

Übungen zu Experimentalphysik II

Blatt 5

Masse und Energie

- 1.) Berechnen Sie aus den Massen von Proton, Neutron und Elektron deren Ruheenergie in eV.
- 2.) Bei der Zerstrahlung eines Elektrons mit einem Positron wird die gesamte Masse in Strahlung umgewandelt.
  - a) Welche Energie (in MeV) wird dabei frei?
  - b) Berechnen Sie die Energie, die bei der Zerstrahlung von einem Kilogramm Elektron-Positron-Paaren freigesetzt wird.
- 3.) Bei der Fusion von Wasserstoff zu Helium ( $Z = 2, A = 4.00260 \text{ u}$ ) wie sie in Sternen vorkommt, entsteht aus vier Protonen ein Heliumkern.
  - a) Wie groß ist der Massendefekt ( $4m_p + 2m_e - m_{\text{He}^4}$ )?
  - b) Wie vielen Elektronenmassen entspricht das?
  - c) Welche Energie (in MeV) wird dabei frei?
  - d) Berechnen Sie die Energie, die bei der Fusion von einem Kilogramm Wasserstoff freigesetzt wird.
- 4.) Bei der Spaltung eines  $\text{U}^{235}$ -Kernes ( $Z = 92, A = 235 \text{ u}$ ) werden Energien von 200 MeV freigesetzt. Berechnen Sie die Energie, die bei der Spaltung von einem Kilogramm des  $\text{U}^{235}$ -Isotops freigesetzt wird.
- 5.) Berechnen Sie die Masse von Kohle mit einem Heizwert von 30 MJ/kg, die benötigt wird, um dieselbe Energie freizusetzen, wie in den drei vorhergehenden Beispielen. Schätzen Sie aus dem Heizwert die Energie (in eV) pro Kohlenstoffatom ( $A = 12 \text{ u}$ ), die bei der Verbrennung frei wird.
- 6.) Ergänzen Sie jetzt folgende Tabelle:

| Prozess                          | Massendefekt /<br>Elementarereignis | Freigesetzte<br>Energie / Ele-<br>mentarereignis | Massendefekt /<br>kg Ausgangs-<br>material | Freigesetzte Ener-<br>gie / kg Ausgangs-<br>material |
|----------------------------------|-------------------------------------|--|--|--|
| Elektron-<br>Positronvernichtung | $2 m_e$                             | 1.022 MeV  | 1  | $9 \times 10^{10} \text{ MJ / kg}$                   |
| Wasserstofffusion                | $\approx 50 m_e$                    | 25.5 MeV   | $6.9 \times 10^{-3}$                       | $6.2 \times 10^8 \text{ MJ / kg}$                    |
| Urankernspaltung                 | $\approx 400 m_e$                   | 200 MeV  | $9.1 \times 10^{-4}$                       | $8.2 \times 10^7 \text{ MJ / kg}$                    |
| Kohleverbrennung                 | $\approx 7.2 \times 10^{-6} m_e$    | 3.7 eV   | $3.3 \times 10^{-10}$                      | 30 MJ / kg   |

- 7.) Ein moderner Mensch verbraucht pro Jahr in etwa die Energie, die der Verbrennung von 10 t Kohle entspricht. Vergleichen Sie dies mit den obigen Beispielen. Schätzen Sie den jährlichen Energieverbrauch einer Stadt mit 100000 Einwohnern.

- Wie schnell wird Energie freigesetzt?
- Unterschied Leistung / Energie

Zusammenhang :

$$P = \dot{E} = \frac{dE}{dt}$$