

**FÍSICA - 2º BACHILLERATO**  
**FÍSICA RELATIVISTA**  
**HOJA 1**

1. Una nave realiza un viaje interestelar con una velocidad de  $0,999 \cdot c$ . ¿Cuánto tiempo ha transcurrido según los relojes terrestres si, según los de a bordo, la nave lleva 4 años viajando?

Sol. 89 años

2. Con respecto a un observador estacionario, la longitud de una nave en reposo es de 50 m. ¿qué longitud medirá el mismo observador cuando la nave se mueva con una velocidad de  $2,4 \cdot 10^8$  m/s?

Sol. 30 m

3. ¿A qué velocidad será la masa de un cuerpo el doble que la que tiene en reposo?

Sol.  $\frac{\sqrt{3}}{2} c$

4. Un neutrón tiene una energía en reposo de 939,573 MeV. ¿Cuál es su masa, expresada en kg, en dicho estado?

Sol.  $1,67 \cdot 10^{-27}$  kg

5. Un neutrón se mueve con una velocidad de  $0,9 c$ .

a) ¿Cuál es su masa relativista?

b) ¿Cuál será su momento lineal?

Sol. a)  $3,8 \cdot 10^{-27}$  kg                      b)  $1,03 \cdot 10^{-18}$  kg·m/s

6. Un haz de protones se acelera hasta alcanzar una energía de 900 MeV. Calcula la velocidad de dichas partículas.

Sol.  $2,58 \cdot 10^8$  m/s

7. Un mesón  $\pi^0$  tiene una energía en reposo de 135 MeV y se mueve con una velocidad de  $0,85 \cdot c$ . Determina:

a) Su energía total

b) Su energía cinética

c) Su momento lineal.

Sol. a) 256,23 MeV                      b) 121,23 MeV                      c) 217,8 MeV/c

8. La energía total de una partícula es el doble que su energía en reposo. ¿Con qué velocidad se mueve?

Sol.  $0,87 \cdot c$

Datos:

$$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$m_{\text{protón}} = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

# FÍSICA RELATIVISTA - HOJA 1

(1)  $\Delta t = 4$  años      ¿ $\Delta t'$ ?       $v = 0,999c$

$$\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{4}{\sqrt{1 - \left(\frac{0,999c}{c}\right)^2}} = \boxed{89 \text{ años}}$$

(2)  $\Delta L = 50$  m

$$\Delta L' = \Delta L \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 50 \sqrt{1 - \left(\frac{2,4 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^8}\right)^2} = \boxed{30 \text{ m}}$$

(3)  $m(v) = 2m$

$$\frac{m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = 2m \Rightarrow 1 = 2 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow$$

$$1 = 4 \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) \Rightarrow \frac{1}{4} = 1 - \frac{v^2}{c^2} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{4} - 1 = -\frac{v^2}{c^2} \Rightarrow \frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4} \Rightarrow$$

$$v^2 = \frac{3}{4}c^2 \Rightarrow \boxed{v = \frac{\sqrt{3}}{2}c}$$

$$(4) \quad E = mc^2$$

$$E = 939,573 \cdot 10^6 \text{ eV} \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} = 1,5 \cdot 10^{-10} \text{ J}$$

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{1,5 \cdot 10^{-10}}{9 \cdot 10^{18}} = \underline{1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}$$

$$(5) \quad v = 0,9 c$$

$$a) \quad m(v) = \frac{m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27}}{\sqrt{1 - \left(\frac{0,9c}{c}\right)^2}} = \underline{3,8 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}$$

$$b) \quad p = m(v) \cdot v = 3,8 \cdot 10^{-27} \cdot 0,9 \cdot 3 \cdot 10^8 = \underline{1,03 \cdot 10^{-18} \text{ kg m/s}}$$

$$(6) \quad E = \gamma mc^2 - mc^2 = (\gamma - 1) mc^2$$

$$\gamma - 1 = \frac{E}{mc^2} \Rightarrow \gamma = 1 + \frac{E}{mc^2}$$

$$E = 900 \text{ MeV} = 900 \cdot 10^6 \text{ eV} \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} = 1,44 \cdot 10^{-10} \text{ J}$$

$$\gamma = 1 + \frac{1,44 \cdot 10^{-10}}{1,673 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2} = 1,95$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \gamma^2 = \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$1 - \frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{\gamma^2} \Rightarrow 1 - \frac{1}{\gamma^2} = \frac{v^2}{c^2}$$

$$v^2 = \left(1 - \frac{1}{\gamma^2}\right) c^2$$

$$v = \sqrt{1 - \frac{1}{\gamma^2}} \cdot c = \sqrt{1 - \frac{1}{1,95^2}} \cdot 3 \cdot 10^8 = \underline{2,58 \cdot 10^8 \text{ m/s}}$$

7) a)  $mc^2 = 135 \text{ MeV}$

$$E_{\text{total}} = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{135}{\sqrt{1 - \left(\frac{0,85c}{c}\right)^2}} = \underline{256,27 \text{ MeV}}$$

b)  $E_c = E_{\text{total}} - E_{\text{rest}} = 256,27 - 135 = \underline{121,27 \text{ MeV}}$

c)  $p = \frac{mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{m \cdot 0,85c}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \cdot \frac{c}{c}$

$$p = \frac{0,85 mc^2}{c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{0,85 \cdot 135 \text{ MeV}}{c \sqrt{1 - \left(\frac{0,85c}{c}\right)^2}} = \underline{217,8 \text{ MeV}/c}$$

$$\textcircled{8} \quad E_{\text{total}} = 2mc^2$$

$$\frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = 2mc^2$$

$$\lambda = 2 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\lambda = 4 \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)$$

$$\frac{\lambda}{4} = 1 - \frac{v^2}{c^2}$$

$$-\frac{3}{4} = -\frac{v^2}{c^2}$$

$$v = \frac{3}{4}c$$

$$v = \frac{\sqrt{3}}{2}c$$

$$v = 0,87c$$