

## Ejercicios de física moderna con solución

### Relatividad

1) Los astronautas de una nave interestelar que se desplazan a una velocidad de  $0,8c$  llevan, según los relojes de la nave, 30 días exactos de viaje. ¿Cuánto tiempo han estado viajando según el centro de control de Tierra? Resultado: 50 días

Solución

2) Una vara de 1 m de longitud se mueve con respecto a nuestro sistema de referencia con una velocidad de  $0,7c$ . ¿Cuál sería la longitud que mediríamos?

Resultado:  $\Delta L_0 = 0.71$  m

Solución

3) La vida media de un pión que se mueve a gran velocidad resulta ser de 60 ns, mientras que su vida media en reposo es de 26 ns. Calcula:

a) La velocidad a la que se mueve el pión respecto de la tierra.

Resultado:  $v = 0.90c$

b) La distancia que recorre el pión en el sistema de referencia terrestre y en su propio sistema.

Resultado:  $L = 7.02$  m  $L' = 16.2$  m

Solución

4) Un cohete tiene una longitud de 100 m para un observador en reposo respecto al cohete. Calcular la longitud que tendrá cuando para este observador el cohete se mueva a 200000 km/h y cuando se mueva a 200000 km/s. Resultado:  $\Delta L = 1.7 \cdot 10^{-6}$  m ;  $L = 74.53$  m

Solución

5) Una varilla, cuya longitud en reposo es de 3 m, está colocada a lo largo del eje X de un sistema de coordenadas, y se mueve en esa dirección con una cierta velocidad. ¿Cuál será el valor de dicha velocidad para que la longitud de la varilla medida por un observador situado en reposo sobre el eje X sea de 1m?

PAU ULL septiembre 2008

Solución

6) Una varilla, cuya longitud en reposo es de 3 m, está colocada a lo largo del eje X de un sistema de coordenadas, y se mueve en esa dirección con una velocidad de  $0,8 \cdot c$ . ¿Cuál será la longitud de la varilla medida por un observador situado en reposo sobre el eje X?

PAU ULL junio 2008

Solución

7) Una varilla, cuya longitud y masa en reposo son 3 m y 10 kg respectivamente, está colocada a lo largo del eje X de un sistema de coordenadas, y se mueve en esa dirección con una velocidad de  $0.8 \cdot c$ . ¿Cuál será la longitud y la masa de la varilla medida por un observador situado en reposo sobre el eje X?

Resultado:  $L = 1,80$  m  $m = 16,7$  kg

PAU ULL septiembre 2011

Solución

8) Una varilla, cuya longitud en reposo es de 2 m, está colocada a lo largo del eje X de un sistema de coordenadas, y se mueve en esa dirección con una velocidad de  $0,7 \cdot c$ . ¿Cuál será la longitud de la varilla medida por un observador situado en reposo sobre el eje X?

Resultado:  $L = 1,43$  m

PAU ULL septiembre 2010

Solución

9) Vemos pasar una nave espacial una velocidad cercana a la velocidad de la luz y medimos que el segundero del reloj tarda 75 segundos en dar una vuelta. ¿Cuánto tiempo tardará en dar una vuelta el segundero si lo mide un tripulante de la nave? ¿Cuál es la velocidad de la nave respecto a nosotros?

Resultado:  $t' = 60$  s ;  $v = 0,6 c = 1,8 \cdot 10^8$  m/s

Solución

10) Analicemos un viaje espacial a una estrella que se encuentra a  $2 \cdot 10^{20}$  m de la Tierra. Un observador en reposo en la Tierra pone en marcha su cronómetro cuando ve pasar por delante de él la nave, que se aleja con una velocidad constante  $v=0.8c$ . Calcula la duración del viaje para el observador terrestre y para un ocupante de la nave.

Resultado:  $t = 8,3 \cdot 10^{11}$  s ;  $t' = 4,97 \cdot 10^{11}$  s

PAU ULL septiembre 2010

Solución

11) Una regla de dos metros de longitud se mueve con respecto de un observador en reposo con una velocidad de  $0.8c$ , en dirección paralela a la propia regla. ¿Qué longitud tiene la regla para el observador en reposo? ¿Cuánto tiempo tarda la regla en pasar por delante del observador en reposo?

