{82 \text{ cpm}} \times \frac{1 \text{ Ci}}{2.22 \cdot 10^{12} \text{ dpm}} \times \frac{\text{mmol U}}{0.5 \text{ Ci}} \times \frac{100 \text{ mmol (nt DNA)}}{28 \text{ mmol T}} =$$

$$= 7.63 \cdot 10^{-9} \text{ mmol} = 7.63 \text{ pmol de ribonucleótidos}$$

La masa molecular media de un ribonucleótido es de  $309+16=325$ .

$$7.63 \text{ pmol} \times 325 \text{ g/mol} = 2480 \text{ pg de nucleótidos} = 2480 \text{ pg de RNA} = 2.48 \text{ ng}$$

### Problema 3-15

muestra	Geiger		Centelleo	
	señal	señal/ruido	señal	señal/ruido
75 dpm	$75 \times 0.22 = 16.5 \text{ cpm}$	$16.5/6 = 2.75$	$75 \times 0.72 = 54 \text{ cpm}$	$54/38 = 1.42$
100 dpm	$100 \times 0.22 = 22 \text{ cpm}$	$22/6 = 3.67$	$100 \times 0.72 = 72 \text{ cpm}$	$72/38 = 1.89$

A pesar de que el contador Geiger es menos eficaz (detecta menos cuentas), su relación señal/ruido es mejor, por lo que debe usarse éste.

### Problema 3-16

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = 0.0080 \text{ d}^{-1} \times \frac{1 \text{ d}}{24 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = 5.5 \cdot 10^{-6} \text{ min}^{-1}$$

### Problema 3-17

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = 0.048 \text{ d}^{-1} \times \frac{1 \text{ d}}{24 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = 3.3 \cdot 10^{-5} \text{ min}^{-1}$$

$$\text{"\% inicial que queda"} = \frac{N}{N_0} \times 100 = 100 \times e^{-\lambda t}$$

15 d	25 d	50 d
48.7%	30.1%	9.1%

### Problema 3-18

(léase la ayuda de arriba)

a) Representación directa de los datos y regresión no lineal:

Ecuación:  $Y = a \exp(-bX)$

$$a = 4281 = \lambda N_0$$

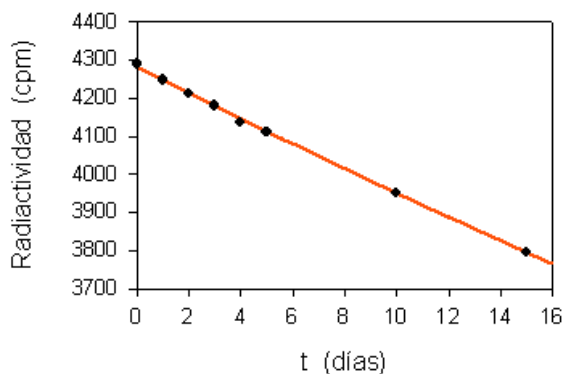
$$b = 0.008057 = \lambda$$

$$r^2 = 0.9990$$

$$\lambda = 0.00806 \text{ d}^{-1} = 8.06 \cdot 10^{-3} (\text{días})^{-1}$$

$$t_{1/2} = \ln 2 / \lambda = 86.0 \text{ días}$$

$$N_0 = 4281 / 0.00806 = 532000 = 5.32 \cdot 10^5 \text{ átomos de } ^{35}\text{S} \text{ iniciales}$$



b) Representación de los datos transformados matemáticamente y regresión lineal:

Ecuación:  $Y = a + b X$

$a = 8.362 = \ln(\lambda N_0)$

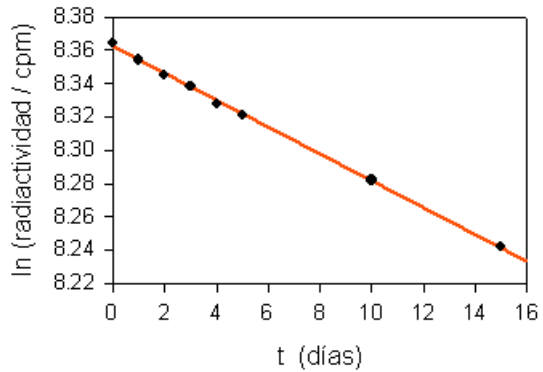
$b = -0.008047 = -\lambda$

$r^2 = 0.9991$

$\lambda = 0.00805 \text{ d}^{-1} = 8.05 \cdot 10^{-3} \text{ (días)}^{-1}$

$t_{1/2} = \ln 2 / \lambda = 86.1 \text{ días}$

$N_0 = \exp(8.362) / 0.00805 = 531832 = 5.32 \cdot 10^5 \text{ átomos de } ^{35}\text{S} \text{ iniciales}$



