

Termofysik HT 2006 Räkneövning 9 (behandlas Tor 16.11 kl. 16:15)

1. Härled Plancks lag för strålnings energin som funktion av våglängd $dE(\lambda)$ utgående från

$$dN_k = \frac{V}{\pi^2} \frac{k^2 dk}{e^{\hbar ck/k_B T} - 1} \quad (1)$$

2. Enligt Rayleigh-Jeans lag,

$$u(\omega, T)d\omega = \frac{\omega^2 d\omega}{\pi^2 c^3} kT, \quad (2)$$

som gäller vid låga frekvenser, är medelenergin U per normal mod av svartkroppsstrålning vid temperaturen T

$$U = kT. \quad (3)$$

Enligt Wiens lag,

$$u(\omega, T)d\omega = \frac{\hbar \omega^3}{\pi^2 c^3} e^{-\beta \hbar \omega} d\omega, \quad (4)$$

som gäller vid höga frekvenser, får vi

$$U = \hbar \omega e^{-\beta \hbar \omega}. \quad (5)$$

Beräkna $d(1/T)/dU$ för dessa två fall. Hitta på en interpolationsformel för $d(1/T)/dU$ mellan dessa två gränser. Uppnå ett uttryck för U genom att integrera denna formel. Med rätt val av interpolationsformel får man Plancks lag på detta sätt.

3. Fönsterväggen i en lägenhet är $13 \times 2 \text{ m}^2$. Hur stor uppvärmningseffekt behövs för att kompensera strålningsförlusterna, då det är 20°C inomhus, -20°C utomhus. Konduktans och konvektion beaktas ej.

4. En skinhead hänger vid köpcentret en solig vinterdag ($T = -20^\circ\text{C}$). Hur stor bör uppvärmningseffekten som produceras via blodomloppet vara för att ersätta enbart strålningsförlusten, då huvudets temperatur önskas hållas vid 35°C ? Huvudet kan approximeras som en ihålig sfär med radien 10 cm , och emissiviteten 0.8 . Solkonstanten är 500 W/m^2 .

VÄND !

5. I en bollformad glaskupa bränns en glödlampa. I jämvikt kupans temperatur 30°C . Om man omger kupan med en aluminiumfolie, stiger dess temperatur till 93°C . Bestäm på basen av detta aluminiumets emissivitet ϵ , om rummets temperatur är 20°C .

6. Anta att solen och Mars kan betraktas som perfekta svartkroppar. Beräkna yttemperaturen på Mars om man antar att atmosfären jämnar ut alla yttemperaturskillnader. Solens yttemperatur $T_S = 6000\text{ K}$, solens radie $r_S = 6.96 \cdot 10^8\text{ m}$, och Mars medelavstånd från solen är $R_M = 2.28 \cdot 10^{11}\text{ m}$.