

PLANCKOV ZÁKON

Kde urobili Rayleigh a Jeans chybu?

Ekvipartičná teória platí len pre spojité rozdanie energie - **dlhá** je kvantovaná v jednotkách $h\nu$

Oscilátor s energiami $E_n = nh\nu$ $n = 0, 1, 2, \dots$

Oscilátor pri teplote $T \rightarrow$ pravdepodobnosť že má energiu E_n - Boltzmannov faktor $e^{-E_n/kT}$

Vypočítame strednú energiu \bar{E} oscilátora

$$\bar{E} = \frac{\sum_{n=0}^{\infty} E_n e^{-E_n/kT}}{\sum_{n=0}^{\infty} e^{-E_n/kT}} = \frac{\sum_{n=0}^{\infty} nh\nu e^{-nh\nu/kT}}{\sum_{n=0}^{\infty} e^{-nh\nu/kT}}$$

$$= \frac{h\nu [e^{-h\nu/kT} + 2e^{-2h\nu/kT} + \dots]}{[1 + e^{-h\nu/kT} + e^{-2h\nu/kT} + \dots]}$$

$$= h\nu \frac{d}{d(-h\nu/kT)} \ln [1 + \exp(-h\nu/kT) + \exp(-2h\nu/kT) + \dots]$$

geometrický rad s kvocientom $e^{-h\nu/kT}$

$$S = \frac{1}{1 - e^{-h\nu/kT}}$$

$$= h\nu \frac{d}{d(-h\nu/kT)} \ln \frac{1}{1 - e^{-h\nu/kT}}$$

$$= \boxed{\frac{h\nu}{e^{h\nu/kT} - 1} = \bar{E}} \leftarrow \text{stredná energia kvantovaného oscilátora}$$

\Rightarrow

$$\boxed{u(\nu)d\nu = \frac{8\pi h}{c^3} \frac{\nu^3 d\nu}{e^{h\nu/kT} - 1}}$$

PLANCKOV VÝŽAROVACÍ ZÁKON