

51 Per formare dell'acqua, vengono usati  $m_1 = 2,0$  kg di idrogeno e  $m_2 = 16,0$  kg di ossigeno. Il processo di formazione libera circa  $2,0 \times 10^8$  J di energia.

- Calcola la quantità di massa perduta nella produzione dell'acqua.

[ $2,2 \times 10^{-9}$  kg]

$$\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2} = \frac{2,0 \times 10^8 \text{ J}}{\left(3,0 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} = 0,222... \times 10^{-8} \text{ kg} \approx \boxed{2,2 \times 10^{-9} \text{ kg}}$$

52 Considera una particella di massa  $m = 1,0 \times 10^{-26}$  kg, in quiete nel sistema di riferimento del laboratorio, che decade e si divide in due parti uguali, ognuna di massa  $0,45m$ .

- Calcola l'energia emessa nel decadimento.

[ $9,0 \times 10^{-11}$  J]

$$\begin{aligned} \Delta E = \Delta m c^2 &= (1 - 2 \times 0,45) m c^2 = 0,10 \left(1,0 \times 10^{-26} \text{ kg}\right) \left(3,0 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = \\ &= 0,90 \times 10^{-10} \text{ J} \approx \boxed{9,0 \times 10^{-11} \text{ J}} \end{aligned}$$

53 Un oggetto di alluminio di massa  $m = 3,0$  kg viene riscaldato da  $20^\circ\text{C}$  a  $570^\circ\text{C}$ . Il calore specifico dell'alluminio è  $c_s = 0,90$  kJ / (kg · K).

- Calcola la variazione percentuale della massa dell'oggetto. La risposta varia se varia la massa dell'oggetto?

[ $5,5 \times 10^{-10}$  %]

$$\Delta E = c_s m \Delta T$$

$$\Delta E = \Delta m c^2$$

$$\Delta m c^2 = c_s m \Delta T \Rightarrow \frac{\Delta m}{m} = \frac{c_s \Delta T}{c^2} = \frac{\left(0,90 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}\right) (550 \text{ K})}{\left(3,0 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} =$$

$$= 55 \times 10^{-13} = 5,5 \times 10^{-12} = \boxed{5,5 \times 10^{-10} \%}$$

Il muone e la sua antiparticella hanno la stessa massa, pari a circa 207 volte la massa dell'elettrone, e cariche elettriche opposte. Quando un muone e un antimuone interagiscono tra loro, si annichilano (cioè scompaiono) rilasciando energia.

- ▶ Calcola la minima energia che viene rilasciata nell'annichilazione di una coppia muone-antimuone.
- ▶ In un processo di annichilazione vengono emesse onde elettromagnetiche dello stesso tipo che viaggiano in direzioni opposte: qual è la minima quantità di moto trasportata da ciascuna onda?

$$[3,4 \times 10^{-11} \text{ J}; 5,7 \times 10^{-20} \text{ kg} \cdot \text{m/s}]$$

$$E_{\text{MIN.}} = 2E_0 = 2mc^2 = 2(207 \cdot 9,11 \times 10^{-31} \text{ Kg}) \left(3,0 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 =$$

EN. A RIPOSO  
 DI CIASCUNA  
 DELLE 2 PARTICELLE

$$= 33943,86 \times 10^{-15} \text{ J} \approx \boxed{3,4 \times 10^{-11} \text{ J}}$$

$$p = \frac{E}{c} \Rightarrow p = \frac{E/2}{c} = \frac{E}{2c} = \frac{3,394386 \times 10^{-11} \text{ J}}{2(3,0 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})} =$$

QUANTITÀ DI  
 MOTO TRASPORTATA  
 DALL'ONDA

$$= 0,5657... \times 10^{-19} \text{ Kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx$$

$$\approx \boxed{5,7 \times 10^{-20} \text{ Kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$