



MĚŘENÍ PLANCKOVY KONSTANTY POMOCÍ LED

- 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.

Cíl a idea měření

Na tomto stanovišti využijeme svítivé diody (LED) různých barev k tomu, abychom určili Planckovu konstantu. Budeme přitom pracovat s tzv. prahovým napětím diod, které souvisí s energií emitovaných fotonů.

Než začneme

Jak funguje polovodičová dioda? Vzpomenete si, jak vypadá závislost proudu na napětí, pokud je dioda zapojena v propustném směru?

Co je to prahové napětí diody? Proč něco takového existuje a proud diodou neroste okamžitě, jako u rezistoru?

Teorie

Pokud je na LED právě prahové napětí U_p , začíná jí procházet proud a dioda se začíná rozsvěcet. Jinými slovy, elektron urychlený tímto napětím získá od elektrického pole nejmenší možnou energii E_e , aby překonal vyprázdněnou oblast PN přechodu. Tuto energii tu můžeme vyjádřit jako

$$E_e = eU_p,$$

kde e je náboj elektronu. Tento elektron ale vytvoří také díru, která následně rekombinuje s elektronem a ve svítivé diodě je uvolněn foton. Také jeho energii E_f umíme jednoduše vyjádřit:

$$E_f = hf,$$

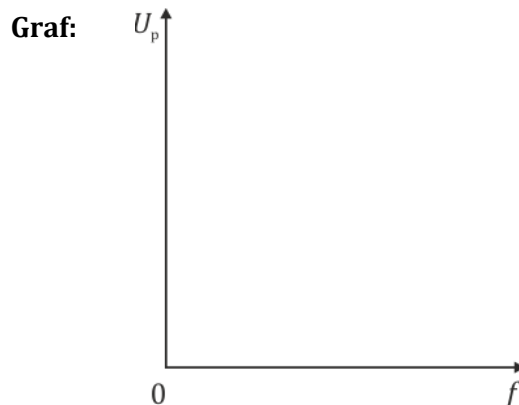
kde f je frekvence vyzářeného fotonu a h Planckova konstanta. Energie vyzářeného fotonu E_f odpovídá energii elektronu E_e , od které odečteme konstantní hodnotu (označme ji K) související s rozdílnými energetickými hladinami v polovodiči typu P a polovodiči typu N.



Úkol 1

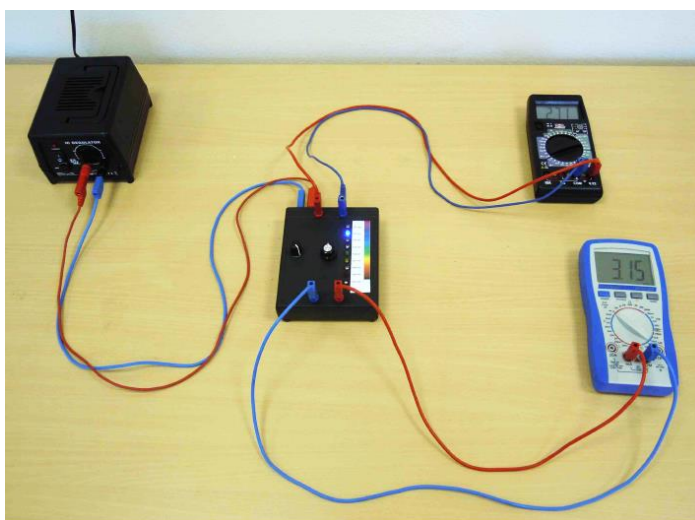
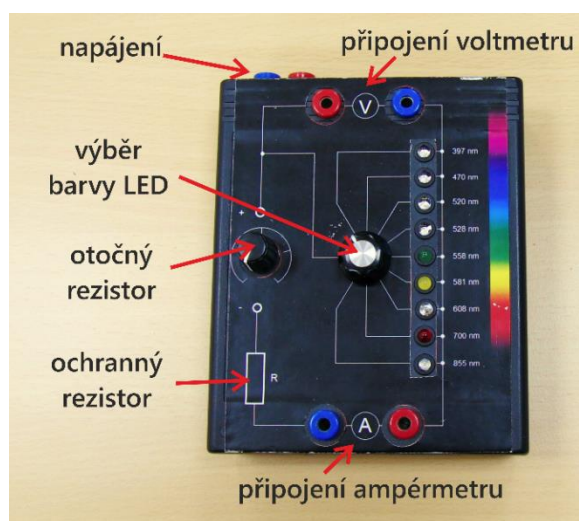
Budeme proměřovat závislost prahového napětí U_p na frekvenci vyzařovaného světla. Spojte uvedené vztahy pro E_e a E_f a najděte tuto závislost. Na jejím základě načrtněte graf závislosti U_p na f .

