

Física de Radiaciones 1
Hoja 5 - 2022 – Instituto de Física

37. Considere un sistema (átomos, núcleos), de tamaño típico a , que emite n cuantos de energía $\hbar\omega$ con una potencia media \bar{P} . Se puede definir la vida media a $\tau = \frac{\hbar\omega}{\bar{P}}$ y el inverso numérico $1/\tau$ como la tasa de transiciones.
- a. Si se emite radiación dipolar eléctrica, estime $1/\tau$. Aplique el resultado, verificando las hipótesis de distancia para el desarrollo en zonas lejanas y multipolar, para átomos en los que $a \approx 1\text{Å}$ y la energía típica emitida tiene longitud de onda del visible. Repita para núcleos con $a \approx 1\text{fm}$ y energías del orden del MeV.
- b. Repita el cálculo para radiación dipolar magnética. Asuma que para sistemas atómicos y nucleares $\vec{m} = \frac{e\vec{L}}{2mc}$ y que $|\vec{L}| \approx \hbar$. Calcule $1/\tau$ para átomos y núcleos y compare con la parte a.
- c. Repita para la radiación cuadrupolar. Expresé el resultado de $1/\tau$ en función de a y λ . Compare con a. y b. para átomos y núcleos.
38. Dos partículas idénticas de masa m y carga q se mueven inicialmente con velocidad v_0 con sentidos opuestos. Calcule la energía electromagnética radiada por estas partículas en una colisión frontal. Asuma que el movimiento es no relativista y que la única fuerza presente es la fuerza de Coulomb entre ellas. Asuma que la distancia entre ellas inicial y final es muy grande.
39. Considere neutrones en plutonio. Calcule el camino libre medio de estos neutrones si la sección eficaz de interacción nuclear se aproxima por la sección eficaz clásica para esferas duras.
40. En el LHC, en el que colisionan protón-protón, la luminosidad es $L = 10^{34}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ y el número de colisiones que se observan por segundo de un cierto proceso de sección eficaz σ es $\dot{N} = L\sigma$.
- a. Calcule en número de choques p-p si la sección eficaz total es de 110 mbn.
- b. Si la sección eficaz para producir un bosón de Higgs es 50 femtobn calcule cuántos Higgs se producen en un día.
41. *Radiación de Thomson.* Considere un electrón libre sobre el que incide una onda plana electromagnética de frecuencia ω y amplitud E_0 y polarización lineal.
- a. Calcule la potencia media radiada por el electrón, acelerado por la onda. Indique en qué condiciones este cálculo es válido.
- b. Indique en qué condiciones se puede despreciar los efectos del campo magnético de la onda incidente sobre el electrón.
- c. Calcule la sección eficaz diferencial y la total. Expresé los resultados en función del "radio clásico" del electrón: $r_e = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 m_e c^2} \approx 2.82\text{fm}$.
42. a. ¿Cuál es la vida media de un radioisótopo que decae un 30% en una semana? Puede encontrar algún candidato con esta propiedad en las tablas de

radioisótopos?

b. Una muestra contiene una mezcla de ^{32}P ($T_{1/2} = 14,29$ d) y ^{35}S ($T_{1/2} = 87,44$ d). Inicialmente 95% de la actividad se debe al ^{32}P y 5% al ^{35}S . ¿En cuánto tiempo la actividad para ambos radioisótopos será la misma?

43. Un núcleo tiene una constante de desintegración λ .

a. Calcule la probabilidad de que decaiga en el intervalo (0,t).

b. Calcule la probabilidad de que decaiga en el intervalo $(n/\lambda, (n+1)/\lambda)$. Indique los valores para $n=0,1,2,3$.

44. El ^{74}As ($T_{1/2} = 17,9$ d) decae a ^{74}Ge el 68% de las veces y 32% a ^{74}Se .

a. Determine las constantes de decaimiento parcial.

b. Determine la actividad de una muestra de ^{74}As que contiene $2.0 \cdot 10^{17}$ átomos.

c. Determine la velocidad de producción de ^{74}Se a tiempo cero y a 47 días.

