

## Úloha II.C ... Makající elektrony

6 bodů; (chybí statistiky)

Kačka dostala novou sodíkovou katodu a rozhodla se, že si ji ozkouší. Posvítla na ni ultrafialovým světlem o vlnové délce 300 nm a pozorovala vyletující elektrony.

- (a) S jakou kinetickou energií vyletují elektrony z povrchu sodíkové katody, je-li výstupní práce elektronů v sodíku  $3,7 \cdot 10^{-19}$  J?  
 (b) Jaká je rychlost každého z elektronů, je-li známo, že hmotnost jednoho je  $9,1 \cdot 10^{-31}$  kg?  
 (c) Jaká je největší vlnová délka světla, kterým může Kačka na sodíkovou katodu svítit, aby byla schopna pozorovat vyletující elektrony?

- (a) Pro výpočet kinetické energie vyletujících elektronů ze sodíkové katody potřebujeme rovnici fotoefektu z Výfučení

$$E_f = W_v + E_k,$$

kde za  $E_f$  můžeme dosadit

$$E_f = h \frac{c}{\lambda}.$$

Získáme tak rovnici:

$$h \frac{c}{\lambda} = W_v + E_k.$$

Odtud můžeme vyjádřit hledanou kinetickou energii jako

$$E_k = h \frac{c}{\lambda} - W_v.$$

Číselným dosazením do této rovnice dostáváme

$$E_k = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}^{-1} \cdot \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}}{300 \cdot 10^{-9} \text{ m}} - 3,7 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 2,9 \cdot 10^{-19} \text{ J}.$$

Po dosazení do rovnice nám tedy vyjde, že kinetická energie vyletujících elektronů ze sodíkové katody je  $E_k \doteq 2,9 \cdot 10^{-19}$  J.

- (b) Abychom mohli vypočítat rychlost vyletujících elektronů, potřebujeme vzorec pro výpočet kinetické energie

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2.$$

Úpravou této rovnice získáme vztah:

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}}$$

Dosazením výsledku z předchozí otázky a hmotnosti elektronu  $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg do tohoto vztahu zjistíme, že rychlost vyletujících elektronů je  $v \doteq 8,02 \cdot 10^5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , neboli  $802 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ , což jsou asi tři desetiny procenta rychlosti světla ve vakuu.

- (c) Z Výfučení již víme, že aby došlo k vyražení elektronu ze sodíkové katody, musí platit

$$E_f \geq W_v.$$

Světlo s větší vlnovou délkou má nižší energii. Použijeme-li světlo s největší vlnovou délkou, veškerá jeho energie se spotřebuje na výstupní práci elektronů. Bude tedy platit

$$E_f = W_v.$$

Dosažením vztahu pro energii fotonu za  $E_f$  můžeme rovnici upravit do tvaru

$$h \frac{c}{\lambda} = W_v.$$

Odtud již můžeme vyjádřit hledanou vlnovou délku  $\lambda$  jako

$$\lambda = h \frac{c}{W_v} = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}^{-1} \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}}{3,7 \cdot 10^{-19} \text{ J}} \doteq 5,38 \cdot 10^{-7} \text{ m}.$$

Největší přípustná vlnová délka světla, kterým může Kačka na sodíkovou katodu svítit a stále pozorovat fotoefekt, je  $\lambda \doteq 538 \text{ nm}$ , což odpovídá zelenému světlu.

### *Poznámky k doškým řešením*

Mnohým z vás jsem musel strhnout body za to, že jste neměli komentáře ke svým výpočtům. Jinak bych vás chtěl pochválit, protože většina z vás měla výpočty v pořádku. Za tuto úlohu jste celkem mohli dostat 6 bodů. Tato úloha měla celkem 3 části. Pokud jste měli v jedné části správně výpočty a k nim komentáře, dostali jste za každou část 2 body. Pokud jste měli špatné výpočty nebo vám chyběly komentáře k výpočtům, strhnul jsem vám za danou část 1 bod. Pokud vám daná část chyběla úplně, dostali jste za ni 0 bodů.

**Marek Božoň**

marek@vyfuk.mff.cuni.cz

---

Korespondenční seminář Výfuk je organizován studenty a přáteli MFF UK. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci MFF UK a podporován Katedrou didaktiky fyziky MFF UK, jejími zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.  
Pro zobrazení kopie této licence navštivte <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.