Solución

PAU ULL julio 2014

## Mecánica cuántica

### Efecto fotoeléctrico

21) Sobre un metal inciden fotones cuya longitud de onda es de  $200\text{ nm}$ . Si la longitud de onda umbral correspondiente a dicho metal es de  $262\text{ nm}$ :

a) Calcula el trabajo de extracción de ese metal en eV.

Resultado:  $W=7.59 \cdot 10^{-19}\text{ J} = 4.74\text{ eV}$

b) Determina la energía cinética de los electrones arrancados. Resultado:  $E_c=2.35 \cdot 10^{-19}\text{ J}$

c) Calcula la longitud de onda asociada a los electrones. Resultado:  $\lambda = 1.01 \cdot 10^{-9}\text{ m} = 1.01\text{ nm}$

Solución

22) Calcula la energía cinética del electrón emitido por una superficie de wolframio si su frecuencia umbral es  $1.3 \cdot 10^{15}\text{ Hertz}$  y se ilumina con luz de  $1500\text{ \AA}$  de longitud de onda.

Resultado:  $E_c = 4.64 \cdot 10^{-19}\text{ J} = 2.9\text{ eV}$

Solución

23) Se hace incidir sobre una placa metálica rayos UV de  $300\text{ nm}$ . Si la longitud de onda umbral es de  $360\text{ nm}$ , calcula:

a) La energía máxima de los fotoelectrones emitidos. Resultado:  $E_c=1.10 \cdot 10^{-19}\text{ J}$

b) El trabajo de extracción del metal. Resultado:  $W= 5.525 \cdot 10^{-19}\text{ J}$

c) El potencial eléctrico que hay que aplicar para frenarlos. Resultado:  $\Delta V= 0.687\text{ V}$

Solución

24) Tenemos una muestra de sodio cuyo trabajo de extracción para los electrones es de  $2,6\text{ eV}$ .

a) Calcula la frecuencia de la luz incidente necesaria para arrancar un electrón de este material.

b) ¿Cuál debe ser la longitud de onda de la luz incidente para que los electrones emitidos tengan una velocidad de  $5 \cdot 10^5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ?

c) La longitud de onda de De Broglie asociada a los electrones que saltan con la velocidad de  $5 \cdot 10^5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Solución

PAU ULL septiembre 2007

25) Tenemos un metal cuyo trabajo de extracción para electrones es de  $2,5\text{ eV}$ . Se ilumina con una luz monocromática y se observa que la velocidad máxima de los electrones emitidos es de  $1,0 \cdot 10^6\text{ m/s}$ . Calcula:

a) La frecuencia de la luz

b) La longitud de onda de De Broglie asociada a los electrones emitidos a  $1,0 \cdot 10^6\text{ m/s}$

c) La longitud de onda de la luz con que hay que iluminar el metal para que la energía cinética máxima de los electrones emitidos sea  $7,0 \cdot 10^{-19}\text{ J}$ .

Datos:  $h= 6.63 \cdot 10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s}$ ;  $c=3 \cdot 10^8\text{ ms}^{-1}$ ;  $m_e =9,11 \cdot 10^{-31}\text{ kg}$ ;  $1\text{ eV}=1,6 \cdot 10^{-19}\text{ J}$

PAU ULL junio 2008

Solución

26) Iluminamos una superficie de wolframio con luz de  $1500\text{ \AA}$  de longitud de onda. Si su frecuencia umbral es  $1.3 \cdot 10^{15}\text{ Hertz}$ :

a) Calcula el trabajo de extracción de ese metal en eV.

b) Determina la energía cinética de los electrones arrancados.

c) Calcula la longitud de onda asociada a los electrones arrancados.

Datos:  $1\text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19}\text{ J}$      $1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$      $h = 6,63 \cdot 10^{-34}\text{ Js}$      $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}\text{ kg}$

Solución

27) Una superficie de wolframio tiene una frecuencia umbral  $1.3 \cdot 10^{15}$  Hz. Se ilumina dicha superficie con luz y se emiten electrones con una velocidad de  $5 \cdot 10^5$  m/s. Calcula:

a) La longitud de onda de la luz que ilumina el wolframio.