45. Considere un haz de neutrones de energía cinética 0.025 eV. Indique la fracción de neutrones que decae en una distancia de 2.0 m.

46. Se inyecta en el torrente sanguíneo de un hombre una solución que contiene ^{24}Na de actividad $A = 2.0 \cdot 10^3$ s $^{-1}$. La actividad de 1 cm 3 de una muestra de sangre tomada luego de 5.0 h es de 16 min $^{-1}$ cm $^{-3}$. Calcule el volumen de sangre del hombre.

47. Un recipiente que contiene 0,2 g de gas ^{85}Kr , que decae a ^{85}Rb estable, se rompe en una habitación de dimensiones 40m x 30m x 20m. ¿Cuál será la actividad específica del aire en la habitación? Dato: $\rho_{\text{aire}} = 1,3$ Kg/m 3 .

48. a. Determine la actividad del ^{131}I ($T_{1/2} = 193$ h) producido en el decaimiento del $^{131\text{m}}\text{Te}$ ($T_{1/2} = 30$ h) en el tiempo en el que es máxima la actividad del hijo, si a tiempo cero hay 5 mCi del radioisótopo padre.

b. ¿Cuántos átomos de cada uno hay presentes en dicho tiempo? Bosqueje un gráfico del número de átomos versus el tiempo para el padre y para el hijo.

49. Una muestra contiene inicialmente 1 mCi de ^{191}Os ($T_{1/2} = 15,4$ d). Este radioisótopo decae por emisión beta en $^{191\text{m}}\text{Ir}$ ($T_{1/2} = 4,94$ s), el que a su vez decae por emisión gama a ^{191}Ir .

a. ¿Cuál será la actividad del $^{191\text{m}}\text{Ir}$ al cabo de 25 días?

b. ¿Cuántos átomos de $^{191\text{m}}\text{Ir}$ decaerán entre el día 30 y el 40?

50. El radio-nucléido ^{27}Mg se produce con una tasa de 5.0×10^{10} núcleos por segundo. Determine el número de núcleos ^{27}Mg que se acumulan en el preparación en un

intervalo de tiempo:

- a. mucho mayor que su vida media,
- b. igual a su vida media.

51. Un reactor de fisión accidentalmente evapora $5 \cdot 10^6$ Ci de ^{90}Sr ($T_{1/2} = 28.8$ años) en el aire. El ^{90}Sr se dispersa en un área de 10^4 km². Calcule el tiempo necesario para que la actividad del ^{90}Sr llegue al valor "seguro" para la agricultura, de 2 Ci/km².

52. a. Calcule la actividad en un gramo de C natural debido al ^{14}C .

b. ^{14}C Calcule la actividad específica en desintegraciones/min/g que se esperan de muestras de carbono de huesos con 2000 años de antigüedad. Asuma que 18% de los huesos es carbón.

Nota: el ^{14}C se produce en la atmósfera por la acción de rayos cósmicos, que a partir de neutrones sobre ^{14}N lo producen; luego, el ^{14}C se incorpora a las moléculas de CO_2 y en las plantas, ingresando en la cadena alimenticia de los seres vivos. El cociente del número de ^{14}C a ^{12}C en tejidos vivos es constante 1.3×10^{12} , y la vida media del ^{14}C es 5730 años. En un gramo de tejido vivo se producen 15 desintegraciones por minuto de ^{14}C (la cantidad de ^{14}C en la atmósfera, y por tanto en los tejidos, ha ido cambiando desde 1950 debido a las pruebas nucleares).

53. a. Una fuente contiene 50 mg de ^{226}Ra ($T_{1/2} = 1600$ años) en equilibrio con sus productos de decaimiento. ¿Cuál es la actividad en equilibrio secular del ^{222}Rn ($T_{1/2} = 3,824$ d)?

b. Determine la masa de ^{90}Y ($T_{1/2} = 64$ h) que se encuentra en equilibrio secular con 1mg de ^{90}Sr ($T_{1/2} = 29,12$ años).