7 Vztah mezi energií a hmotností

7.1) Určete přírůstek hmotnosti jednoho kilogramu vody při ohřátí z 0 °C na 100 °C.

[$5 \cdot 10^{-12}$ kg]

7.2) Pružinu, která má tuhost $1{,}5 \cdot 10^4$ N·m^{-1}, prodloužíme o 5 cm. Určete přírůstek její hmotnosti.

[$2{,}08 \cdot 10^{-16}$ kg]

7.3) Led o počáteční teplotě 0 °C a hmotnosti 15 kg se ohříváme, až roztaje a voda dosáhne teploty 100 °C. Určete rozdíl mezi hmotností ledu o teplotě 0 °C a vody o teplotě 100 °C.

[$1{,}26 \cdot 10^{-10}$ kg]

7.4) Klidová hmotnost deuteronu (částice složená z protonu a neutronu) je $m_d = 3{,}343\,3 \cdot 10^{-27}$ kg (klidová hmotnost protonu je $m_p = 1{,}672\,6 \cdot 10^{-27}$ kg, neutronu $m_n = 1{,}674\,9 \cdot 10^{-27}$ kg). Vysvětlete, proč je součet klidových hmotností protonu a neutronu větší než klidová hmotnost deuteronu, a z rozdílu těchto hmotností, který nazýváme **hmotnostní úbytek**, vypočítejte vazební energii deuteronu.

[$3{,}78 \cdot 10^{-13}$ J]

7.5) Jak se změní hmotnost soustavy, pokud přijme energii 1,5 MJ?

[$1{,}66 \cdot 10^{-11}$ kg]

7.6) Vypočítejte vazební energii připadající na jeden nukleon jádra uranu $^{238}_{92}$U a porovnejte jí s vazební energii připadající na jeden nukleon jádra jódu $^{127}_{53}$I. Relativní atomová hmotnost uranu $A_{rU} \approx 238{,}05$, relativní atomová hmotnost jódu $A_{rI} \approx 126{,}90$. ($m_p = 1{,}672\,6 \cdot 10^{-27}$ kg, $m_n = 1{,}674\,9 \cdot 10^{-27}$ kg)

[$2{,}82 \cdot 10^{-10}$ J; $1{,}18 \cdot 10^{-12}$ J; $1{,}68 \cdot 10^{-10}$ J; $1{,}33 \cdot 10^{-12}$ J]

7.7) Elektron má klidovou hmotnost $m_0 = 9 \cdot 10^{-31}$ kg, určete jeho klidovou energii.

[$8{,}19 \cdot 10^{-14}$ J]

7.8) Podle rovnice $E = mc^2$ má každý materiální objekt s celkovou energií E hmotnost $m = E/c^2$. Určete podle této rovnice hmotnost fotonu monofrekvenčního světla o vlnové délce λ = 500 nm.

[$4{,}42 \cdot 10^{-36}$ kg]

7.9) Hustota zářivého toku Slunce ve střední vzdálenosti Země od Slunce ($r = 1{,}5 \cdot 10^{11}$ m) je určena solární konstantou (K = 1 327 W·m^{-2}). Zjistěte celkovou energii vyzářenou Sluncem za jednu sekundu a úbytek hmotnosti Slunce za tuto dobu.

[$3{,}75 \cdot 10^{26}$ J; $4{,}17 \cdot 10^{9}$ kg]

7.10) Kolik jaderných přeměn se v jádru Slunce odehraje za jednu sekundu? Použijte hmotnostní úbytek za jednu sekundu ve Slunci (z předchozího příkladu), hmotnost jádra vodíku a hmotnost jádra helia jsou $m_H = 1{,}0079u$, $m_{He} = 4{,}0026u$ (atomová hmotnostní konstanta $u = 1{,}66 \cdot 10^{-27}$ kg).

[$8{,}65 \cdot 10^{37}$]

7.11) Žárovka o příkonu 200 W svítí trvale po dobu jednoho roku. Předpokládáme, že cca 4 % dodané energie se v žárovce přemění na energii světelnou. Jaká je hmotnost světla vyzářeného žárovkou za jeden rok? Jak dlouho by musela svítit, aby vyzářené světlo mělo hmotnost 1,5 g?

[$2{,}80 \cdot 10^{-9}$ kg; $5{,}35 \cdot 10^{5}$ let]