

Měření Planckovy konstanty



Martin Humpolec
Karolína Jeřábková
Nikita Milyukov

Experiment - fotoelektrický jev

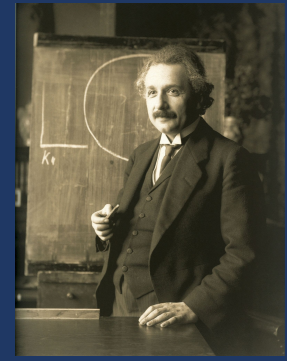
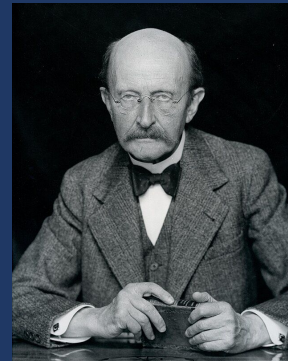
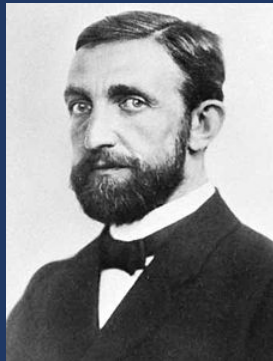
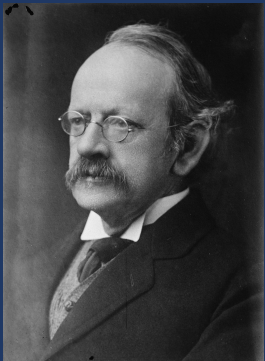
- sestavení aparatury se zdrojem světla a materiálem emitujícím elektrony
- měření intenzity, kterou elektrony opouštějí povrch materiálu
- sestavení grafu naměřených hodnot
- výpočet Planckovy konstanty

Planckova konstanta

- Planckova konstanta odvozena v roce 1900 při vysvětlování spektrálního rozložení záření černého tělesa.
- Planck předpokládal, že energie záření je kvantována v jednotlivých částicích, nazývaných kvanta.
- Hodnota Planckovy konstanty (h) odvozena jako poměr mezi energií jednoho kvanta (E) a frekvencí (f) záření: $E = h \cdot f$.
- Planckova konstanta
 $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ Js}$
- Diracova konstanta (redukovaná Planckova konstanta)
 $\hbar \equiv h/2\pi = 1,055 \times 10^{-34} \text{ Js}$

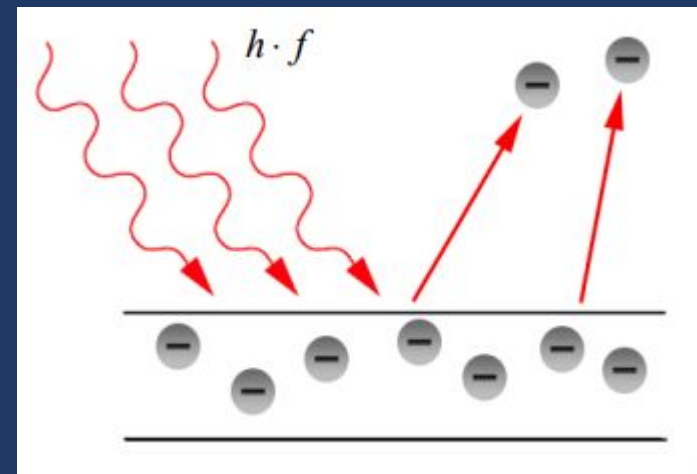
Historie a první experimenty

- Začátek v 19. století při zkoumání vlastností světla a elektrických jevů.
- J. J. Thomson a Philipp Lenard (začátek 20. století): experimenty s emisí elektronů na kovových površích pod vlivem světla.
- Max Planck (1900): kvantová teorie světla - energie kvantována v malých jednotkách (kvanta).
- Albert Einstein (1905): teorie fotoelektrického jevu jako důsledek světla chápaného jako proud fotonů, revoluce v chápání fyziky.