Vyjádření U_p :



Aparatura

Naší aparaturou bude sada barevných LED, která je napájena zdrojem stejnosměrného napětí. Otočný přepínač umožňuje zapojit do obvodu vybranou diodu a otočný rezistor reguluje napětí na této diodě.

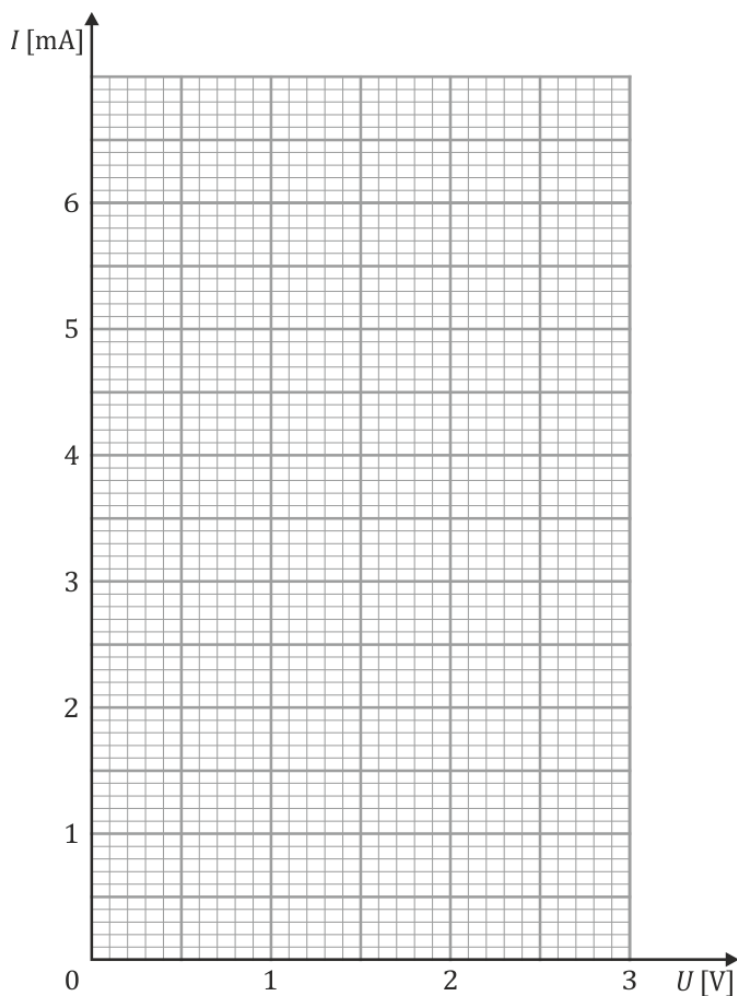


Měření

1. Připojte do obvodu zdroj, ampérmetr a voltmetr (uspořádání ukazuje obrázek).
2. Vyberte si jednu z diod, proměřte pro ni závislost proudu na napětí (tzv. ampérvoltovou charakteristiku) a zakreslete ji do grafu na následující stránce.
3. Z naměřeného grafu odhadněte prahové napětí diody. Hodnotu si ke zvolené vlnové délce diody poznamenejte do tabulky na následující stránce.
4. Pro všechny další diody určete prahové napětí tak, že zaznamenáte napětí, při kterém dioda začne propouštět proud – jinými slovy, při kterém začnou růst hodnoty na ampérmetru.