Resultado:  $\lambda = 2,04 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 204 \text{ nm}$

b) La longitud de onda asociada a los electrones emitidos por dicha superficie.

$\lambda = 1,45 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 1,45 \text{ nm}$

c) Cuál debe ser la velocidad de los electrones emitidos para que la frecuencia de la luz sea dos veces la frecuencia umbral del wolframio.

Resultado:  $v = 1,37 \cdot 10^6 \text{ m/s}$

PAU ULL junio 2011

Solución

28) Tenemos una muestra de cesio cuyo trabajo de extracción para los electrones es de 2 eV.

a) Calcula la frecuencia de la luz incidente necesaria para arrancar un electrón de este material.

Resultado:  $f = 4,83 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

b) ¿Cuál debe ser la longitud de onda de la luz incidente para que los electrones emitidos tengan una velocidad de  $6 \cdot 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ?

Resultado:  $\lambda = 1,19 \cdot 10^{-8} \text{ m}$

c) Calcula la longitud de onda de De Broglie asociada a los electrones que saltan con la velocidad de  $6 \cdot 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Resultado:  $\lambda = 1,21 \cdot 10^{-10} \text{ m}$

PAU ULL septiembre 2010

Solución

29) Tenemos un metal cuyo trabajo de extracción para electrones es de 2.5 eV. Se ilumina con una luz monocromática y se observa que la velocidad máxima de los electrones emitidos es de  $1.0 \cdot 10^6$  m/s. Calcule:

a) La frecuencia de la luz.

Resultado:  $f = 1,28 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$

b) La longitud de onda de De Broglie asociada a los electrones emitidos a  $1.0 \cdot 10^6$  m/s.

Resultado:  $\lambda = 7,28 \cdot 10^{-10} \text{ m}$

c) La longitud de onda de la luz con la que hay que iluminar el metal, para extraer electrones con energía cinética máxima de  $7.0 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .

Resultado:  $\lambda = 18 \cdot 10^{-6} \text{ m}$

PAU ULL junio 2015

Solución

### Dualidad onda-corpúsculo

31) Hallar la longitud de onda asociada a las siguientes partículas:

a) Un electrón cuya velocidad es de  $0.5c$ .

Resultado:  $4.85 \cdot 10^{-12} \text{ m}$

b) Una pelota de tenis de 50 g que se mueve a una velocidad de 400 m/s.

Resultado:  $3.31 \cdot 10^{-35} \text{ m}$

Compara y analiza los resultados obtenidos.

Solución

32) Un protón que parte del reposo se acelera gracias a un campo electromagnético local que le comunica una energía de 2000 eV.

a) ¿Cuál es la velocidad que adquiere?

Resultado:  $v = 6.21 \cdot 10^5 \text{ m/s}$

b) ¿Cuál es la longitud de onda asociada a la partícula?

Resultado:  $\lambda = 6.4 \cdot 10^{-13} \text{ m}$

Solución

33) Dado un fotón con una energía de 3 eV, calcula su longitud de onda.

Resultado:  $\lambda = 4.14 \cdot 10^{-13} \text{ m} = 414 \text{ nm}$

Solución

34) Se acelera un protón desde el reposo, mediante una diferencia de potencial de  $2 \cdot 10^4 \text{ V}$ . ¿Qué velocidad adquiere el protón? ¿Cuánto vale la longitud de onda de De Broglie asociada al protón?

Resultado:  $\lambda = 2,03 \cdot 10^{-13} \text{ m}$

PAU ULL junio 2014

Solución



## Desintegración radiactiva

61) El período de semidesintegración del C-14 es de 5.570 años. El análisis de una muestra de una momia egipcia revela que presenta las tres cuartas partes de la radiactividad de un ser vivo. ¿Cuál es la edad de la momia?

62) El periodo de semidesintegración del yodo-131 es de 8,04 días. Calcula:

a) La constante de desintegración radiactiva  $\lambda$ .

Resultado:  $\lambda = 0.086 \text{ días}^{-1}$

b) Su vida media T.

Resultado:  $\tau = 11.6 \text{ días}$

c) El porcentaje de muestra inicial que queda al cabo de un mes.

Resultado: 7.6%

Solución

Solución