

**Základy kvantové fyziky. Planckův zákon záření černého tělesa. Stefanův-Boltzmannův zákon. Wienův posunovací zákon. Fotoelektrický jev, Comptonův rozptyl. Fotony. Rentgenové záření, difrakce rentgenového záření.**

- 1) Teplota lidské pokožky je přibližně 35°C. Jaká vlnová délka odpovídá záření, které je emitováno pokožkou a v jaké oblasti spektra elektromagnetického záření se nachází ?  
(9,4.10<sup>-6</sup> m)
- 2) Počáteční termodynamická teplota černého tělesa byla 2000 K . Vypočítejte o jakou hodnotu se tato teplota změní, jestliže vlnová délka, které přísluší maximální hodnota spektrální hustoty vyzařování vzroste o 500 nm.  
(514 K)
- 3) Hvězda má povrchovou teplotu 30000 K. Na jakou vlnovou délku připadá maximum energie vyzářené touto hvězdou? Kolik energie vyzáří hvězda za 1 hodinu z 1 m<sup>2</sup> svého povrchu?  
(96,3 nm; 1,65.10<sup>14</sup> J)
- 4) Vlnová délka příslušející maximální hodnotě energie vyzařované z povrchu Slunce je přibližně 500 nm. Považujte Slunce za černé těleso a vypočítejte:
  - a) teplotu na povrchu Slunce
  - b) intenzitu vyzařování z povrchu Slunce
  - c) kolik energie vyzáří Slunce za 1 hodinu z 1 m<sup>2</sup> svého povrchu?  
(5780 K; 6,3.10<sup>7</sup> W.m<sup>-2</sup> ; 2,2.10<sup>11</sup> J)
- 5) Vypočítejte proud, který musí procházet kovovým vláknem o průměru 0,1 mm, nacházejícím se ve vyčerpané baňce, aby jeho teplota měla stálou hodnotu 2600 K. Předpokládejte, že povrch vlákna vyzařuje jako černé těleso. Zanedbejte ztráty tepla způsobené vedením tepla. Rezistivita materiálu vlákna při dané teplotě je 5,6.10<sup>-8</sup> Ω.m.  
(10,7 A)
- 6) Určete rezistivitu materiálu, z něhož je vyrobeno vlákno o průměru 0,12 mm, které se nachází ve vyčerpané baňce, prochází jím proud 2,23 A a jeho teplota je udržována na stálé hodnotě 2400 K. Předpokládáme, že vlákno vyzařuje energii jako absolutně černé těleso. Tepelné ztráty spojené s vedením tepla zanedbejte.  
(1,6.10<sup>-6</sup>Ω.m)
- 7) Při ozáření fotokatody ultrafialovým zářením o kmitočtu 2,2.10<sup>15</sup> Hz je třeba k zastavení fotoelektrického proudu působit na emitované elektrony brzdícím napětím 6,6 V. Určete výstupní práci kovu ze kterého je zhotovena fotokatoda.  
(2,5 eV)
- 8) Mezní vlnová délka záření vyvolávající fotoelektrický jev u draslíku je 577 nm. Jaká je minimální energie světelného kvanta, při níž na draslíku dochází k fotoemisi? Určete maximální energii fotoelektronů, které byly z draslíku uvolněny světlem o vlnové délce 400 nm.  
( 2,15 eV; 0,95 eV)
- 9) Jakou rychlostí vylétují elektrony z povrchu destičky z cesia, která je osvětlována monofrekvenčním světlem o vlnové délce 600 nm, výstupní práce cesia je 1,935 eV?  
(2,17.10<sup>5</sup> m.s<sup>-1</sup>)

- 10) Lze při demonstraci fotoelektrického jevu pomocí destičky z cesia použít viditelné světlo, jestliže hodnota výstupní práce cesia je 1,935 eV? (ano)
- 11) Při Comptonově rozptylu rentgenového záření na vzorku uhlíku mají fotony rozptýlené pod úhlem  $45^\circ$  od původního směru vlnovou délku  $2,1 \cdot 10^{-12}$  m. Jaká je vlnová délka dopadajícího záření? Jakou energii předá dopadající foton elektronu po srážce? ( $1,39 \cdot 10^{-12}$  m;  $4,8 \cdot 10^{-14}$  J)
- 12) Po dopadu svazku rentgenového záření o vlnové délce  $1,10^{-10}$  m na destičku z tuhy dochází ke Comptonově jevu. Určete:
- vlnovou délku rozptýleného záření odchýleného od původního směru o úhel  $90^\circ$
  - energii, kterou získá elektron při srážce
- ( $1,02 \cdot 10^{-10}$  m;  $4,7 \cdot 10^{-17}$  J)
- 13) Rentgenové záření o vlnové délce 22 pm se rozptyluje na uhlíkovém terči. Jaká je vlnová délka svazku rozptýleného pod úhlem  $85^\circ$  vůči dopadajícímu svazku? ( $2,42 \cdot 10^{-11}$  m)
- 14) Určete napětí na rentgenové lampě, je-li známo, že rentgenové záření vysílané lampou neobsahuje vlnové délky kratší než  $2,06 \cdot 10^{-11}$  m. (60,3 kV)

**Vlnová mechanika. Vlnová funkce a její interpretace. Heisenbergovy relace neurčitosti. Schrödingerova rovnice. Příklady použití Schrödingerovy rovnice.**