Fotoelektrický jev - klíčové rovnice

- $E = h \cdot f$ spojuje energii fotonu s jeho frekvencí.
- $E_k = (h \cdot f - W)$ vyjadřuje kinetickou energii emitovaných elektronů, kde W je pracovní funkce (energie potřebná k odtržení elektronu).
- $e \cdot V = E_k$ - Stavové napětí (V) zastavující emisi elektronů, kde e je elementární náboj.



EXPERIMENT

- Osvětlení fotocitlivého prvku monochromatickým světlem k dosažení změn elektrických vlastností fotonky
- Naměření proudu na milivoltmetru při proměnné cloně a frekvenci světla
- Měření Planckovy konstanty na základě měření hodnot tzv. brzdného napětí a pomocí vztahů pro fotoelektrický jev

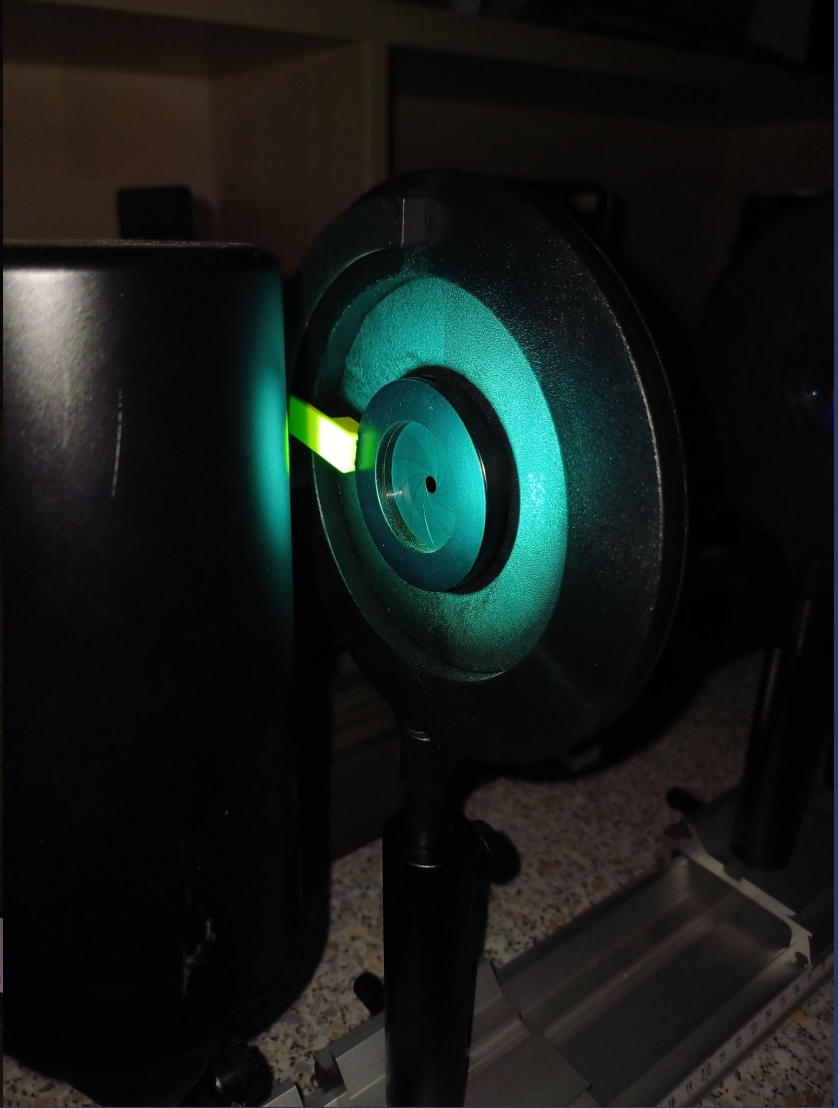
POUŽITÁ ZAŘÍZENÍ

- Fotocitlivý prvek – fotonka
- Clona s nastavitelnou štěrbinou
- Barevné interferenční filtry 578nm, 546nm, 436nm, 405nm, 365nm
- Optická lavice
- Vysokotlaká rtuťová výbojka 80 W
- Propojovací vodiče
- Zdroj pro spektrální výbojku
- Univerzální zesilovač
- Milivoltmetr

