

Kvantová, atómová a subatómová fyzika

ZÁKLADY KVANTOVEJ FYZIKY, ČASTICOVÉ PREJAVY ELEKTROMAGNETICKÉHO VLNIENIA

ILUSTRÁČNÉ PROBLÉMY

22.9.2021

Príklad 1. Odhadnite polomer Slnka, ak viete, že na Zem dopadá na každý štvorcový meter zo Slnka výkon 1,39 kW, svetlo sem príde za 8 minút a teplota Slnka je podľa jeho spektra okolo 5800 K.

Príklad 2. Uvažujme Slnko aj Zem ako dokonale čierne telesá. Odhadnite teplotu Zeme, pokiaľ vyžiari všetku energiu, ktorú prijme zo Slnka.

Príklad 3. Z Planckovho vyžarovacieho zákona odvodte Wienov posuvný zákon.

Príklad 4. Vlákno 60 W žiarovky má teplotu 1800 K. Predpokladajte, že vlákno žiari ako dokonale čierne teleso a určte vlnovú dĺžku, pri ktorej je vyžarovaný maximálny výkon. Predpokladajte ďalej, že žiarovka vyžaruje fotóny len pri tejto jednej vlnovej dĺžke a určte počet fotónov, ktoré vyžiari za sekundu.

Príklad 5. Výstupná práca wolfrámu je 4,50 eV. Aká je najvyššia rýchlosť elektrónov, ak na wolfrám dopadá svetlo s energiou 5,8 eV? Akú frekvenciu má toto svetlo?

Príklad 6. Výstupná práca daného kovu je 1,8 eV. Aký je brzdný potenciál pre svetlo s vlnovou dĺžkou 400 nm? Aká je najvyššia rýchlosť fotoelektrónov pri opustení povrchu kovu?

Príklad 7. Brzdný potenciál pre elektróny emitované z povrchu ožiareného svetlom s vlnovou dĺžkou 491 nm je 0,710 V. Ak vlnovú dĺžku zmeníme na novú hodnotu, brzdný potenciál bude 1,43 V. Ako sa zmenila vlnová dĺžka? Aká je pre tento prvok výstupná práca?

Príklad 8. Aká je hybnosť fotónu, ktorého energia sa rovná pokojovej energii elektrónu? Aká je jeho vlnová dĺžka a frekvencia príslušného žiarenia?

Príklad 9. Aký je maximálny posun vlnovej dĺžky svetla pri rozptyle na protóne?

Príklad 10. Do akého uhla sa musí rozptýliť fotón o energii 200 keV na voľnom elektróne, aby stratil 10% svojej energie?

Príklad 11. Aká je maximálna rýchlosť elektrónov vyrazených z tenkej medenej fólie dopadajúcim zväzkom charakteristického RTG žiarenia z medenej antikatódy s energiou 17,5 keV? (Výstupnú prácu môžete zanedbať.)

Príklad 12. Fotón s vlnovou dĺžkou $\lambda = 0,0024$ nm sa rozptýlil na elektróne o uhol 180° . S akou rýchlosťou sa musel pohybovať elektrón, aby sa frekvencia fotónu pri rozptyle nezmenila? Akú energiu nadobudne elektrón v dôsledku interakcie?

Príklad 13. Vo svojom pokuse s meraním náboja elektrónu registroval Millikan v rôznych meraniach nasledujúce celkové náboje kvapky:

$$\begin{array}{lll} 25,61 \cdot 10^{-19} \text{ C} & 17,47 \cdot 10^{-19} \text{ C} & 12,70 \cdot 10^{-19} \text{ C} \\ 20,64 \cdot 10^{-19} \text{ C} & 19,06 \cdot 10^{-19} \text{ C} & 14,29 \cdot 10^{-19} \text{ C} \end{array}$$

Aká hodnota jednotkového náboja vyplýva z týchto údajov?

Konštanty

Stefan-Boltzmannova konštanta	$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$
rýchlosť svetla	$c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
polomer Zeme	$R_Z = 6371 \text{ km}$
polomer Slnka	$R_S = 695700 \text{ km}$
Wienova konštanta	$b = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$
Planckova konštanta	$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
hmotnosť elektrónu	$m_e = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg} = 511 \text{ keV}/c^2$
hmotnosť protónu	$m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 938 \text{ MeV}/c^2$
elementárny náboj	$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$