- 15) Určete, jakým napětím byl urychlen elektron, jestliže vlnová délka příslušné de Broglieovy vlny je  $1 \cdot 10^{-10}$  m? (150 V)
- 16) V obrazovce televizního přijímače jsou elektrony urychleny napětím 15 kV. Jaká je maximální rychlost a de Broglieho vlnová délka těchto elektronů? ( $7,3 \cdot 10^7$  m.s<sup>-1</sup>;  $1 \cdot 10^{-11}$  m)
- 17) Poloha středu kuličky o hmotnosti 1 g a poloha elektronu jsou známy s přesností 0,01 cm. Určete nejmenší nepřesnost rychlosti, s níž můžeme určit rychlost kuličky a rychlost elektronu.
- 18) Elektron v atomu se může nalézat v oblasti o rozměrech  $10^{-10}$  m. Jaká je minimální neurčitost jeho x-ové složky rychlosti?
- 19) Elektron s kinetickou rychlostí 12 eV má rychlost  $2,05 \cdot 10^6$  m.s<sup>-1</sup>. Předpokládejme, že se elektron pohybuje ve směru osy x a že můžeme měřit jeho rychlost s přesností 0,50%. Jaká je nejmenší neurčitost, se kterou můžeme současně stanovit polohu elektronu?

**Atomová fyzika. Atomový obal. Atom vodíku, kvantová čísla. Mnohaelektronové atomy. Lasery.**

- 20) Jaká je energie prvního excitovaného stavu elektronu v atomu vodíku? Jakou energii vyzaří při přechodu do základního stavu? Jakou vlnovou délku a barvu bude mít pozorovaná spektrální čára? (-3,38 eV; 10,22 eV; 122 nm)
- 21) Určete energii a frekvenci fotonu, který se vyzaří při přechodu elektronu z třetí do druhé energetické hladiny v atomu vodíku. Energie elektronu v základním stavu je -13,6 eV. (1,9 eV;  $4,5 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$ )
- 22) Určete rozsah vlnových délek spektrálních čar Balmerovy série (přechod z n-té kvantové dráhy na druhou kvantovou dráhu). (367 nm; 660,5 nm)
- 23) Pomocí Pauliho principu stanovte, jaký je největší možný počet elektronů na atomové slupce, které přísluší hlavní kvantové číslo  $n = 4$ . (32)

**Fyzika atomového jádra. Základní pojmy, základní částice. Rozměr jádra. Jaderné síly. Vazební energie jádra. Jaderné přeměny. Přeměnový zákon. Aktivita zářiče. Absorpce záření. Jednotky používané při měření radioaktivity. Detekce záření.**

- 24) Vazební energie deuteronu je 2,37 MeV. Určete hmotnostní schodek jádra deuteronu. ( $4 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$ )
- 25) Určete přeměnovou konstantu radioaktivní látky, víte-li, že za hodinu klesne její aktivita o 10 %. Jaký je poločas přeměny této radioaktivní látky? (6,6 h)
- 26) V dřevěné tříse se zmenšil obsah radioaktivního nuklidu uhlíku na 65 % původní hodnoty. Určete přibližné stáří dřeva. Poločas rozpadu radioaktivního nuklidu uhlíku je 5 570 let. ( $\approx 3461 \text{ let}$ )
- 27) Při určování stáří pohřebního člunu z hrobky Sesostrita III. bylo zjištěno, že koncentrace uhlíku v dřevě, z kterého byl člun vyrobený, je přibližně  $N = 0,645 N_0$ , kde  $N_0$  je koncentrace uhlíku v současných živých organizmech. Určete stáří člunu jestliže poločas rozpadu uhlíku je 5730 let. ( $\approx 3523 \text{ let}$ )
- 28) Určete přeměnovou konstantu radioaktivního nuklidu, jestliže za čas 1 h klesne počet dosud nepřeměněných jader tohoto nuklidu o 3,8 %. ( $1,1 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ )
- 29) Vypočítejte, kolik procent určitého počtu jader  $^{222}\text{Rn}$  s přeměnovou konstantou  $0,0075 \text{ h}^{-1}$  se přemění za jeden den. (16,5 %)
- 30) Radioaktivní izotop rtuti  $^{197}\text{Hg}$  se rozpadá na zlato  $^{197}\text{Au}$  s přeměnovou konstantou  $0,0108 \text{ h}^{-1}$ . Určete jeho poločas přeměny. Jaká část rtuti zůstane ve vzorku po době rovné třem poločasům rozpadu a jaká část po době 10,0 dní? (2,67 dne; 12,5 %; 7,5 %)

- 31) Poločas rozpadu určitého radioaktivního izotopu je 6,5 h. Je-li na počátku  $48 \cdot 10^{19}$  atomů tohoto izotopu, určete počet, který zůstane po 26 h. ( $\approx 3 \cdot 10^{19}$ )
- 32) Vzorek radioaktivního materiálu, který se přeměňuje přeměnou alfa, obsahuje  $10^{15}$  atomů a má aktivitu  $6,5 \cdot 10^7$  Bq. Určete počet vysílaných částic alfa za 1 s a poločas přeměny. ( $6,5 \cdot 10^7$ ;  $6,5 \cdot 10^{-8} \text{ s}^{-1}$ )
- 33) Vzorek stroncia vykazuje aktivitu  $3,2 \cdot 10^5$  Bq. Poločas přeměny je 28,8 roku. Jakou aktivitu bude vykazovat vzorek za 8 let? ( $2,6 \cdot 10^5$  Bq)
- 34) Určete přeměnovou konstantu radioaktivní látky, víte-li, že za hodinu klesne její aktivita o 15 %. Jaký je poločas přeměny této radioaktivní látky? ( $4,5 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ ; 4,26 h)
- 35) Po průchodu záření  $\gamma$  o energii 1,2 MeV vzduchovou vrstvou tloušťky 1 km bylo detekováno 3% z původního počtu fotonů. Vypočítejte lineární součinitel zeslabení a polotloušťku vzduchu pro toto záření. ( $3,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^{-1}$ ; 198 m)