(nota: aunque las gráficas parecen iguales, esto sólo es así porque los datos corresponden al inicio de la curva de desintegración; si hubiese datos a tiempos mayores se apreciaría que la de arriba es una curva exponencial y la de abajo es una recta)

### Problema 3-19

$1 \text{ Ci} = 2.22 \cdot 10^{12} \text{ dpm}; t_{1/2} = 14.2 \text{ d}$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{14.2 \times 24 \times 60 \text{ min}}$$

$$\frac{-dN}{dt} = \lambda N \quad 2.22 \cdot 10^{12} \text{ min}^{-1} = \frac{\ln 2}{14.2 \times 24 \times 60 \text{ min}} \times N$$

$N = 6.55 \cdot 10^{16}$  átomos radiactivos que pesan 32 u.m.a. cada uno; en total:

$$\frac{6.55 \cdot 10^{16} \text{ át.} \times 32 \text{ g/mol}}{6.023 \cdot 10^{23} \text{ át./mol}} = 3.48 \cdot 10^{-6} \text{ g} = 3.48 \text{ } \mu\text{g} \text{ de átomos radiactivos}$$

(de los átomos de P no radiactivos no podemos afirmar nada, pues el dato de radiactividad no depende de ellos)

### Problema 3-20

El periodo de semidesintegración del  $^{14}\text{C}$  es de 5700 años =  
 $= 5700 \text{ a} \times 365.25 \text{ d/a} \times 24 \text{ h/d} \times 60 \text{ min/h} = 3.00 \cdot 10^9 \text{ min}$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{3.00 \cdot 10^9 \text{ min}} = 2.31 \cdot 10^{-10} \text{ min}^{-1}$$

La actividad del  $^{14}\text{C}$  es:

$$A = \frac{-dN}{dt} = \lambda N = 2.31 \cdot 10^{-10} \text{ min}^{-1} \times N = N \times 2.31 \cdot 10^{-10} \text{ dpm}$$

$$A = N \times 2.31 \cdot 10^{-10} \text{ dpm} \times \frac{1 \text{ Ci}}{2.22 \cdot 10^{12} \text{ dpm}} = N \times 1.04 \cdot 10^{-22} \text{ Ci}$$

La glucosa tiene 6 átomos de carbono. Si todos ellos fueran  $^{14}\text{C}$ , el número de átomos radiactivos en un mol de glucosa sería  $N = 6 \times 6.023 \cdot 10^{23}$ , con lo que la actividad específica máxima es

$$AE = 6 \times 6.023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 1.04 \cdot 10^{-22} \text{ Ci} = 376 \text{ Ci/mol}$$

Si la queremos por unidad de masa, usamos la masa molecular de la glucosa:

$$AE = (376 \text{ Ci/mol}) / (192 \text{ g/mol}) = 1.96 \text{ Ci/g}$$

### Problema 3-21

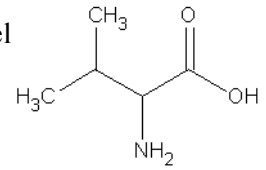
La actividad del  $^{14}\text{C}$  es:  $A = N \times 1.04 \cdot 10^{-22} \text{ Ci}$  (véase la respuesta al anterior).

La valina tiene 5 átomos de carbono y una masa molecular de 117. Si todos ellos fueran  $^{14}\text{C}$ , el número de átomos radiactivos en un mol de valina sería  $N = 5 \times 6.023 \cdot 10^{23}$ , con lo que la actividad específica máxima es

$$AE = 5 \times 6.023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 1.04 \cdot 10^{-22} \text{ Ci} = 313 \text{ Ci/mol}$$

Y por unidad de masa es:

$$AE = (313 \text{ Ci/mol}) / (117 \text{ g/mol}) = 2.67 \text{ Ci/g}$$



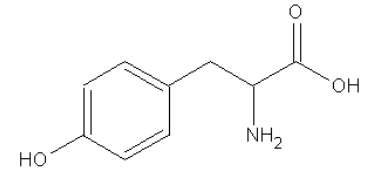
### Problema 3-22

(Respuesta simplificada; véanse los detalles en las respuestas de 22 y 23).

a) La actividad del  $^{14}\text{C}$  es:  $A = N \times 1.04 \cdot 10^{-22} \text{ Ci}$

La tirosina tiene 9 átomos de carbono y una masa molecular de 181. La actividad específica máxima será de

$$AE = 9 \times 6.023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times 1.04 \cdot 10^{-22} \text{ Ci} = 564 \text{ Ci/mol} = 0.564 \text{ Ci/mmol}$$



b)  $250 \text{ mCi/mmol} / 564 \text{ mCi/mmol} = 0.443 = 44.3\%$  de los átomos de C serán  $^{14}\text{C}$ .