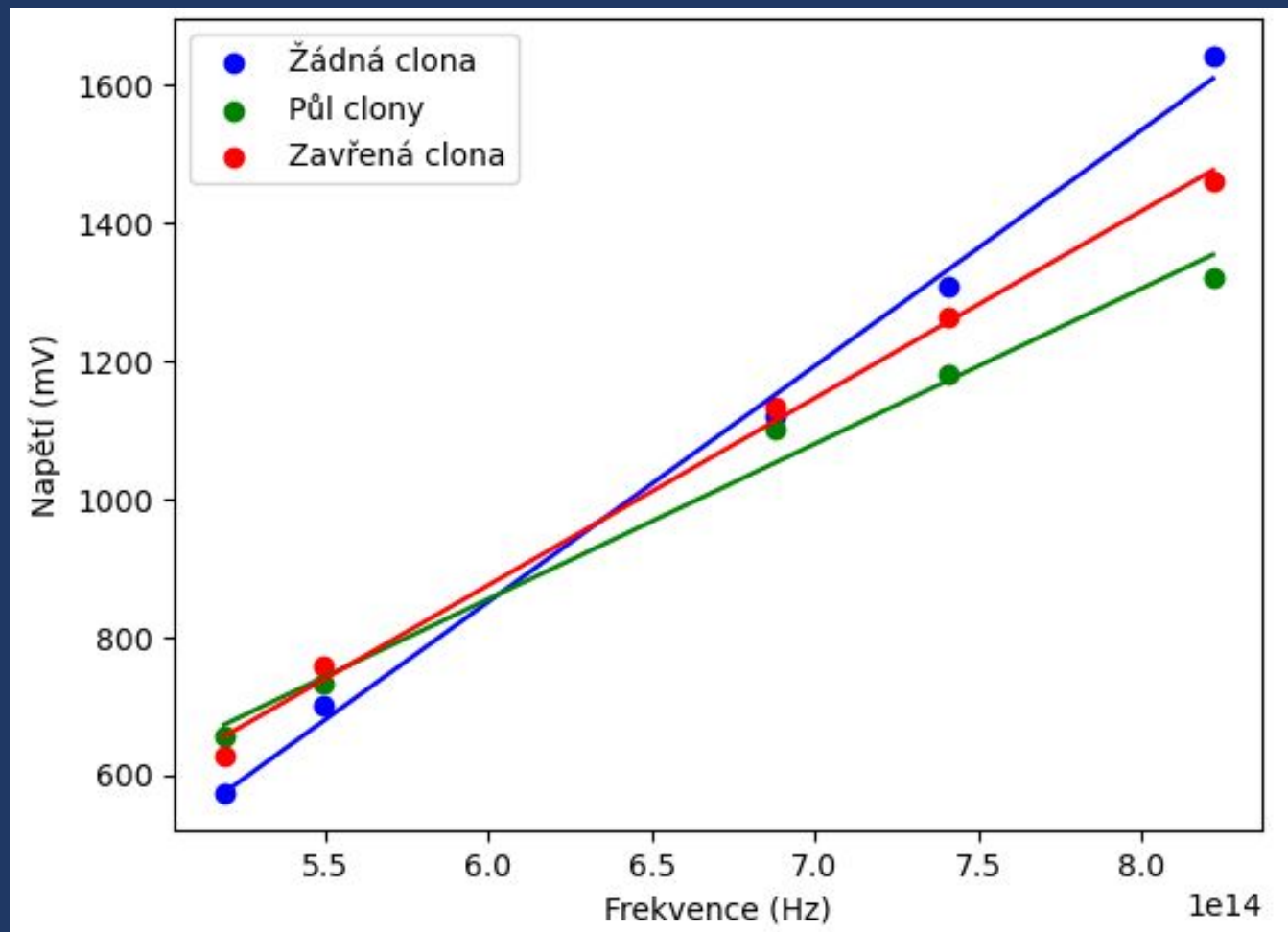


Naměřené hodnoty

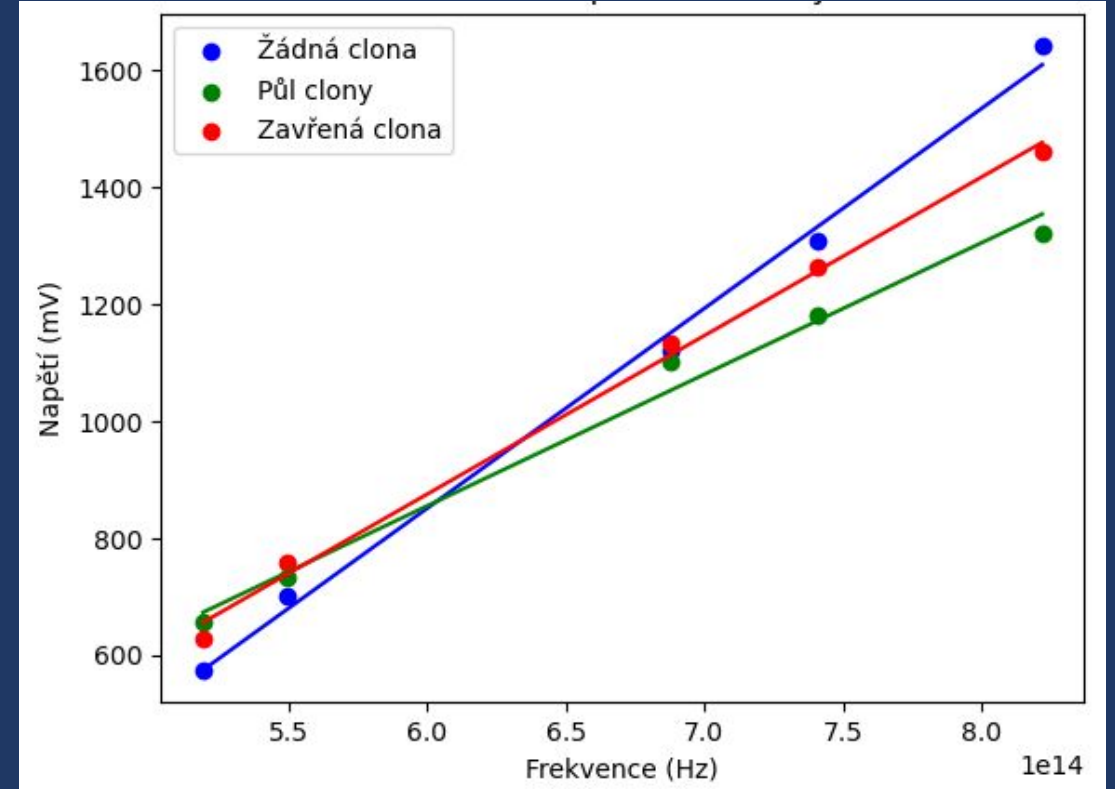
λ [nm]	f [THz]	U1 [V]	U2 [V]	U3 [V]
578	519	0,63	0,66	0,57
546	549	0,76	0,73	0,70
436	688	1,13	1,10	1,12
405	740	1,23	1,18	1,30
365	822	1,46	1,32	1,64



Naše výsledky



- Lineární model $a \cdot x + b$
- $a \approx 2.79 \times 10^{-12} \pm 7.32 \times 10^{-14}$
- $h \approx 4.14 \times 10^{-34} \pm 1.18 \times 10^{-32} \text{ Js}$
- Planckova konstanta
 $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ Js}$



DĚKUJEME
ZA
POZORNOST



Zdroje

- [1] Photoelectric Effect Experiment. Javalab, https://javalab.org/en/photoelectric_effect_2_en/
- [2] Střední průmyslová škola, Ostrava – Vítkovice, Základní pojmy kvantové fyziky, fotoelektrický jev, FYZ_4_Fotoelektrický jev (spszengrova.cz)