

# Capítulo 1

## SEMINARIO FÍSICA RELATIVISTA

1. Se realiza un viaje interestelar de ida y vuelta a la estrella Sirio, situada a 8,6 años luz. Si la velocidad del viaje es igual al 99 % de la velocidad de la luz. ¿Cuál ha sido el tiempo de viaje para los pasajeros y para el equipo de control situado en la tierra?
2. Un astrónomo observa dos galaxias, mide sus velocidades y comprueba que se alejan de la Tierra en la misma dirección pero en sentidos contrario, con una velocidad de  $0,66c$  cada una. Averigua la velocidad con la que se alejan la una de la otra.
3. Un avión de longitud propia  $L_0 = 14 \text{ m}$  vuela paralelo al suelo con una velocidad de  $600 \text{ m/s}$ . Determina lo que se ha acortado el avión para un observador fijo en el suelo.
4. Un satélite se encuentra situado en una órbita geoestacionaria a una altura de  $3,6 \cdot 10^4 \text{ km}$  sobre la superficie de la Tierra y, por tanto, da un vuelta a esta cada 24 h. ¿Cuánto tardará el reloj del satélite en retrasar 1 s respecto a los relojes terrestres?.
5. La masa en reposo de un protón es  $m_p = 1,672622 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ . El LHC del CERN es capaz de acelerarlos hasta alcanzar una velocidad igual a 99,9999991 % de la velocidad de la luz en el vacío. ¿Cuál es su masa a esa velocidad?
6. Sobre un cuerpo de 1 g de masa, inicialmente en reposo, actúa una fuerza constante de 1000 N. Calcula:
  - a) El tiempo que tarda en alcanzar la velocidad de la luz según la mecánica clásica.

- b) La velocidad real que adquiere en ese tiempo, según la mecánica relativista.
7. Se determina por métodos ópticos, la longitud de una nave espacial que pasa por las proximidades de la Tierra, resultando ser de 100 metros. En contacto radiofónico, los astronautas que viajan en la nave comunican que la longitud de su nave es de 120 metros. ¿A qué velocidad viaja la nave con respecto a la nave?
8. Cuando una nave espacial está en reposo, su longitud es de 50 m. ¿Qué longitud medirá el mismo observador cuando la nave se mueva con una velocidad de  $2,4 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ?
9. Calcula el período de semidesintegración, medida en el laboratorio, de un muón que se mueve a  $0,6c$  respecto al laboratorio, si su vida media en reposo es de  $2,0 \cdot 10^{-6} \text{ s}$ ?
10. Una nave espacial que se acerca a la Tierra a una velocidad de  $2,2 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$  emite un rayo láser con una velocidad  $c$  respecto a la nave. ¿Cuál es la velocidad que medirá un observador en la Tierra para el rayo láser y por qué?
11. Un electrón tienen una energía en reposo de 0,51 MeV. Si el electrón se mueve con una velocidad de  $0,8c$ , se pide determinar su masa, su cantidad de movimiento y su energía total. Datos:  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ .
12. Un fotón cuya energía es  $1,32 \cdot 10^{-12} \text{ J}$  se materializa en un par electrón-positrón. Calcula la energía en Julios del par resultante. Datos:  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ ;  $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ . Nota: Un fotón es una partícula de energía cuya masa en reposo es cero.
13. Cuando una nave espacial está en reposo en la Tierra, su longitud propia es de 55 m.
- a) ¿Qué longitud medirá un observador ligado a la Tierra cuando la nave se mueva con una velocidad de  $2,40 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ?
- b) ¿Qué longitud medirá el tripulante de la nave?
- c) ¿Qué longitud presentará un objeto situado en la Tierra cuya longitud propia es de 55 m cuando la observa el tripulante de la nave en movimiento?
14. Expresa la energía total de una partícula en función de su cantidad de movimiento relativista. Como aplicación, calcula el momento lineal y la energía relativista de un electrón que se mueve a una velocidad de  $0,980c$ . Dato:  $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

15. Calcular el trabajo que hay que hacer sobre un protón para acelerarlo desde el reposo hasta una velocidad de  $2,40 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ . Dato:  $m_p = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
16. Una partícula subatómica ha sido acelerada hasta conseguir una energía cinética de 62 MeV y una cantidad de movimiento de  $1,75 \cdot 10^{-19} \text{ kgms}^{-1}$ .
- Determina su masa en reposo.
  - ¿Cuál es la velocidad que lleva?
17. ¿A qué velocidad debe moverse un electrón para que su masa en reposo sea igual a la del protón? Datos:  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$  ;  $m_p = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
18. (M14) Calcule:
- Determine la masa y la cantidad de movimiento de un protón cuando se mueve con una velocidad de  $2,70 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ .
  - Calcule el aumento de energía necesario para que el protón del apartado anterior cambie su velocidad de  $v_1 = 2,70 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$  a  $v_2 = 2,85 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ .
- Datos:  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ;  $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ .
19. (J13) Calcule:
- Determine la masa de un electrón que se mueve a una velocidad de  $2 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ .
  - Calcule la energía de un electrón que se mueve a una velocidad igual a  $0,8c$ .
- Datos:  $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ ;  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ .
20. (J12) Una partícula de 1 mg de masa en reposo es acelerada desde el reposo hasta que alcanza una velocidad  $v=0,6c$ , siendo  $c$  la velocidad de la luz en el vacío. Determine:
- La masa de la partícula cuando se mueve a la velocidad  $v$ .
  - La energía que ha sido necesario suministrar a la partícula para que ésta alcance dicha velocidad  $v$ .
- Datos:  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ .
21. (S09) La energía en reposo de un electrón es 0,511 MeV. Si el electrón se mueve con una velocidad  $v=0,8c$ , siendo  $c$  la velocidad de la luz en el vacío:
- ¿Cuál es la masa relativista del electrón para esta velocidad?

b) ¿Cuál es la energía relativista total?

Datos:  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ .

22. (**J08**) Justifique si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones, según la teoría de la relatividad especial:

- a) La masa de un cuerpo con velocidad  $v$  respecto de un observador es menor que su masa en reposo.
- b) La energía de enlace del núcleo atómico es proporcional al defecto de masa nuclear  $\Delta m$ .