Měření Planckovy konstanty pomocí LED

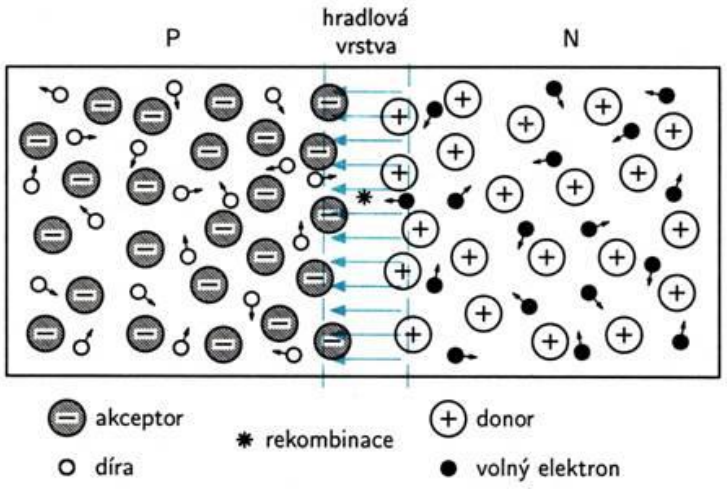
Dominik Šepák

Obsah

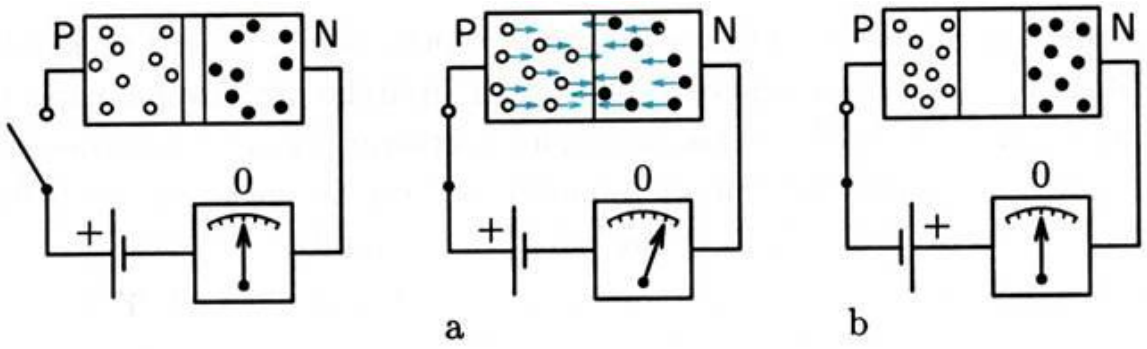
- Cíle experimentu
- Teoretický úvod
  - Princip polovodičové diody
  - Pásový model polovodiče
  - Vlnová délka a prahové napětí
- Princip měření
- Měřicí aparatura, postup měření
- Výsledky
- Zhodnocení výsledků

$$h = 6{,}626 \times 10^{-34} J \cdot s$$

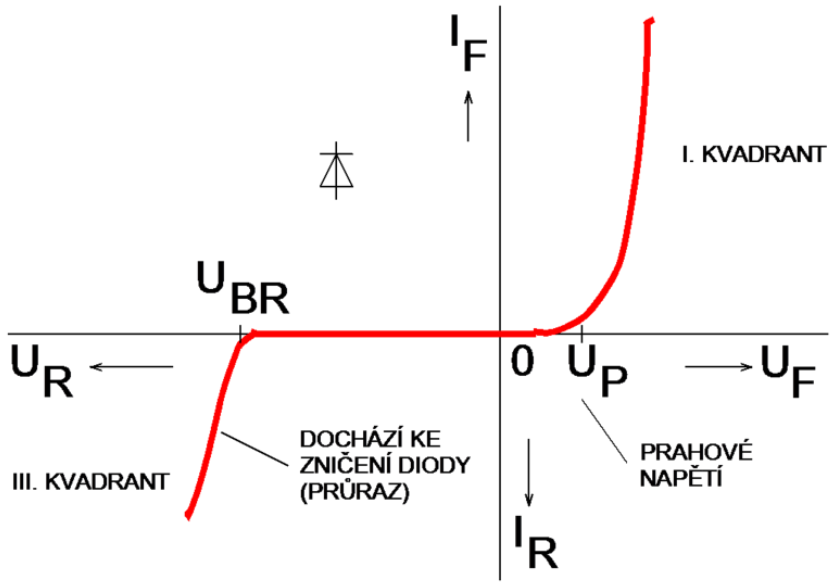
Princip polovodičové diody



Obr. 1: Vnitřní stavba polovodičové diody [1]

