

Fyzika 2 - rámcové příklady

úvod do kvantové fyziky, fyzika pevných látek, atomové jádro

1. Jaká je hybnost fotonu, jehož energie se rovná klidové energii elektronu? Jaká je vlnová délka a frekvence příslušného záření?
2. Projektil o hmotnosti 40 g má rychlost $1 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$. Jakou vlnovou délku můžeme projektilu přiřadit?
3. Určete vlnovou délku a) elektronu o energii 1 keV, b) fotonu o energii 1 keV a c) neutronu o energii 1 keV.
4. Elektron a foton mají každý vlnovou délku $0,2 \text{ Å}$. Určete jejich energii a velikost hybnosti.
5. Jedenkrát nabitý iont uhlíku jsou urychleny napětím 300 V. Jakou hybnost získá takový iont? Jakou má de Broglieho vlnovou délku?
6. Existenci atomového jádra objevil v roce 1911 Ernest Rutherford, který správně interpretoval pokusy, při kterých se rozptylovaly α částice na kovových fóliích. Použité α částice měly kinetickou energii 7,5 MeV. Jaká je jejich de Broglieho vlnová délka?
7. Uvažujte dvojrozměrnou čtvercovou krystalovou strukturu, kde jednou z mezioviných vzdáleností reflexních rovin je mřížková konstanta a_0 . Zakreslete alespoň tři další systémy krystalových rovin (menších mezioviných vzdáleností) a určete jejich mřížkové parametry. Ukažte, že hodnotu mřížkového parametru příslušné roviny lze stanovit pomocí Millerových indexů roviny a konstanty a_0 .
8. Rentgenové záření o vlnové délce 0,12 nm vykazuje na krystalu fluoridu lithného reflexi druhého řádu pod Braggovým úhlem 28° . Jaká je mezioviná vzdálenost reflexních rovin v krystalu?
9. Nastává-li reflexe prvního řádu pod Braggovým úhlem $3,4^\circ$, pod jakým úhlem nastane reflexe druhého řádu na téže soustavě reflexních rovin?
10. Určete napětí na rentgenové lampě, je-li známo, že spojité spektrum vysílané lampou neobsahuje vlnové délky kratší než $2 \cdot 10^{-11} \text{ m}$.
11. Rentgenové záření vzniká na terči v rentgence při napětí 50,0 kV. Elektron prodělá tři srážky předtím, než se zastaví. Při prvních dvou srážkách ztratí vždy polovinu své kinetické energie. Určete vlnové délky všech fotonů vzniklých při těchto srážkách.
12. Jaké minimální napětí musíme použít v rentgence, aby vzniklé rentgenové záření mělo vlnovou délku 0,1 nm?

13. Ukažte, že prahová vlnová délka (v pm) spojitého rentgenového záření je pro libovolný terč číselně dána výrazem $\lambda_{\min} = \frac{1240}{U}$, kde U je napětí v kilovoltech, kterým jsou elektrony před dopadem na terč urychlovány.
14. Pod jakým úhlem může být difraktováno rentgenové záření o vlnové délce $\lambda = 0,044$ nm na systému rovin (200) krystalu NaCl?
15. Jaká je vlnová délka fotonu s nejmenší možnou energií, emitovaného v rámci přechodů uvnitř Lymanovy série pro spektrální čáry atomu vodíku?
16. Celková energie elektronu v atomu vodíku v základním stavu je $-13,6$ eV. Považujme ho za klasickou částici, která obíhá proton po kruhové dráze. Určete tento poloměr, potenciální energii, kinetickou energii a rychlost elektronu.
17. Jaká energie je třeba k utržení elektronu z atomu vodíku?
18. Jaká je vlnová délka fotonu, který může převést vodík v základním stavu do prvního excitovaného stavu?
19. Jakým napětím je třeba urychlit elektron, aby měl dostatečnou energii k excitaci atomu vodíku ze základního stavu do prvního excitovaného stavu?
20. Jakému přechodu odpovídá světlo vodíkové výbojky o vlnové délce 656 nm?
21. Jaká je energie, hybnost a vlnová délka fotonu emitovaného při přechodu vodíkového atomu ze stavu s $n = 3$ do stavu $n = 1$? Jaké spektrální série odpovídá tento přechod?
22. Vodíkový atom emituje světlo o vlnové délce 102,6 nm. Mezi jakými energetickými hladinami přechod proběhl?
23. Vypočítejte ionizační potenciál atomu vodíku.
24. Stanovte všechny viditelné vlnové délky emitované v Balmerově sérii a určete energie fotonů příslušející těmto vlnovým délkám.
25. Jaká jsou čtyři kvantová čísla obou elektronů v atomu helia v jeho základním stavu?
26. Kolik elektronových stavů se nachází ve slupkách $n = 1$, $n = 2$, $n = 3$, $n = 4$?
27. Určete maximální přípustný počet elektronů v podslupkách s kvantovými čísly $l = 0$, $l = 2$ a $l = 3$.
28. Ukažte, že počet stavů se stejným kvantovým číslem n je roven $2n^2$.
29. Pomocí Pauliho principu stanovte obsazení energetických hladin v atomu sodíku, křemíku a draslíku v základním stavu.

30. Určete hmotnostní schodek částice α a odpovídající vazební energii jádra.
31. Vazební energie deuteronu je 2,37 MeV. Určete hmotnostní schodek jádra deuteronu.
32. Poločas přeměny ^{90}Sr je 29 let. Vypočítejte jeho přeměnovou konstantu λ .
33. Určete přeměnovou konstantu λ radioaktivní látky, víte-li, že za hodinu klesne její aktivita o 10 %.
34. Poločas přeměny určitého radioaktivního izotopu je 6,5 h. Je-li na počátku $48 \cdot 10^{19}$ atomů ve vzorku tohoto izotopu, kolik jich zůstane po 26 h?
35. Uvažujte původně čistý vzorek izotopu ^{67}Ga o hmotnosti $m = 3,4$ g s poločasem přeměny 78 h. Jaká je počáteční rychlost přeměny R_0 vzorku? Jaká bude rychlost přeměny R vzorku o 48 h později? Pro rychlost přeměny platí formálně stejný zákon jako pro aktivitu.
36. Vypočítejte hmotnost m na počátku čistého vzorku ^{40}K s počáteční aktivitou $1,70 \cdot 10^5$ Bq. Izotop má poločas přeměny $1,28 \cdot 10^9$ let.
37. V roce 1902 se podařilo Marii a Pierrovi Curieovým separovat z uranové rudy významnější množství radia, konkrétně 0,1 g čistého RaCl_2 . Radium bylo zastoupeno izotopem ^{226}Ra , který má poločas přeměny 1 600 let. Kolik jader N radia Curieovi izolovali? Jaká byla aktivita A jejich vzorku?