

Wie viele Neutrinos entstehen in der Sonne pro Sekunde?

Geg.: Ruhemasse Proton	$m_p = 1,67265 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Ruhemasse Heliumkern	$m_{\square} = 6,64295 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Vakuumlichtgeschwindigkeit	$c = 2,9979 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
Leuchtkraft der Sonne	$L_S = 3,846 \cdot 10^{26} \text{ W}$

Ges.: Neutrinorate n_{\square}

Lös.:

Ausgangspunkt der Berechnung ist die Überlegung, dass die Sonne ihre Energie aus der Fusion von Wasserstoff zu Helium gewinnt. Der dabei eintretende Massendefekt, d. h. die Differenz zwischen der Summe der Massen von vier ungebundenen Protonen und der Masse des Heliumkerns beträgt $0,04765 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

Aus dem Massendefekt kann entsprechend der von Einstein gefundenen Beziehung die bei der Bildung eines Heliumkerns frei gewordene Energie E berechnet werden.

$$E = m \cdot c^2,$$

$$E = 0,04765 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot (2,9979 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2,$$

$$E = 4,5206 \cdot 10^{-12} \text{ J}.$$

Zur Erzeugung der Sonnenleuchtkraft muss eine große Zahl von Heliumkernen pro Sekunde gebildet werden. Pro Heliumkern werden zwei Neutrinos erzeugt. Für die Neutrinorate erhält man folglich

$$n_i = \frac{L_S}{E} \cdot 2,$$

$$n_i = \frac{3,846 \cdot 10^{26} \text{ W}}{4,5206 \cdot 10^{-12} \text{ Ws}} \cdot 2,$$

$$n_i \approx 1,8 \cdot 10^{38} \frac{1}{\text{s}}.$$

Pro Sekunde verlassen $1,8 \cdot 10^{38}$ Neutrinos die Sonne.