

Záření černého tělesa

Pomůcky: Počítač, ISES.

Úkoly:

- 1) Ze znalosti Planckova vyzařovacího zákona odvodit graficky pomocí regresní funkce Wienův posunovací zákon. Určit konstantu b .
- 2) Ze znalosti Planckova vyzařovacího zákona odvodit graficky pomocí regresní funkce Stefan-Boltzmannův zákon. Určit Stefan-Boltzmannovu konstantu σ .
- 3) Určit hodnoty pro sestavení grafu: *Závislost světelné účinnosti žárovky na teplotě vlákna* pro interval teplot 3000 K až 1000 K. Najít regresní funkci.
- 4) Jaká je světelná účinnost Slunce?

Teorie: Pro záření černého tělesa odvodil Max Planck v roce 1900 tzv. Planckův vyzařovací zákon:

$$H_{\lambda} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{hc}{kT\lambda}} - 1}$$

kde H_{λ} je spektrální hustota intenzity vyzařování, h je Planckova konstanta, c je rychlost světla ve vakuu, k je Boltzmannova konstanta, T je termodynamická teplota, λ je vlnová délka záření.

Světelnou účinností je míněn poměr výkonu Φ vyzářeného světla ku celkovému vyzářenému výkonu Φ_e .


Za světlo budeme považovat elektromagnetické vlnění o vlnových délkách 0,390 μm až 0,790 μm .

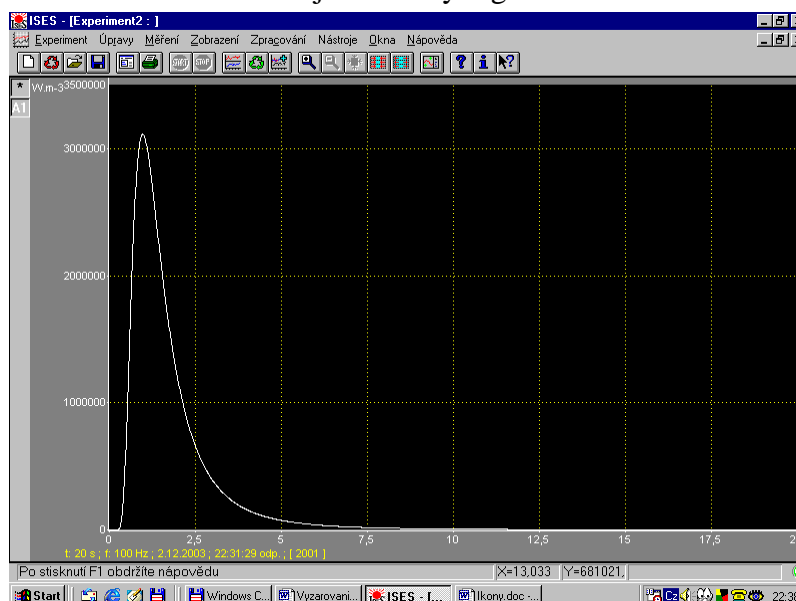
Provedení:




Spustíme ISES, založíme nový experiment, žádné moduly nemusí být zasunuté.

Nastavení: Doba měření 20 s, vzorkování 100 Hz.

Pomocí **OK** spustíme měření. Po jeho ukončení (za 20 s) klikneme na ikonu **úpravy vzhledu**

experimentu . **Nastavíme:** definice – osa Y: $3.7469E8/T^5/(\exp(14404/(T*3000))-1)$, W.m⁻³, maxY=3 500 000. Veličina T představuje vlnovou délku v mikrometrech (jednotka T na ose x nelze změnit), číslo 3000 udává teplotu v kelvinech. Interval vlnových délek je zvolen 0 μm až 20 μm . Po stisknutí **OK** se objeví takovýto graf:



Z grafu určíme pomocí nástroje **odečet**  a **integrál**  potřebné údaje. Pomocí **úpravy** **vzhledu experimentu**  lze změnit teplotu černého tělesa např. po 250 K. Bude také třeba využít nástroj lupa.

Získané údaje zpracujeme pomocí programu Excel.

Pro určení účinnosti Slunce je nutné vyhledat si jeho povrchovou teplotu a změnit maximální hodnotu na ose Y .

Protokol

Název: Záření černého tělesa

Vypracování:

T/K	3000	2750	2500	2250	2000	1750	1500	1250	1000
$\lambda_{max}/\mu m$	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
$M_e/W.m^{-2}$	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
$M_e'/W.m^{-2}$	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
$\eta/\%$	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Grafy a regresní funkce: *Závislost λ_{max} na teplotě T ,*

Závislost M_e na T ,

Určení konstant z Wienova posunovacího zákona a Stefan - Boltzmannova zákona.

Graf: *Závislost účinnosti žárovky na T*

Závěr: Porovnáme námi zjištěné závislosti s teoretickými zákony. Vypočteme relativní odchylky zjištěných konstant od teorie. Jaká je světelná účinnost Slunce?