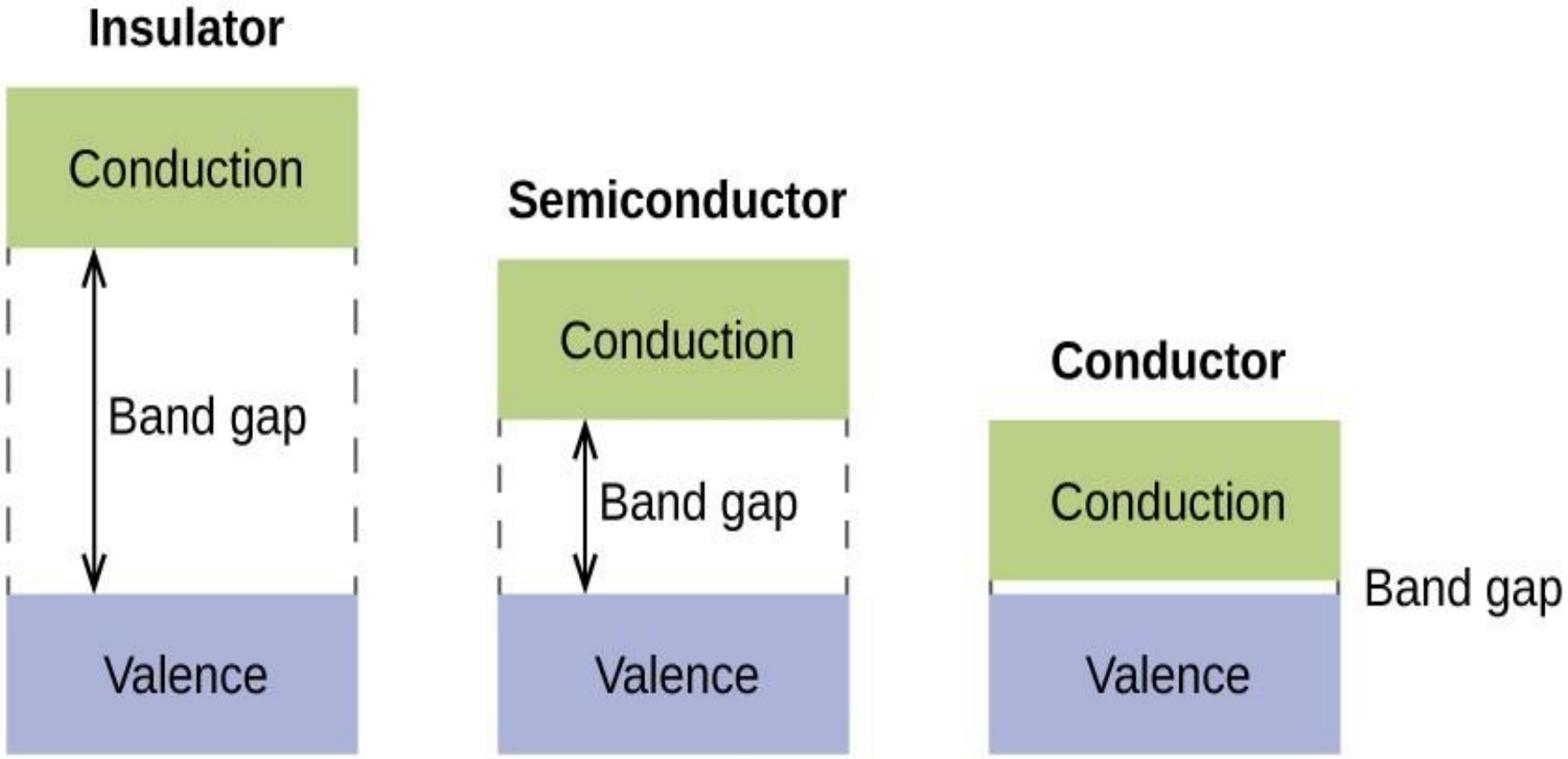


Obr. 2: Chování polovodičové diody v obvodu [1]



