



FOTOELEKTRICKÝ JEV POMOCÍ APLETU

- Sledujte pokyny v tomto materiálu, pokud jsou pro vás nesrozumitelné, nebojte se nás zeptat.
- Vaše dílčí i finální závěry zaznamenávejte přímo do textu či připravených grafů.
- Chcete-li, můžete si například pomocí mobilu průběh experimentu vyfotit, natočit apod.

Na tomto stanovišti budete pracovat s appletem *Fotoelektrický efekt*, který naleznete na ploše.

Seznámení s appletem

Zapněte applet a vyzkoušejte jeho základní ovládací prvky:

- Změňte intenzitu a barvu (vlnovou délku/frekvenci) světla.
- Najděte ukazatel proudu procházejícího obvodem.
- Změňte napětí baterie v obvodu.
- Změňte materiál anody (v boxu vpravo).

Applet ukazuje vlnovou délku světla λ , ale my budeme pracovat s jeho frekvencí f – připomeňme, že čím je vlnová délka větší, tím je frekvence menší, a platí mezi nimi vztah: $f = \frac{c}{\lambda}$.

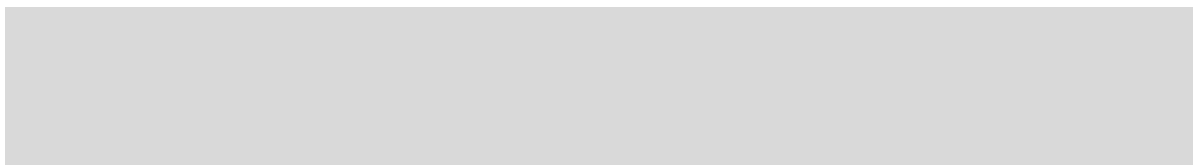
Poznámka: Hodnotu proudu sice v appletu naznačuje i množství letících elektronů, ale při rychlých změnách parametrů může být jejich počet zavádějící – již uvolněné elektrony musí doletět na pravou elektrodu. Aktuální velikost proudu proto odečítejte ve žlutém rámečku.

Úkol 1: Základní vlastnosti fotoelektrického jevu

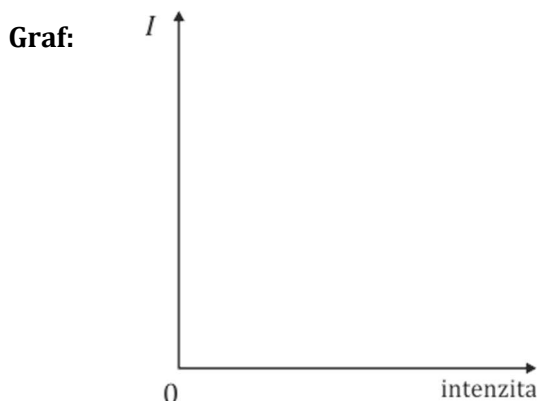
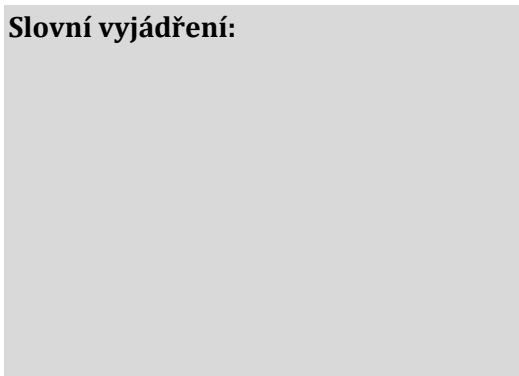
Pro následující pozorování ponechte **napětí na baterii nulové** a jako materiál anody nastavte **sodík**.

Postup

1. Nastavte intenzitu světla na maximum a měňte jeho frekvenci. Pro jaké frekvence prochází obvodem nenulový proud? Slovně popište své pozorování.



