

Übungsblatt Masse-Energie-Äquivalenz

1) Ein Lithiumionen-Akku für ein Auto mit einer Kapazität von 100 Ah hat eine Spannung von 12 Volt und eine Masse von 15 kg. Wie viel Masse verliert der Akku bei einer vollständigen Entladung?

Angabe:

$$C := 100 \text{ A hr}$$

$$U := 12 \text{ V}$$

Berechnung:

$$E := C \cdot U = 4,32 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$\Delta m := \frac{E}{c^2} = 4,8066 \cdot 10^{-11} \text{ kg}$$

Lösung:

Der Akku verliert bei der Entladung eine Masse von $\Delta m = 4,8066 \cdot 10^{-11} \text{ kg}$

Übungsblatt Masse-Energie-Äquivalenz

Ein Lithiumionen-Akku mit einer Spannung von 1,2 V wird geladen. Dabei nimmt die Masse um $9,6 \cdot 10^{-14}$ kg zu. Welche Kapazität hat der Akku?

Angabe:

$$U := 1,2 \text{ V}$$

$$m := 9,6 \cdot 10^{-14} \text{ kg}$$

Berechnung:

$$E := m c^2 = 8628,0497 \text{ J}$$

$$C := \frac{E}{U} = 7190,0414 \text{ C}$$

$$C = 1997,2337 \text{ mA hr}$$

Lösung:

Der Akku hat eine Kapazität von $C = 1997,2337 \text{ mA hr}$

Übungsblatt Masse-Energie-Äquivalenz

3) Durch die Kernfusion auf der Sonne tritt ein Massendefekt von ca. 4,2 Millionen Tonnen pro Sekunde auf. Welche Energie wird dadurch frei?

Angabe:

$$m := 4,2 \cdot 10^6 \text{ t}$$

Berechnung:

$$E := m c^2 = 3,7748 \cdot 10^{26} \text{ J}$$

Lösung:

Die pro Sekunde freiwerdende Energie beträgt: $E = 3,7748 \cdot 10^{26} \text{ J}$

Übungsblatt Masse-Energie-Äquivalenz

4) Der Heizwert eines fossilen Brennstoffs beträgt ca. 30 MJ/kg
Berechne den Massendefekt, wenn 10 kg verbrannt werden.

Angabe:

$$m_{\text{Brennstoff}} := 10 \text{ kg}$$

$$H := 30 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$$

Berechnung:

$$E_{\text{verbrannt}} := m_{\text{Brennstoff}} \cdot H = 3 \cdot 10^8 \text{ J}$$

$$\Delta m := \frac{E_{\text{verbrannt}}}{c^2} = 3,338 \cdot 10^{-9} \text{ kg}$$

Lösung:

Bei der Verbrennung von $m_{\text{Brennstoff}} = 10 \text{ kg}$ des Brennstoffes, entsteht ein Massendefekt

von $\Delta m = 3,338 \cdot 10^{-9} \text{ kg}$

Übungsblatt Masse-Energie-Äquivalenz

5) Wie viel Energie wird frei wenn 1kg Deuterium-Atome (H-2, $m_{\text{Deuterium}}=2,01410175 \text{ u}$) bei einer Kernfusion zu Helium (He-4, $m_{\text{Helium}}=4,001506 \text{ u}$) verschmolzen werden.

Reaktion: $\text{H-2} + \text{H-2} \rightarrow \text{He-4}$

Angabe:

$$m_{\text{Deuterium}} := 1 \text{ kg}$$

$$m_{\text{u_Deuterium}} := 2,01410175 \text{ u}$$

$$m_{\text{u_Helium}} := 4,001506 \text{ u}$$

Berechnung:

Massendefekt in Atommassen

$$\Delta m_{\text{Atommasse}} := 2 \cdot m_{\text{u_Deuterium}} - m_{\text{u_Helium}} = 0,0267 \text{ u}$$

Relativer Massendefekt pro 2 Deuterium Atome

$$\Delta m_{\text{Relativ}} := \frac{\Delta m_{\text{Atommasse}}}{2 \cdot m_{\text{u_Deuterium}}} = 0,0066$$

Bei einem kg: $\Delta m := \Delta m_{\text{Relativ}} \cdot m_{\text{Deuterium}} = 0,0066 \text{ kg}$

$$E := \Delta m \cdot c^2 = 5,9566 \cdot 10^{14} \text{ J}$$

Lösung:

Bei der Kernfusion von $m_{\text{Deuterium}} = 1 \text{ kg}$ wird eine Energie von $E = 5,9566 \cdot 10^{14} \text{ J}$ frei.