Obr. 3: VA charakteristika polovodičové diody [2]

Pásový model pevné látky



Obr. 4: Pásový model pevné látky [3]

Vlnová délka a prahové napětí

Obr. 5: Pásový model polovodiče [4]

$$E = h \cdot f$$

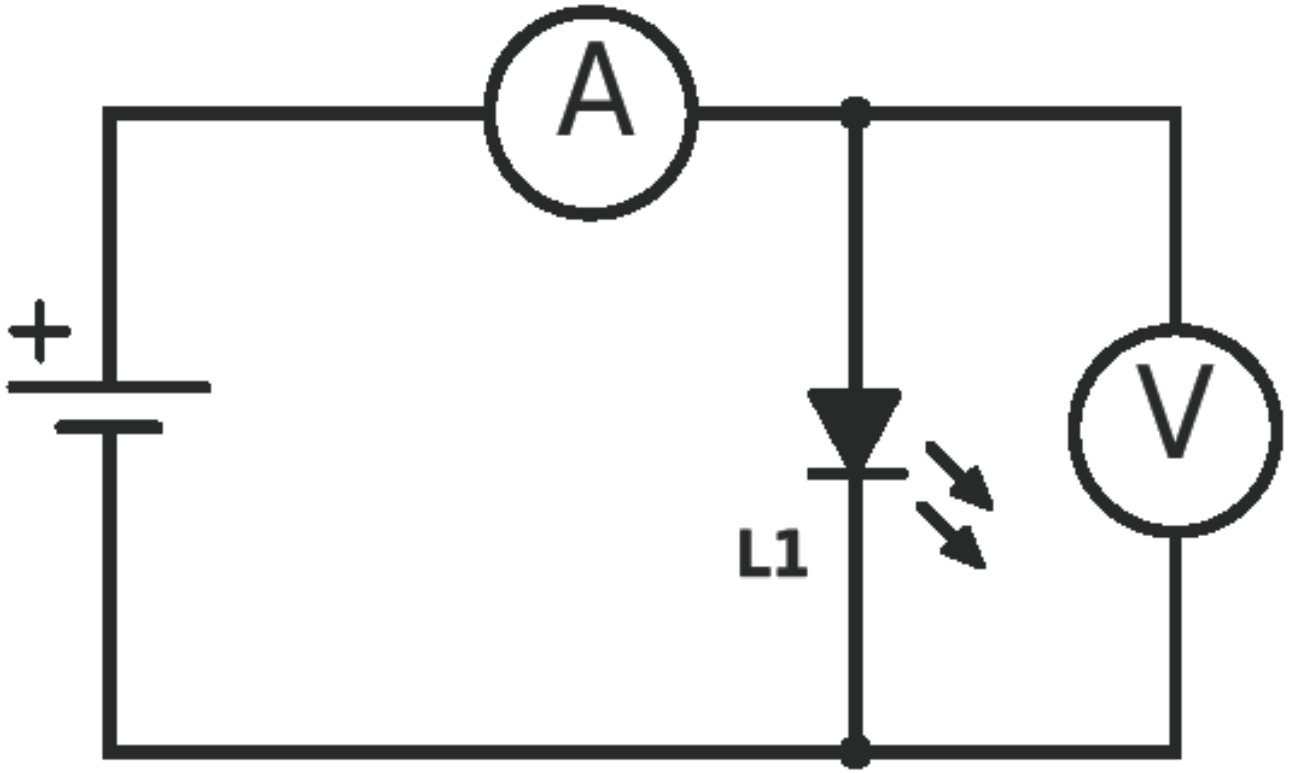
Princip měření

$$E = h \cdot f$$

$$eU + T = hf$$

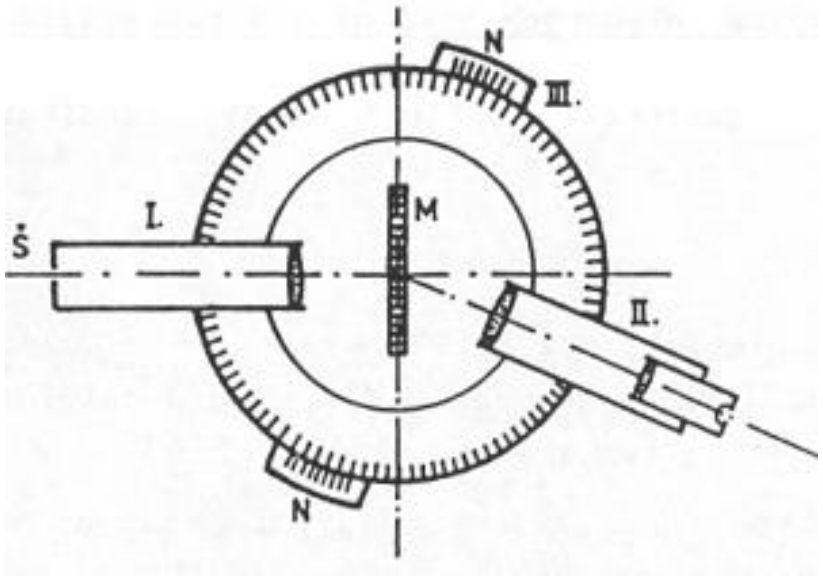
$$U = \left(\frac{h}{e}\right) f - \frac{T}{e}$$

Měřící aparatura – prahové napětí



Obr. 6: Schéma zapojení pro měření prahového napětí

