

PROBLEMAS SELECTIVO. FÍSICA RELATIVISTA.

- 1) (P Jun94) La longitud propia de cada uno de los lados de un cuadrado es l_0 . Hallar el perímetro de este cuadrado en un sistema de referencia que se mueve a velocidad constante u en la dirección paralela a uno de los lados. Estudiar el resultado para los casos en que $u \ll c$ y para cuando u se aproxima a c . (c es la velocidad de la luz).
- 2) (C Jun94) Demostrar que si un cuerpo emite energía E en forma de radiación, la masa disminuye en E/c^2 . ¿A qué velocidad debe convertirse masa en energía para producir 30 MW?
- 3) (C Sept94) Explicar, razonablemente, el concepto de simultaneidad en física relativista. Relacionad su explicación con la dilatación del tiempo, analizando la siguiente frase: "los sucesos que son simultáneos en un sistema de referencia inercial no lo son si los percibe otro observador en otro sistema de referencia inercial".
- 4) (C Sept94) ¿Qué velocidad debe tener una partícula para que su masa sea 5 veces su masa en reposo?
- 5) (P Jun95) Un cohete interplanetario B se mueve en línea recta con una velocidad $0,60c$ con respecto a otro cohete A. El cohete A se mueve según la misma trayectoria rectilínea con una velocidad $0,70c$ con relación a la Tierra. Determinar la velocidad del cohete B respecto a la Tierra.
- 6) (C Sept95,96) Enunciar los postulados de la Teoría de la Relatividad de Einstein. (Sept98) ¿Cuáles son los postulados de la teoría especial de la relatividad?
- 7) (C Jun96) ¿A qué velocidad la masa de un cuerpo será doble que la que tiene en reposo?
- 8) (C Jun96) Obtener la vida media, medida en el laboratorio, de un muón que se mueve a $0,6c$ respecto al laboratorio, si su vida media en reposo es de 2×10^{-6} s.
- 9) (C Jun97) Dos sucesos que ocurren en el mismo lugar y al mismo tiempo para un observador, ¿serán simultáneos para un segundo observador que se mueve respecto al primero?
- 10) (P Sept97) Una partícula de masa en reposo $m_0 = 2,4 \times 10^{-28}$ Kg, viaja con una velocidad $v=0,8c$, siendo c la velocidad de la luz en el vacío. ¿Cuál es la relación entre su energía cinética relativista y su energía cinética clásica?
- 11) (C Sept97) Describir brevemente los resultados experimentales no predichos o explicados por la física clásica que se predicen o explican mediante la teoría especial de la relatividad.
- 12) (C Jun98) Supongamos dos sistemas de referencia (O, x, y, z) y (O', x', y', z') tales que O' se desplaza respecto de O a lo largo del eje Ox con velocidad constante v . Obtener a partir de las transformaciones de Galileo las relaciones entre las velocidades y aceleraciones de un punto en ambos sistemas de referencia. ¿Qué conclusiones se pueden extraer del resultado?
- 13) (C Jun99) ¿Cuál debería ser la velocidad de una nave espacial con respecto a la Tierra, para que un observador situado en la Tierra mida que su longitud es la mitad de lo que mide un observador situado en la nave espacial? ¿Cuál sería la energía cinética de la nave espacial, si su masa en reposo es de 5000 Kg? Dato: Velocidad de la luz: $c=3 \times 10^8$ m/s
- 14) (C Sept99) Calcular la velocidad que debe poseer una partícula elemental para que su vida media se duplique respecto a la que tiene en estado de reposo. Dato: Velocidad de la luz, $c=3 \times 10^8$ m/s.
- 15) (C Sept99) Establecer las diferencias más notables entre la Física clásica y la Física moderna.
- 16) (P Sept99) Un electrón es acelerado por una fuerza conservativa desde el reposo hasta una velocidad final v próxima a la velocidad de la luz. En este proceso su energía potencial disminuye en $4,2 \times 10^{-14}$ J. Determinar la velocidad v del electrón.
Datos: Masa del electrón en reposo, $m_e=9,11 \times 10^{-31}$ Kg; Velocidad de la luz, $c=3 \times 10^8$ m/s.
- 17) (C Jun00) Un electrón tiene una energía en reposo de 0,51 MeV. Si el electrón se mueve con una velocidad de $0,8c$, se pide determinar su masa relativista, su cantidad de movimiento y su energía total.
Datos: Carga del electrón, $e= 1,6 \times 10^{-19}$ C; Velocidad de la luz, $c=3 \times 10^8$ m/s
- 18) (C Sept00) Demostrar que si la velocidad de una partícula es mucho menor que la velocidad de la luz, su energía cinética será mucho menor que su energía en reposo.
- 19) (P Jun01) Se determina, por métodos ópticos, la longitud de una nave espacial que pasa por las proximidades de la Tierra, resultando ser 100 m. En contacto radiofónico los astronautas que viajan en la nave comunican que la longitud de su nave es de 120 m. ¿A qué velocidad viaja la nave con respecto a la Tierra? Dato: $c=3 \times 10^8$ m/s Sol: $v=0,5528c$
- 20) (C Sep01) Comenta la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones, razonando la respuesta: a) La velocidad de la luz depende del estado de movimiento de la fuente que la emite. b) Dos sucesos simultáneos lo son en cualquier sistema de referencia. c) Si aplicamos una fuerza constante durante un tiempo ilimitado a una partícula de masa en reposo m_0 la energía cinética máxima que se alcanza es $1/2 mc^2$. Sol: a) F, b) F, c) F
- 21) (C Sept01) Si la vida media de los piones en reposo es de $2,6 \times 10^{-8}$ s, ¿a qué velocidad deben viajar los piones para que su vida media, medida en el laboratorio, sea de $4,2 \times 10^{-8}$ s?
Datos: Velocidad de la luz en el vacío, $c=3 \times 10^8$ m/s Sol: $v=2,356 \cdot 10^8$ m/s