### Problema 3-23

La actividad (concentración) se diluye en el volumen total de sangre:

$$A_i \times V_i = A_f \times V_f$$

$$1.77 \cdot 10^7 \text{ cpm/mL} \times 2 \text{ mL} = 1.5 \cdot 10^5 \text{ cpm/mL} \times (2 \text{ mL} + V)$$

$$V = 234 \text{ mL}$$

### Problema 3-24

La actividad del fragmento de DNA será de  $1 \text{ nCi}/\mu\text{mol}$  por cada residuo de A que contenga, es decir:

$$AE = 3 \text{ nCi}/\mu\text{mol} = 3 \text{ mCi/mol}$$

### Problema 3-25

(léase la ayuda de arriba)

disolución de partida marcada	disolución de partida fría	agua	disolución final
(1)	(2)	(3)	(4)
$V_1 = 1 \text{ mL}$ $AE_1 = 200 \text{ Ci/mol}$ $A_1 = 50 \mu\text{Ci}$	$V_2 \text{ mL}$ $C_2 = 5 \text{ mM}$	$V_3 \text{ mL}$	$V_4 = V_1 + V_2 + V_3$ $C_4 = 2 \text{ mM}$ $AE_4 = 5 \text{ Ci/mmol}$

Balance de materia:

$$C_1 V_1 + C_2 V_2 = C_4 V_4; 0.25 \text{ mM} \times 1 \text{ mL} + 5 \text{ mM} \times V_2 \text{ mL} = 2 \text{ mM} \times (1 + V_2 + V_3) \text{ mL}$$

Y balance de actividad:

$$A_1 + 0 + 0 = A_4; 50 \mu\text{ Ci} = AE_4 \times (0.25 \mu\text{ mol} + 5 \mu\text{ mol/mL} \times V_2 \text{ mL} + 0); V_2 = 1.95 \text{ mL}$$

Entre ambas:  $V_3 = 2.05 \text{ mL}$

Respuesta: se debe mezclar la uridina marcada (1 mL) con 1.95 mL de uridina fría y 2.05 mL de agua.

### Problema 3-26

Balance de masa (de Gly):  $f \times 152.6 \text{ mg} + 6 \text{ mg} = m$

Balance de radiactividad (de  $^{14}\text{C}$ Gly):  $0 + 120 \text{ cpm/mg} \times 6 \text{ mg} = 59 \text{ cpm/mg} \times m$

( $f$  es la fracción en masa de Gly, o riqueza, con respecto al hidrolizado)

( $m$  es la masa de Gly en la mezcla final)

De la segunda ecuación:  $m = 720/59 = 12.20 \text{ mg}$

Que, llevado a la primera ecuación, da:  $f = 6.20/152.6 = 0.0406 = 4.06\%$

### Problema 3-27

(léase la ayuda de arriba)

Los contenidos (% mol de base/mol de ácido nucleico) de cada hebra serán:

	A	G	C	T
DNA(+)	19%	31%	31%	19%
DNA(-)	19%(*)	31%	31%	19%
				U
RNA(+)	19%	31%	31%	19%(*)

\* radiactivo

Como sólo una de las dos hebras está marcada, el DNA de doble hebra tiene un 9.5% de adenosina radiactiva, mientras que el RNA tiene un 19% de citidina radiactiva.

a) Actividad del DNA:

1 mol de dsDNA (*double strand DNA*, DNA de doble hebra) tiene una actividad:

$$0.095 \text{ mol A}^* \times 1 \text{ mCi/mol} = 0.095 \text{ mCi}$$

Luego la actividad específica del dsDNA es de 0.095 mCi/mol

b) Actividad del RNA:

1 mol de RNA tiene una actividad de:

$$0.31 \text{ mol C}^* \times 2 \cdot 10^6 \text{ cpm/(g CTP)} \times (100 \text{ dpm}/50 \text{ cpm}) \times (1 \text{ Ci}/2.22 \cdot 10^{12} \text{ dpm}) = 0.559 \text{ } \mu\text{Ci} \times (\text{mol C}) / (\text{g CTP})$$

