

1. Měřicí pomůcky

- Kompaktní zařízení firmy Leybold
- Kondenzátor
- Spínač
- Elektromaetrický zesilovač se zdrojem
- Voltmetr do 2V

2. Naměřené hodnoty

U ₀ [V]/ barva	fialová (λ=404,7nm)	modrá (λ=435,8nm)	tyrkysová (λ=491,6nm)	zelená (λ=546,1nm)	žlutá (λ=576nm)
1	1,39	1,195	0,87	0,68	0,52
2	1,39	1,195	0,875	0,685	0,52
3	1,39	1,195	0,87	0,68	0,52
4	1,395	1,195	0,875	0,68	0,52
5	1,39	1,195	0,875	0,68	0,52
$\overline{U_0}$	1,391	1,195	0,873	0,681	0,52

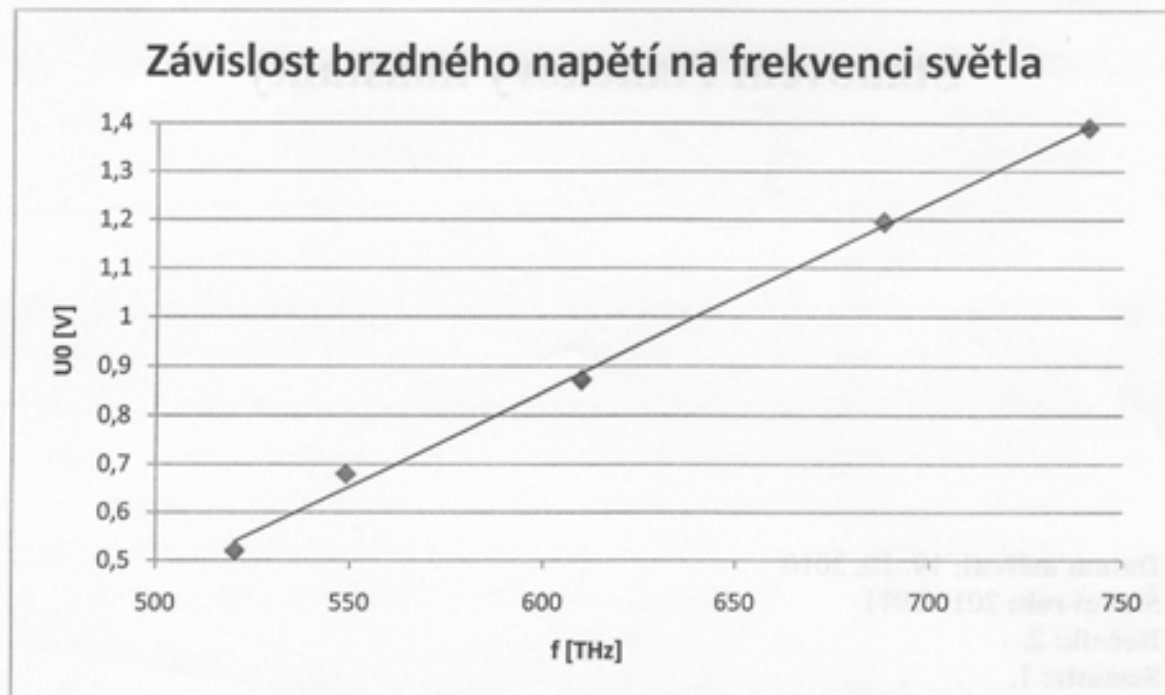
[V]

3. Výpočty

přepočít vlnových délek:

$$f_{\text{fialová}} = \frac{c}{\lambda} = \frac{299792458}{404,7} \cdot 10^9 = 740,777 \cdot 10^{12} \text{ Hz} \cong 740,78 \text{ THz}$$

barva	vlnová délka [nm]	frekvence [THz]
fialová	404,7	740,78
modrá	435,8	687,91
tyrkysová	491,6	609,83
zelená	546,1	548,97
žlutá	576	520,47



Lineární regresí zjistíme rovnici proložené přímkou, která má tvar:

$$y = a_1 x + a_0$$

kde:

$$a_0 = \frac{\sum_1^n x_i^2 \sum_1^n y_i - \sum_1^n x_i y_i \sum_1^n x_i}{n \sum_1^n x_i^2 - \left(\sum_1^n x_i\right)^2} \quad a_1 = \frac{n \sum_1^n x_i y_i - \sum_1^n x_i \sum_1^n y_i}{n \sum_1^n x_i^2 - \left(\sum_1^n x_i\right)^2}$$