- 22)** (C Jun02) Se hacen girar partículas subatómicas en un acelerador de partículas y se observa que el tiempo de vida media es $t_1 = 4,2 \times 10^{-8} \text{s}$. Por otra parte se sabe que el tiempo de vida medio de dichas partículas, en reposo, es $t_0 = 2,6 \times 10^{-8} \text{s}$. ¿A qué velocidad giran las partículas en el acelerador? Razona la respuesta. Datos: Velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ Sol: $v = 2,356 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- 23)** (P Jun03) Se pretende enviar una muestra de 2g del material radiactivo ^{90}Sr a un planeta de otro sistema estelar situado a 40 años-luz de la tierra mediante una nave que viaja a una velocidad $v = 0,9c$, El periodo de semidesintegración del material es de 29 años. 1. Calcula el tiempo que tarda la nave en llegar al planeta para un observador que viaja en la nave. 2. Determina los gramos de material que llegan sin desintegrar. Sol: 1) 19,373 años, 2) 1,26g
- 24)** (C Sept 03) Una nave se aleja de la Tierra a una velocidad de 0,9 veces la de la luz. Desde la nave se envía una señal luminosa hacia la Tierra. ¿Qué velocidad tiene esta señal luminosa respecto a la nave? ¿Y respecto a la Tierra? Razona tus respuestas.
- 25)** (C Jun04) Enuncia los postulados en los que se fundamenta la teoría de la relatividad especial.
- 26)** (C Jun05) ¿Qué velocidad debe tener un rectángulo de lados x e y , que se mueve en la dirección del lado y , para que su superficie sea $3/4$ partes de su superficie en reposo? Sol: $v = 0,66c$
- 27)** (C Jun08) Una nave espacial tiene una longitud de 50 m cuando se mide en reposo. Calcula la longitud que apreciará un observador desde la Tierra cuando la nave pasa a una velocidad de $3,6 \cdot 10^8 \text{ km/h}$. Dato: velocidad de la luz $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Sol: 47,14m
- 28)** (C Sep08) ¿A qué velocidad la masa relativista de un cuerpo será doble que la que tiene en reposo? Sol: $v = \sqrt{3/2} \cdot c$
- 29)** (C Jun09) Una nave parte hacia un planeta situado a 8 años luz de la Tierra, viajando a una velocidad de 0,8c. Suponiendo despreciables los tiempos empleados en aceleraciones y cambio de sentido, calcula el tiempo invertido en el viaje de ida y vuelta para un observador en la Tierra y para el astronauta que viaja en la nave. Sol: 12 años
- 30)** (C Jun11) Una partícula viaja a una velocidad cuyo módulo vale 0,98 veces la velocidad de la luz en el vacío, ¿Cuál es la relación entre su masa relativista y su masa en reposo? ¿Qué sucedería con la masa relativista si la partícula pudiera viajar a la velocidad de la luz? Razona tu respuesta. Sol: 5,02
- 31)** (P Sep11) Desde la Tierra se lanza una nave espacial que se mueve con una velocidad constante de valor el 70% de la velocidad de la luz. La nave transmite datos a la Tierra mediante una radio alimentada por una batería, que dura 15 años medidos en un sistema en reposo. a) ¿Cuánto tiempo dura la batería de la nave, según el sistema de referencia de la Tierra? ¿En cuál de los dos sistemas de referencia se mide un tiempo dilatado? b) Según el sistema de referencia de la nave, ¿A qué distancia se encuentra la Tierra en el instante en que la batería se agota? Justifica brevemente tus respuestas. Sol: a) 21 años, b) 10,5 años luz