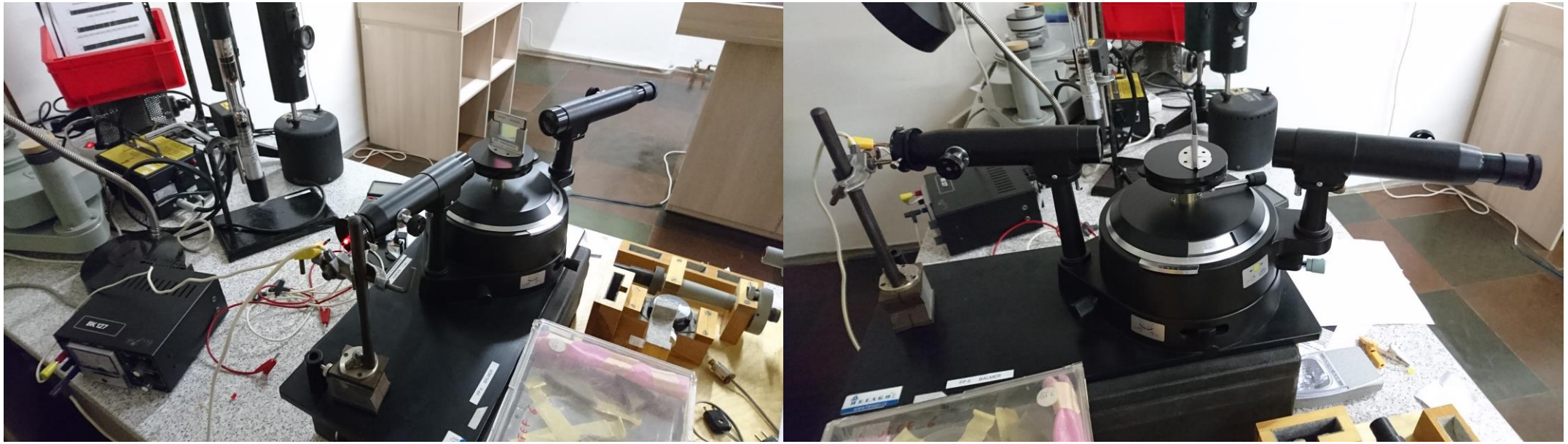
Měřicí aparatura – vlnová délka



Obr. 7: schéma goniometru [5]

$$\lambda = \frac{a \cdot \sin \alpha}{n}$$

Měřicí aparatura – vlnová délka



Obr. 8, 9: měřicí aparatura

Tabulka naměřených hodnot

	Prahové napětí [V]			**Úhel [°]**	
číslo měření	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
zelená	1,67	1,56	1,66	20	20
modrá	2,15	2,11	2,13	16	16,5
žlutá	1,58	1,51	1,61	21	21
rudá	1,34	1,35	1,34	23	23,5
červená	1,44	1,45	1,47	21,5	21,5