$$a_0 = \frac{\sum_1^n x_i^2 \sum_1^n y_i - \sum_1^n x_i y_i \sum_1^n x_i}{n \sum_1^n x_i^2 - \left(\sum_1^n x_i\right)^2} = \frac{(520,47^2 + 548,97^2 + 609,83^2 + 687,91^2 + 740,78^2) \cdot (0,52 + 0,681 + 0,873 + 1,195 + 1,391) - (520,47 \cdot 0,52 + 548,97 \cdot 0,681 + 609,83 \cdot 0,873 + 687,91 \cdot 1,195 + 740,78 \cdot 1,391)}{5(520,47^2 + 548,97^2 + 609,83^2 + 687,91^2 + 740,78^2) - (520,47 + 548,97 + 609,83 + 687,91 + 740,78)^2}$$

$$= \frac{1966124,887 \cdot 4,66 - 3029,35199 \cdot 3107,96}{5 \cdot 1966127,6 - 9659433,53} = \frac{-252962,8374}{171204,5} \cong -1,48$$

$$a_1 = \frac{n \sum_1^n x_i y_i - \sum_1^n x_i \sum_1^n y_i}{n \sum_1^n x_i^2 - \left(\sum_1^n x_i\right)^2} = \frac{5 \cdot 3029,35199 - 3107,96 \cdot 4,66}{171204,5} = \frac{663,66635}{171204,5} = 3,876 \cdot 10^{-3}$$

Z Einsteinovy rovnice známe:

$$U_0 = \frac{h}{e} f - \frac{A}{e}$$

A odtud:

$$a_1 = \frac{h}{e}, \quad a_0 = -\frac{A}{e}$$

Nesmíme zapomenout, že tyto čísla jsme vypočítali s frekvencí v THz =>

$$a_0 = -\frac{A}{e} = -1,48$$

$$a_1 = \frac{h}{e} = 3,876 \cdot 10^{-15}$$

Dále víme, že elementární náboj e má v tabulkách hodnotu: $e = 1,6021892 \cdot 10^{-19} \text{C}$
a jeho chyba je: $4,6 \cdot 10^{-25}$ A teď už můžeme dopočítat Planckovu konstantu h a výstupní práci A .

$$h = a_1 \cdot e = 3,876 \cdot 10^{-15} \cdot 1,6021892 \cdot 10^{-19} = 6,21 \cdot 10^{-34}$$

$$A = -a_0 \cdot e = 1,48 \cdot 1,6021892 \cdot 10^{-19} = 2,37 \cdot 10^{-19}$$

Pro úplnost je nutné spočítat chyby aproximace:

$$\delta_{a_1} = \sqrt{\frac{1}{n-2} \cdot \frac{\sum_{i=1}^5 (y_i - a_1 \cdot x_i - a_0)^2}{\sum_{i=1}^5 (x_i - \bar{x})^2}}, \quad \delta_{a_0} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (y_i - a_1 \cdot x_i - a_0)^2}{(n-2)} \cdot \left(\frac{\bar{x}^{-2}}{\sum_{i=1}^5 (x_i - \bar{x})^2} + \frac{1}{n} \right)}$$

$$\xi_{a_1} = \frac{\delta_{a_1}}{a_1}, \quad \xi_{a_0} = \frac{\delta_{a_0}}{a_0}$$

$$\delta_{a_1} = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot \frac{4,666 \cdot 10^{-3}}{34240,90 \cdot 10^{24}}} = 2,131 \cdot 10^{-16}$$

$$\delta_{a_0} = \sqrt{\frac{4,666 \cdot 10^{-3}}{3} \cdot \left(\frac{9659433,53}{34240,90 \cdot 10^{24}} + \frac{1}{5} \right)} = 3,783 \cdot 10^{-3}$$

$$\xi_{a_1} = \frac{\delta_{a_1}}{a_1} = \frac{2,131 \cdot 10^{-16}}{4,462 \cdot 10^{-15}} = 0,0478$$

$$\xi_{a_0} = \frac{\delta_{a_0}}{a_0} = \frac{3,783 \cdot 10^{-3}}{-2,2} = 1,720 \cdot 10^{-3}$$

$$\delta_h = h \cdot \xi_{a_1} = 6,210085 \cdot 10^{-34} \cdot 0,0478 = 2,97 \cdot 10^{-35} \text{ Js}$$

$$\delta_A = A \cdot \xi_{a_0} = 2,37124 \cdot 10^{-19} \cdot 1,720 \cdot 10^{-3} = 4 \cdot 10^{-22} \text{ J}$$