Como la masa molecular del CTP es de 467 (véase la ayuda de arriba), su masa molar es 467 g/mol y entonces la actividad es:  $0.559 \times 467 \text{ } \mu\text{Ci} = 261 \text{ } \mu\text{Ci}$

Y la actividad específica del RNA es de  $261 \text{ } \mu\text{Ci/mol} = 0.261 \text{ mCi/mol}$

### Problema 3-28

Si el rendimiento fuera del 100% se incorporaría 1 mol de dansilo por mol de polipéptido (o de aminoácido N-terminal); a 100 nmol de proteína, con 2 aminoácidos N-terminales, se incorporarían 200 nmol de dansilo.

Veamos los que se han incorporado realmente:

$$A = \frac{1385 \text{ cpm}}{0.1 \text{ mL}} \times 2 \text{ mL} = 27700 \text{ cpm} \quad \times \frac{100 \text{ dpm}}{80 \text{ cpm}} = 34625 \text{ dpm}$$

que, teniendo en cuenta la actividad específica del dansilo, corresponden a:

$$\frac{34625 \text{ dpm}}{0.1 \text{ Ci/mol}} \times \frac{1 \text{ Ci}}{2.22 \cdot 10^{12} \text{ dpm}} = 1.56 \cdot 10^{-7} \text{ mol de dansilo incorporado}$$

Por tanto, el rendimiento de la dansilación es de

$$\frac{1.56 \cdot 10^{-7} \text{ mol}}{200 \cdot 10^{-9} \text{ mol}} = 0.78 = 78\%$$

### Problema 3-29

El péptido 1, que es el deseado (Gly-Val-Pro-Ala), tendrá una actividad de  $10^4$  cpm/mmol

El péptido 2, al tener dos residuos de Gly, tendrá una actividad de  $2 \cdot 10^4$  cpm/mmol

La actividad específica de la mezcla será:

$$AE = 0.90 \times 10^4 \text{ cpm/mmol} + 0.10 \times 2 \cdot 10^4 \text{ cpm/mmol} = 1.1 \cdot 10^4 \text{ cpm/mmol}$$

Para pasar a  $\mu\text{Ci/g}$ , teniendo en cuenta que 1 mol de cualquiera de los péptidos tiene 4 moles de aminoácidos, pesará  $4 \times 110$  gramos y:

$$AE = 1.1 \cdot 10^4 \text{ cpm/mmol} \times \frac{100 \text{ dpm}}{80 \text{ cpm}} \times \frac{1 \text{ Ci}}{2.22 \cdot 10^{12} \text{ dpm}} \times \frac{10^3 \text{ mmol}}{1 \text{ mol}} \times \frac{1 \text{ mol}}{440 \text{ g}}$$

$$AE = 1.41 \cdot 10^{-8} \text{ Ci/g}$$

### Problema 3-30

a) Para  $^{131}\text{I}$ :

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{8.1 \text{ d}} = 0.0856 \text{ d}^{-1}$$

$$1 \text{ dpm} = 1 \text{ min}^{-1} = A = \frac{-dN}{dt} = \lambda N = 0.0856 \text{ d}^{-1} \times N$$

de donde

$$N = \frac{1 \text{ min}^{-1}}{0.0856 \text{ d}^{-1}} \times \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ d}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = 16800 \text{ (átomos)}$$

b) Similarmente para  $^{32}\text{P}$ :  $N = 29700$  átomos

(una vida media más larga significa una menor radiactividad para el mismo  $n^\circ$  de átomos, por eso para conseguir la misma actividad hace falta mayor cantidad de P).

### Problema 3-31

"yodoacetato- $^{14}\text{C}$ " debe escribirse correctamente como yodo[ $^{14}\text{C}$ ]acetato

La reacción es  $\text{Cys} + 2 \text{ IAcO}^-$

a)

En 1 nmol proteína hay 5 nmol Cys, se necesitan 10 nmol de yodoacetato

$10 \text{ nmol} / 1 \text{ nCi/nmol} = 10 \text{ nCi}$  son necesarios =  $0.01 \mu\text{Ci}$

b)

$$AE_{\text{prot.}} = \frac{1 \text{ mCi}}{\text{mmol Cys}} \times \frac{5 \text{ mol Cys}}{\text{mol prot.}} = 5 \text{ mCi/mmol prot.} = 5 \text{ Ci/mol}$$