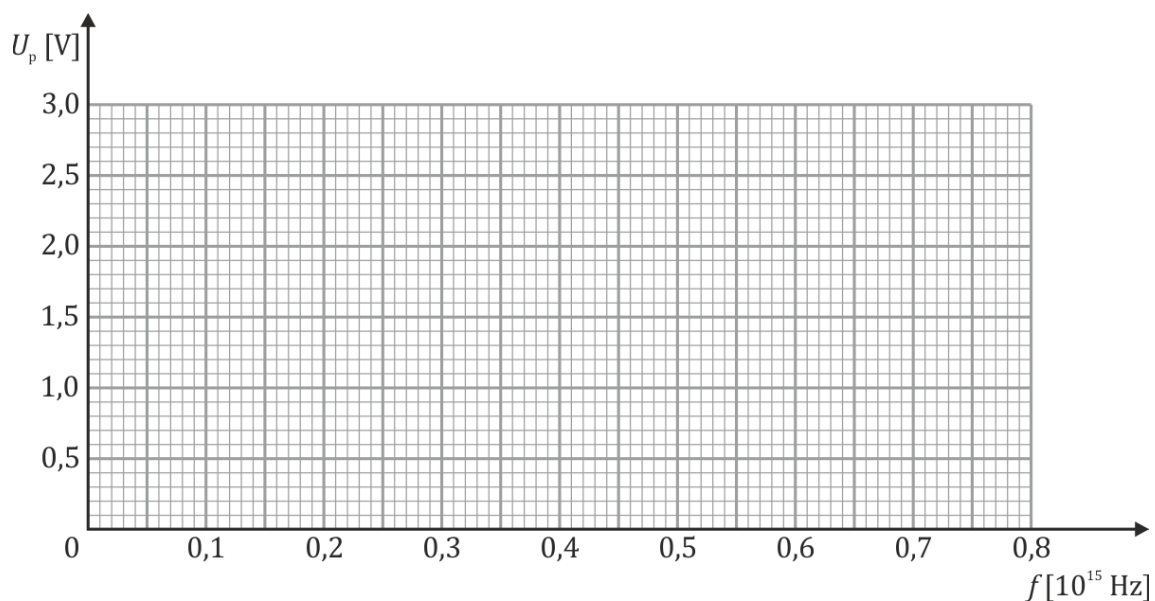
Graf k bodu č. 2



Tabulka k bodu č. 3

λ [nm]	f [10^{15} Hz]	U_p [V]
405	0,74	
468	0,64	
518	0,58	
532	0,56	
565	0,53	
586	0,51	
610	0,49	
646	0,46	
873	0,34	

5. Z naměřených hodnot v tabulce výše sestrojte graf závislosti prahového napětí U_p na frekvenci záření f diody.

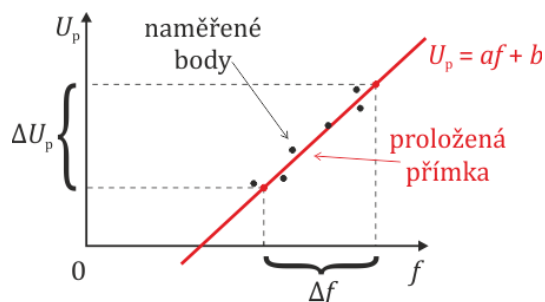




6. Z grafu určete směrnici závislosti U_p na f .

Naměřenými body proložte pomocí pravítka co nejlépe přímku. Pokud nějaký bod „hodně vybočuje“, tak ho z dalšího zpracování vylučte jako hrubou chybu měření. Zvolte si na této přímce 2 body dost daleko od sebe. Pro směrnici a platí

$$a = \frac{\text{rozdíl svislých hodnot}}{\text{rozdíl vodorovných hodnot}} = \frac{\Delta U_p}{\Delta f}$$



Díky tomu určete hodnotu i jednotku směrnice a :

7. Pomocí vztahu z první strany určete ze směrnice a Planckovu konstantu h . Porovnejte ji s tabulkovou hodnotou.

Závěr

Vlastními slovy stručně shrňte, jak jste při měření postupovali a jaký byl princip měření.