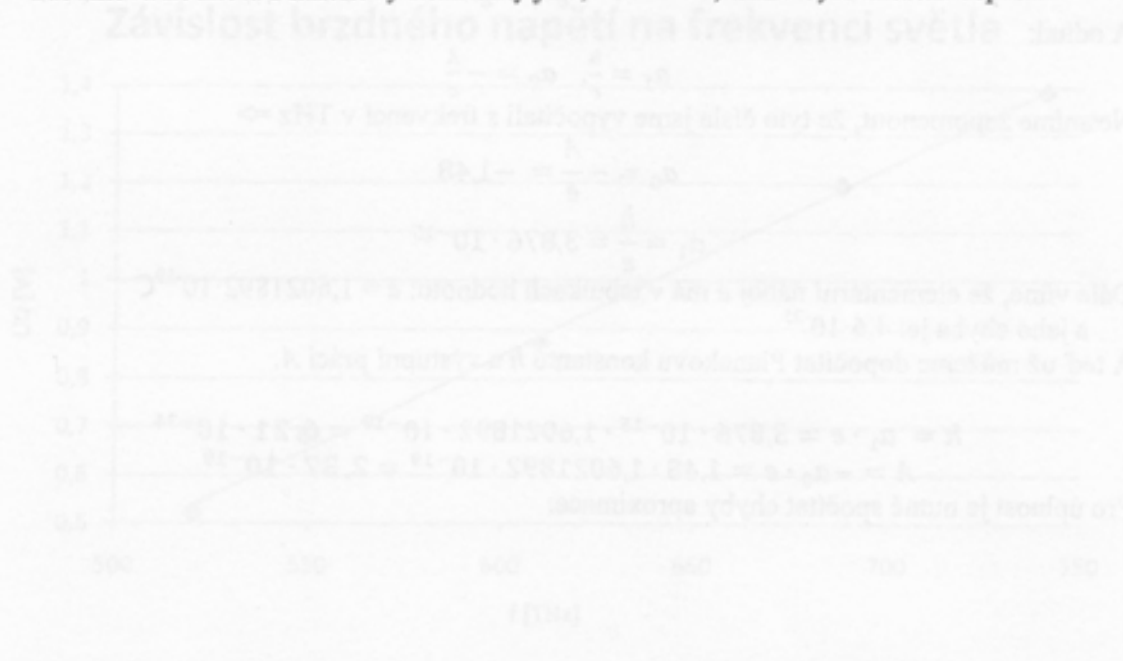
A nezbyvá než zapsat výsledek se spočtenou chybou měření:

$$h = (6,21 \pm 0,29) \cdot 10^{-34}$$

$$A = (2370 \pm 4) \cdot 10^{-22}$$

4. Závěr

Tabulková hodnota Planckovy konstanty je $6,626 \cdot 10^{-34}$, takže bylo měření úspěšné.



Stanovení Planckovy konstanty

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

$$U_0 = \frac{h}{e} f - \frac{A}{e}$$

sacíň dých $\xi(\lambda)$ str. 18

$$e = 1,6021892 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

dých: $4,6 \cdot 10^{-25}$

$\frac{A}{e}$ dých $h = 0,01$

fiolová: $\lambda = 404,7 \text{ nm}$

$$U_{01} = 1,39 \text{ V}$$

$$U_{02} = 1,39 \text{ V}$$

$$U_{03} = ~~1,39~~ 1,39 \text{ V}$$

$$U_{04} = 1,395 \text{ V}$$

$$U_{05} = 1,39 \text{ V}$$

modrá: $\lambda = 435,8 \text{ nm}$

$$U_{01} = 1,195 \text{ V}$$

$$U_{02} = 1,195 \text{ V}$$

$$U_{03} = 1,195 \text{ V}$$

$$U_{04} = 1,195 \text{ V}$$

$$U_{05} = 1,195 \text{ V}$$

tyrkýsová: $\lambda = 491,6 \text{ nm}$

$$U_{01} = ~~0,87~~ 0,87 \text{ V}$$

$$U_{02} = 0,875 \text{ V}$$

$$U_{03} = 0,87 \text{ V}$$

$$U_{04} = 0,875 \text{ V}$$

$$U_{05} = 0,875 \text{ V}$$

světle zelená: $\lambda = 546,1$

$$U_{01} = 0,68 \text{ V}$$

$$U_{02} = 0,675 \text{ V}$$

$$U_{03} = 0,68 \text{ V}$$

$$U_{04} = 0,68 \text{ V}$$

$$U_{05} = 0,68 \text{ V}$$

žlutá: $\lambda = 576 \text{ nm}$

$$U_{01} = 0,52 \text{ V}$$

$$U_{02} = 0,52 \text{ V}$$

$$U_{03} = 0,52 \text{ V}$$

$$U_{04} = 0,52 \text{ V}$$

$$U_{05} = 0,52 \text{ V}$$

29. do 15³⁰

27. 1145

Voj

19. 10. 2010