2. Vyberte si frekvenci, pro kterou je proud obvodem nenulový, a měňte intenzitu světla. Jak se mění velikost proudu, který prochází obvodem? Slovně popište a načrtněte příslušnou závislost do grafu. Jak by to bylo pro jinou frekvenci? Vyzkoušejte.





3. Po dopadu světla opouštějí elektrony kovovou desku s určitou rychlostí, která je znázorněna v appletu. Které charakteristiky světla tuto rychlost ovlivňují a jak? Do následujících vět doplňte: *roste, klesá, zůstává stejná*.

- Pokud se zvyšuje intenzita světla, pak rychlost elektronů [] .
- Pokud se zvyšuje frekvence světla, pak rychlost elektronů [] .

Pokud jste si všimli ještě něčeho dalšího, co souvisí s tím, jak vlastnosti dopadajícího světla ovlivňují rychlost elektronů, tak si to poznamenejte sem:

Shrnutí

Elektrický proud obvodem prochází, jen pokud je frekvence dopadajícího světla [] než [], této hodnotě říkáme mezní frekvence. Zvyšování intenzity světla vede ke [] elektrického proudu (množství uvolněných elektronů). Rychlost elektronů nezávisí na [] světla a roste se zvětšující se [] .

Úkol 2: Jak Einstein změnil náš pohled na světlo

Až do roku 1905, kdy podstatu fotoelektrického jevu vysvětlil Albert Einstein, bylo světlo považováno za vlnění. Energie vlnění závisí na jeho intenzitě (u světla tedy na tom, jak moc se nám zdá jasné), ale nezávisí na jeho frekvenci. A co jsme zatím zjistili my?

1. Projděte si všechny vaše předcházející výsledky a vyberte ty, které jsou ve sporu s představou světla coby vlnění.

2. Když vlnový pohled na světlo nedokázal vysvětlit fotoelektrický jev, přišel Einstein s revoluční myšlenkou – energie světla podle něj nemůže být elektrony v kovu pohlcována po libovolně velkých „dávkách“ (jako je tomu u vlnění), ale elektron v kovu vždy přijme pevně dané množství energie – energetické kvantum. Tuto představu umí zachytit i applet – v horním menu vyberte *Možnosti – Zobrazit fotony* a znázornění dopadajícího světla se změní.

Protože platí zákon zachování energie, nemůže se energie dopadajících energetických kvant „ztratit“. Jak se tedy jejich přijetí kovem projevív?

3. Vraťte se ke shrnutí úkolu 1 a na jeho základě odvod'te, jak asi závisí velikost jednoho kvanta energie na intenzitě a frekvenci světla.





4. Vysvětlí vaše řešení předchozího úkolu i existenci mezní frekvence, na kterou jste narazili v závěru úkolu 1? Případně se vraťte k bodu 2 na první stránce a rozmyslete si ještě jednou, jak se energie světelného kvanta využije.

5. Už jste si asi všimli, že se rychlosti jednotlivých elektronů při uvolnění z katody navzájem liší. Je tomu tak i ve skutečnosti, nejedná se o chybu v appletu! Dobře je to vidět, pokud má světlo frekvenci blízkou rozhraní ultrafialové a viditelné oblasti. Zkuste se zamyslet, čím by to mohlo být, a svůj odhad zde zapište.

Shrnutí

Albert Einstein vysvětlil fotoelektrický jev takto: Pokud na kovovou elektrodu dopadá světlo, nepohlcuje se jako vlnění, ale každý elektron může pohltnout vždy jen pevně dané , jehož velikost závisí na světla, ale nezávisí na světla. Pokud je frekvence světla menší než tzv. mezní frekvence, jsou a elektron z kovu neuvolní.

Roku 1921 obdržel Einstein za toto vysvětlení Nobelovu cenu za fyziku.