- 32)** (C Jun12) Escribe los dos postulados de la teoría de la relatividad especial de Einstein, también conocida como teoría de la relatividad restringida. Explica brevemente su significado.
- 33)** (C Jun13) ¿A qué velocidad debe moverse una partícula relativista para que su energía total sea un 10% mayor que su energía en reposo? Expresa el resultado en función de la velocidad de la luz en el vacío, c . Sol: $0,4166c$
- 34)** (C Jul13) En un sincrotrón se aceleran electrones para la producción de haces intensos de rayos X que se emplean en experimentos de biología, farmacia, física, medicina y química. En el sincrotrón ALBA (sito en Barcelona) se aceleran los electrones hasta una velocidad para la que su masa es 6000 veces el valor de la masa en reposo. Calcula la energía (en julios y en MeV) de los electrones. Datos: velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; masa del electrón, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; carga elemental, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ Sol: $4,914 \cdot 10^{-10} \text{ J} = 3071,25 \text{ MeV}$
- 35)** (C Jul13) Una nave se aleja de la Tierra con una velocidad de $2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. A su vez, desde la Tierra se emite un haz de luz láser en dirección a la nave. ¿Cuál es la velocidad del haz láser para el observador de la nave? Justifica la respuesta. Sol: la misma para cualquier observador
- 36)** (C Jul14) Una astronauta viaja en una nave que se aleja de la Tierra a una velocidad de 0,7 . En un cierto instante, la astronauta establece comunicación con la Tierra y canta la canción "Space Oddity", que dura 5 minutos según el reloj de la astronave. ¿Cuánto tiempo ha durado la canción para los interlocutores de la Tierra? Razona adecuadamente tu respuesta. Sol: 7 min
- 37)** (C Jun15) La energía relativista de una partícula que se mueve a una velocidad v es el doble de su energía en reposo. Calcula su velocidad. Dato: velocidad de la luz en el vacío $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Sol: $2,6 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
- 38)** (P Jul15) En las partes altas de la atmósfera, y debido a los rayos cósmicos, se producen unas partículas elementales denominadas muones que se mueven a velocidades relativistas hacia la superficie de la Tierra. Un muón desciende verticalmente con una velocidad $v = 0,9 \cdot c$. a) Calcula la energía en reposo y la energía total del muón en MeV. b) El muón se ha producido a una altura de 10 km. Calcula el intervalo de tiempo que tarda el muón en alcanzar la superficie, según un sistema de referencia ligado a la Tierra, y