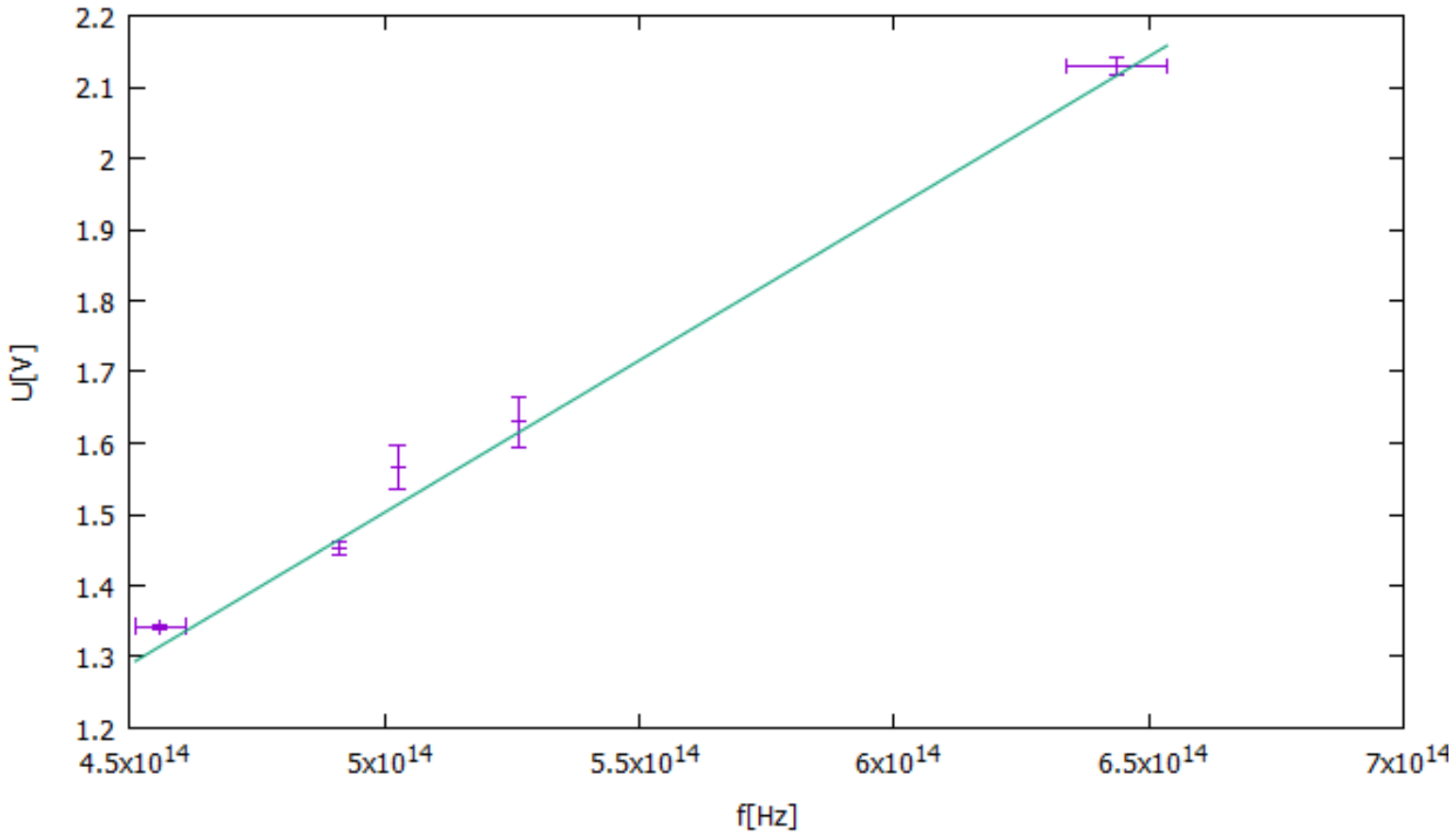
Tab. 1: Tabulka naměřených hodnot

Tabulka výsledků

Barva	Frekvence[Hz]	Napětí[V]
zelená	$(530 \pm 0) \times 10^{12}$	$1{,}630 \pm 0{,}035$
modrá	$(640 \pm 10) \times 10^{12}$	$2{,}130 \pm 0{,}012$
žlutá	$(500 \pm 0) \times 10^{12}$	$1{,}567 \pm 0{,}030$
rudá	$(460 \pm 5) \times 10^{12}$	$1{,}343 \pm 0{,}003$
červená	$(490 \pm 0) \times 10^{12}$	$1{,}453 \pm 0{,}009$

Tab. 2: Tabulka výsledků

Graf hodnot



Obr. 10: Graf naměřených hodnot

Fit

```
function used for fitting: f(x)
        f(x)=a*x+b
fitted parameters initialized with current variable values

iter      chisq       delta/lim  lambda   a             b
   0 1.3932021569e+03  0.00e+00 7.70e+01  1.028453e-15  1.000000e+00
   7 6.8475317653e+00 -4.96e-02 7.70e-06  4.266580e-15 -6.304049e-01

After 7 iterations the fit converged.
final sum of squares of residuals : 6.84753
rel. change during last iteration : -4.96069e-007

degrees of freedom    (FIT_NDF)                        : 3
rms of residuals      (FIT_STDFIT) = sqrt(WSSR/ndf)    : 1.5108
variance of residuals (reduced chisquare) = WSSR/ndf   : 2.28251
p-value of the Chisq distribution (FIT_P)              : 0.0769196

Final set of parameters            Asymptotic Standard Error
=======================            =========================
a               = 4.26658e-015     +/- 3.765e-016   (8.824%)
b               = -0.630405        +/- 0.1862       (29.53%)

correlation matrix of the fit parameters:
                a      b
a               1.000