Rozšiřující úkol 3: Jak ovlivňuje proud obvodem připojení baterie

Postup

1. Nastavte maximální intenzitu světla a frekvenci větší než je mezní frekvence (například takovou, která odpovídá vlnové délce 300 nm).
2. Měňte napětí na baterii a pozorujte změny rychlosti elektronů i změny proudu. Co se děje?
 - Pro **kladné** hodnoty napětí: Jestliže zvyšujeme velikosti napětí, potom rychlost elektronů a proud .
 - Pro **záporné** hodnoty napětí: Jestliže zvyšujeme velikosti napětí, rychlost elektronů a proud .

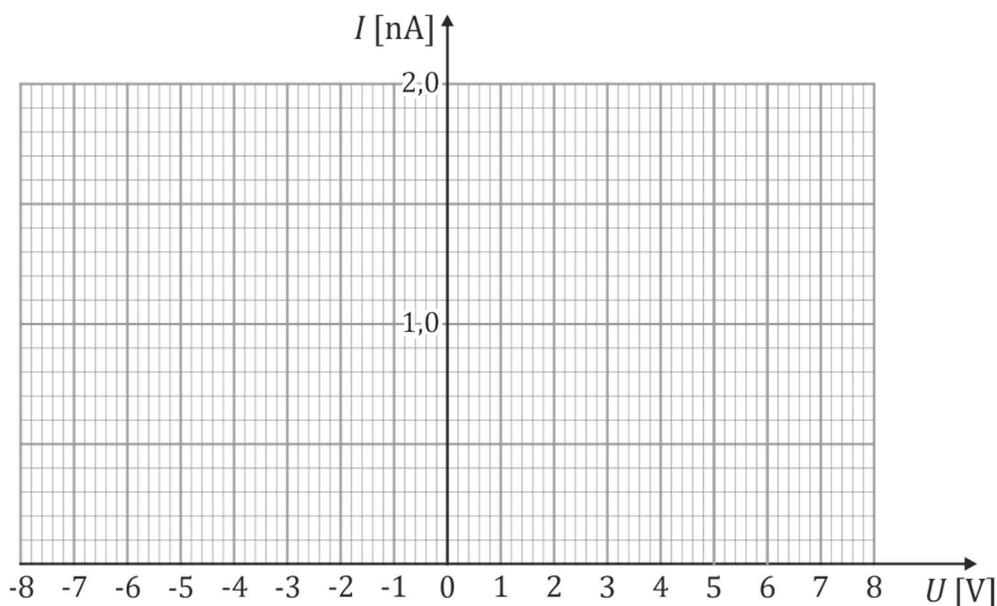
Budou vaše závěry stejné i pro jinou frekvenci?

Proč napětí baterie ovlivňuje rychlost elektronů i velikost proudu?





3. Pro frekvenci odpovídající vlnové délce 250 nm zjistěte závislost proudu obvodem na napětí baterie.



4. Graf se skládá z několika rovných úseků. Popište, k čemu dochází „v místech zlomu“.

5. Graf, který jste sestrojili, umí vykreslit i applet – vpravo zaškrtněte *Proud vs napětí baterie*, nastavte frekvenci odpovídající vlnové délce 250 nm a měňte napětí na baterii. Zkontrolujte si řešení předcházejícího úkolu a pak zjistěte, zda bude tvar závislosti (včetně polohy zlomových bodů) stejný, když měření provedete pro jinou frekvenci (odpovídající vlnové délce 150 až 300 nm).

6. Zkuste vymyslet způsob, jak určit největší rychlost (resp. největší kinetickou energii), se kterou elektrony opouštějí elektrodu.

Shrnutí

Připojením zdroje napětí (baterie) do obvodu fotonky můžeme ovlivnit rychlost elektronů a velikost proudu. Pokud napětí elektrony urychluje, proud , protože . Pokud napětí elektrony zpomaluje, proud , protože . Toho lze využít k zjištění maximální kinetické energie (a rychlosti), kterou může mít elektron při uvolnění z kovu.

