Struktura mikrosvěta. Kvantová mechanika.

Konstanty

$m_u = 1{,}661 \cdot 10^{-27}\text{kg}$

$m_p = 1{,}673 \cdot 10^{-27}\text{kg}$

$m_n = 1{,}675 \cdot 10^{-27}\text{kg}$

$m_e = 9{,}110 \cdot 10^{-31}\text{kg}$

$e = 1{,}602 \cdot 10^{-19}\,\text{C}$

$c = 3 \cdot 10^{8}\text{ms}^{-1}$

$h = 6{,}625 \cdot 10^{-34}\text{Js}$

$1\ \text{eV} = \ 1{,}602 \cdot 10^{-19}\,\text{J}$

Vzorce

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

$E = hf$

$f = \frac{c}{\lambda}$

Zadání

1. Jaká je přibližná hmotnost atomu železa, je-li $A_r = \ 55{,}847$? Jaký je přibližný počet atomů obsažených v 1 kg železa?
2. Z jakých částic se skládá atom izotopu uhlíku $^{14}_{6}\text{C}$?
3. Jaký je celkový náboj jádra atomu $^{14}_{6}\text{C}$?
4. Celkový náboj elektronů v neutrálním atomu je – 1,2816 $\cdot 10^{-18}$ C. O jaký prvek se jedná?
5. Jaká je přibližná hmotnost atomu helia? (Helium: Ar = 4,003)
6. Jestliže by se atom zvětšil tak, že jeho průměr by byl přibližně 60 km (vzdálenost Příbram – Praha), jaký by byl průměr jeho jádra?
7. Vypočítejte kolikrát je hmotnost protonu nebo neutronu větší než hmotnost elektronu.
8. Jaká energie by se uvolnila při složení jádra $^{3}_{2}\text{He}$ z jednotlivých částic ($A_r = 3{,}016$)?
9. Elektromagnetické záření má frekvenci $7{,}9 \cdot 10^{14}$Hz. Jaká je jeho vlnová délka? Jakou energii a hmotnost má foton tohoto záření? O jaký druh záření se jedná?
10. Červené světlo má vlnovou délku 790 nm. Jakou energii a hmotnost má foton tohoto záření?
11. Vyjádřete energie fotonů z úloh 8. a 9. v elektronvoltech.
12. Lidské oko vnímá žluté světlo již při nepatrném výkonu 1,7 . 10^{-18} W. Kolik fotonů při tom dopadá na sítnici oka za 1 sekundu? (Uvažujte vlnovou délku 600 nm.)

Řešení

1. Hmotnost jednoho atomu železa je přibližně $9{,}35 \cdot 10^{-25}$ kg. V jednom kg železa je přibližně $1{,}07 \cdot 10^{25}$ atomů.
2. Atom se skládá z 6 protonů, 8 neutronů a 6 elektronů.
3. Celkový náboj jádra atomu ${}^{14}_{6}\mathrm{C}$ je $9{,}612 \cdot 10^{-19}$ C.
4. Tento prvek má 8 elektronů v obalu a tedy 8 protonů v jádře; je to kyslík.
5. Hmotnost atomu helia je asi $6{,}649 \cdot 10^{-27}$ kg.
6. Průměr jádra by byl přibližně 0,6 m.
7. Proton má 1836 krát větší hmotnost a neutron 1838 krát větší hmotnost než elektron.
8. Uvolnila by se energie $1{,}028 \cdot 10^{-12}\mathrm{J} = 6{,}4$ GeV.
9. Vlnová délka je přibližně 380 nm, ta odpovídá fialovému světlu na konci spektra viditelného záření. Foton tohoto záření má energii $5{,}23 \cdot 10^{-19}\mathrm{J}$ a hmotnost $5{,}82 \cdot 10^{-36}$ kg.
10. Energie fotonu je $2{,}52 \cdot 10^{-19}\mathrm{J}$ a jeho hmotnost $2{,}80 \cdot 10^{-36}$ kg.
11. $5{,}23 \cdot 10^{-19}\mathrm{J} = 3{,}3$ eV a $2{,}52 \cdot 10^{-19}\mathrm{J} = 1{,}57$ eV
12. 5 fotonů