b              -0.998  1.000
```

Obr. 11: Fit

Výsledek

$$h = (6{,}8 \pm 0{,}6) \times 10^{-34} J \cdot s$$

Tabulková hodnota: $h = 6{,}63 \times 10^{-34} J \cdot s$

Zhodnocení výsledků

Děkuji za Vaši pozornost!!!

Zdroje

- [1]: *F Y Z I K A.* [online]. [cit. 2016-11-13]. Dostupné z: http://mog.wz.cz/fyzika/2rocnik/kap413.htm
- [2]: Voltampérová charakteristika diody. *ELUC.* [online]. [cit. 2016-11-13]. Dostupné z: https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/578
- [3]: Molecular Orbital Theory. *Lumen.* [online]. [cit. 2016-11-13]. Dostupné z: https://courses.lumenlearning.com/chemistryformajorsxmaster/chapter/molecular-orbital-theory-lots-of-formulas-missing/
- [4]: Proč některé látky vedou elektrický proud a jiné ne?. *Elektřina a magnetismus.* [online]. [cit. 2016-11-13]. Dostupné z: http://lucy.troja.mff.cuni.cz/~tichy/elektross/index.html
- [5]: Měření vlnové délky spektrálních čar rtuťové výbojky pomocí optické mřížky. *Fyzikální praktikum – elektronická podpora výuky.* [online]. [cit. 2016-11-13]. Dostupné z: http://home.pf.jcu.cz/~kriz/index.php?option=com_content&view=article&id=153:mereni1&catid=58:fpr4&Itemid=2
- MATĚNA, Lukáš. Fyzika mikrosvěta v Interaktivní fyzikální laboratoři. Praha, 2015. Diplomová práce. Universita Karlova v Praze, Matematicko-fyzikální fakulta. Vedoucí práce Doc. RNDr. Zdeněk Drozd, Ph.D.
- HALLIDAY, David, Robert RESNICK a Jearl WALKER, DUB, Petr (ed.). Fyzika. 2., přeprac. vyd. Brno: VUTIUM, c2013. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-4123-1.