según un sistema de referencia que viaje con el muón. Datos: velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s
masa (en reposo) del muón: $m = 1,88 \cdot 10^{-28}$ kg, carga elemental, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Sol: a) 105,75 MeV; 242,61 MeV; b) Tierra: $3,7 \cdot 10^{-5}$ s; : muón: $1,61 \cdot 10^{-5}$ s

39) (C Jun16) Un electrón se mueve a una velocidad $0,9c$. Calcula la energía en reposo, la energía total y la energía cinética relativista. Dato: velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s ; masa del electrón $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg

Sol: $8,19 \cdot 10^{-14}$ J; $1,88 \cdot 10^{-13}$ J; : $1,06 \cdot 10^{-13}$ J

40) (P Jul16) En un sincrotrón se aceleran electrones para la producción de haces intensos de rayos X que se utilizan en experimentos de biología, farmacia, física, medicina y química. La energía máxima de los electrones es $E = 1,0$ MeV. a) Calcula razonadamente la relación entre esta energía de los electrones y su energía en reposo (es decir, E/E_0). Calcula la velocidad de los electrones. b) En un determinado experimento se utilizan rayos X cuya energía es de 12 keV. Calcula razonadamente su longitud de onda.

Datos: velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, masa del electrón, $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg ; constante de Planck: $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s, carga elemental: $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Sol: a) 1,954; $2,58 \cdot 10^8$ m/s ; b) $1,04 \cdot 10^{-10}$ m

41) (C Jun18) La energía cinética de una partícula es un 50% de su energía en reposo. Calcula su energía relativista total en función de su energía en reposo y calcula también la velocidad de la partícula.

Dato: velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s

Sol: $1,5 E_0$; $2,24 \cdot 10^8$ m/s

42) (C Jul18) La energía cinética relativista de un electrón es el doble de su energía en reposo. Calcula su energía total y su velocidad en unidades del SI. Dato: velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, masa del electrón $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg

Sol: $2,46 \cdot 10^{-13}$ J; $2,83 \cdot 10^8$ m/s

43) (C Jun 19) Una partícula de masa en reposo m y energía igual a tres veces su energía en reposo se une a otra de igual masa y energía para formar una única partícula con velocidad nula y energía en reposo Mc^2 . Si en el proceso de unión se conserva la energía, calcula razonadamente el valor de M en función de m y la velocidad de las partículas iniciales en función de la velocidad de la luz en el vacío, c .

Sol: $M=6m$, $0,943 \cdot 10^8$ m/s

44) (C Jul 20) La energía relativista de una partícula es $3/\sqrt{8}$ veces su energía en reposo. Calcula su velocidad en función de la velocidad de la luz en el vacío, c . Si se duplica dicha velocidad, ¿se duplica su energía? Responde razonadamente.

Sol: $1/3 c$; No.

45) (C Sept 20) Un muon (partícula elemental) generado por un rayo cósmico en la atmósfera, a 10 km de altura, viaja hacia el suelo, donde se determina que su velocidad (constante) es $v = 0,98c$. Calcula cuánto tiempo dura el vuelo del muon según una observadora situada en el suelo y también según otra que viaje con el muon. Determina la altura (distancia recorrida por el muon) según la observadora que viaja con el muon. Dato: velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s

Sol: Suelo: $3,4 \cdot 10^{-5}$ s; muón: $6,77 \cdot 10^{-6}$ s, 1990m

46) (C Jun 21) Una astronauta se encuentra en una nave espacial que se mueve a una velocidad $v = 0,5 c$ respecto a la Tierra (c es la velocidad de la luz en el vacío). En un cierto momento comunica a la base en la Tierra que va a dormir desde las 13 h hasta las 19 h, según los relojes de la nave. Calcula a qué hora se despertará, según los relojes de la Tierra (todos los relojes se sincronizan a las 13 h). Justifica adecuadamente tu respuesta.

Sol: 19 h y 54 minutos

47) (C Jul 21) Escribe las expresiones de la energía total y de la energía cinética de un cuerpo, en relación con su velocidad relativista, explicando la diferencia entre ambas energías. Una partícula cuya energía en reposo es $E_0 = 135$ MeV, se mueve con una velocidad $v = 0,5 c$. Calcula la energía relativista de la partícula en MeV y su energía cinética en julios. Dato: carga elemental, $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Sol: 155,9 MeV, $3,4 \cdot 10^{-12}$ J

48) (P Jun 22) El mesón J/ψ tiene una vida media de $7,2 \cdot 10^{-21}$ s en su sistema de referencia y de $1,1 \cdot 10^{-20}$ s cuando se mueve a velocidad relativista respecto a un sistema de referencia ligado al laboratorio. Calcula razonadamente: a) El valor de la velocidad respecto al laboratorio. b) La energía cinética y la energía total, en MeV, en ambos sistemas de referencia. Datos: masa (en reposo) del mesón J/ψ , $m_0 = 5,52 \cdot 10^{-27}$ kg; velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s; carga elemental, $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Sol: a) $2,27 \cdot 10^8$ m/s; b) ref. mesón: 0, 3016,25MeV;) ref. lab.: 1639,41MeV ; 4745,66 MeV

49) (C Jul 22) Calcula la velocidad que debe tener una partícula para que su energía relativista sea el doble de su energía en reposo ¿Sería posible que la velocidad de la partícula fuera el doble que la calculada anteriormente? Razona la respuesta. Dato: velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s

Sol: $2,6 \cdot 10^8$ m/s; No