

Atomová fyzika

a) Celková energie elektronu v základním stavu je $E_1 = -13,6 \text{ eV}$. Považujeme ho za klasickou částici, která obíhá proton po kruhové dráze. Určete tento poloměr, potenciální energii, kinetickou energii a rychlost elektronu. (pozn: potenciální

energie v radiálním poli se počítá $E_p = -k \frac{Q_1 Q_2}{r}$)

b) Porovnejte de Broglieho vlnovou délku elektronu a délku trajektorie elektronu

c) jak velký proud vytváří obíhající elektron v atomu vodíku? Jak velké magnetické pole elektron vytváří?

[$r = k e^2 / 2 E_1 = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ m}$, $E_p = 2 E_1 = -27,2 \text{ eV}$, $E_k = -E_1 = 13,6 \text{ eV}$, $v^2 = 2 E_k / m = (2,2 \cdot 10^6 \text{ m/s})^2$, b) rovnají se, c) $1,06 \text{ mA}$, $12,6 \text{ T}$]

Jaká je energie prvního excitovaného stavu elektronu v atomu vodíku? Jakou energii vyzáří při přechodu do základního stavu? Jakou vlnovou délku a barvu bude mít pozorovaná spektrální čára? Jakému přechodu odpovídá světlo vodíkové výbojky o vlnové délce 656 nm ?

[$E_n = E_1 / n^2 = -3,4 \text{ eV}$, $\Delta E = 10,2 \text{ eV}$, $\lambda = 122 \text{ nm}$, $3 \rightarrow 2$]

Určete hodnotu energie potřebnou k ionizaci 1 molu atomárního vodíku ze základního stavu. [$1,31 \text{ MJ/mol}$]

Při jaké teplotě je průměrná energie jedné molekuly plynného vodíku rovna energii potřebné k odtržení elektronu z atomu vodíku?

[$E = 5/2 \cdot kT$, $T = 63\,000 \text{ K}$]

Kolik stavů s různými hodnotami vedlejšího (orbitálního) l , magnetického m a spinového s kvantového čísla existuje pro hlavní kvantové číslo $n=4$?

[$2+6+10+14$]

Odvoďte vazebnou energii připadající na jeden nukleon pomocí ekvivalence hmoty a energie pro jádro ${}^4\text{He}$. Hmotnost volného protonu je $m_p = 1,00727 \text{ u}$, hmotnost volného neutronu je $m_n = 1,00866 \text{ u}$. Hmotnost jádra ${}^4\text{He}$ je $m_{\text{He}} = 4,0026 \text{ u}$.

[$4,89 \cdot 10^{-29} \text{ kg}$, $E = 4,4 \cdot 10^{-12} \text{ J} = 27 \text{ MeV}$]

Konečným produktem rozpadu ${}^{232}_{90}\text{Th}$ je izotop olova ${}^{208}_{82}\text{Pb}$. Určete, kolik částic α a kolik částic β se při této přeměně uvolnilo?

[6α , 4β]

Velmi pomalý neutron byl zachycen jádrem ${}^{10}_5\text{B}$ a vyvolal jadernou reakci ${}^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^7_3\text{Li} + {}^4_2\text{He}$. Při tom se uvolnila energie $E_r = 2,8 \text{ MeV}$. Jaká bude energie jádra lithia ($m(\text{Li}) = 6,941 \text{ u}$) a částice α ($m(\text{He}) = 4,003 \text{ u}$)?

[platí ZZE, ZZH, energii i hybnost před zachycením považujeme za nulové; $E(\text{He}) = 1,78 \text{ MeV}$, $E(\text{Li}) = 1,02 \text{ MeV}$]

a) Vypočítejte, kolik ${}^{235}\text{U}$ spotřebuje za rok jeden Temelínský reaktor o elektrickém výkonu 1000 MW . Účinnost elektrárny je 30% . Při štěpení jednoho jádra ${}^{235}\text{U}$ se uvolní energie asi 200 MeV .

b) Odhadněte, kolik je potřeba k zajištění tohoto výkonu vytěžit uranové rudy, která obsahuje $0,2 \%$ čistého uranu, který obsahuje $0,7 \%$ izotopu ${}^{235}\text{U}$.

c) Kolik hnědého uhlí o výhřevnosti 15000 kJkg^{-1} by bylo potřeba k zajištění tohoto výkonu? [1235 kg , 88000 t , 7000000 t]

V atmosféře Země neustále probíhá jaderná reakce při níž kosmické záření bombarduje jádra dusíku ${}^{14}_7\text{N}$, z něž beta plus rozpadem vzniká radioaktivní uhlík ${}^{14}_6\text{C}$, který se rozpadá beta mínus rozpadem s poločasem rozpadu 5730 let .

a) Zapište rovnice těchto jaderných reakcí.

[${}^{14}_7\text{N} \rightarrow {}^{14}_6\text{C} + {}^0_1\text{e}^+ + {}^0_0\text{v}_e$, ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}\text{e}^- + {}^0_0\text{v}_e$]

b) Vysvětlete princip radioaktivního datování pomocí uhlíku ${}^{14}\text{C}$

c) Vzorek dřevěného uhlí obsahuje 21% koncentraci uhlíku ${}^{14}\text{C}$ oproti živému dřevu. Určete stáří vzorku. [$12,9 \text{ tis. let}$]

Jeden gram uranu ${}^{238}\text{U}$ vyzáří za 1 sekundu $1,24 \cdot 10^4$ částic alfa. Určete aktivitu vzorku a poločas rozpadu.

[$A = 1,24 \cdot 10^4 \text{ Bq}$; $A = -\Delta N / t = N \cdot \lambda$; $T = \ln 2 / \lambda = 4,5 \cdot 10^9 \text{ let}$]

a) Jaké rozlišujeme druhy radioaktivního záření? Proč jsou v přírodě pouze 4 rozpadové řady?

b) Čím je ionizující záření nebezpečné pro člověka?

c) Vysvětlete význam jednotek gray a sievert. Jaká hodnota ekvivalentní dávky už je nebezpečná?

d) Jaké jsou hlavní zdroje radioaktivity v běžném životě? V jakých hodnotách se pohybuje velikost ekvivalentní dávky?

e) K čemu se ionizující záření používá v medicíně?

Popište základní princip konstrukce a) štěpné a fúzní bomby, b) štěpné a fúzní elektrárny.

Vysvětlete pojmy: lepton, hadron, mezon, baryon, kvark, antičástice