
Pengantar Kimia Kuantum

Tugas 02

1. Asumsi utama Planck adalah energi pada osilator elektronik hanya dapat memiliki nilai $\epsilon = nh\nu$ sehingga $\Delta\epsilon = h\nu$. Ketika $\nu \rightarrow 0$, maka $\Delta\epsilon \rightarrow 0$ dan energi ϵ menyerupai kontinu. Tunjukkan bahwa persamaan distribusi non-klasik Planck sama dengan persamaan distribusi klasik Rayleigh-Jeans jika $\nu \rightarrow 0$.

Petunjuk: $e^x = 1 + x + (x^2/2!) + \dots$ Pada deret tersebut, $x^2/2!$ dan orde tinggi selanjutnya dapat diabaikan jika $x \rightarrow 0$.

2. Energi total yang diradiasikan per unit area per unit waktu oleh sebuah benda hitam dinyatakan melalui hukum Stefan-Boltzmann

$$R = \frac{c}{4} E_\nu = \sigma T^4$$

dan σ dikenal sebagai konstanta Stefan-Boltzmann dengan nilai eksperimental $5.6697 \times 10^{-8} \text{ J.m}^{-2}.\text{K}^{-4}.\text{s}^{-1}$. Integralkan persamaan distribusi Planck pada semua frekuensi

$$E_\nu = \int_0^\infty \rho(\nu, T) d\nu$$

dan bandingkan dengan hukum Stefan-Boltzmann di atas.

Petunjuk:

$$\int_0^\infty \frac{x^3 dx}{e^x - 1} = \frac{\pi^4}{15}$$

3. Ketika permukaan perak dikenai sinar dengan panjang gelombang 230 nm, diperlukan potensial sebesar 0.80 V untuk menghentikan laju elektron yang terlepas dari permukaan. Hitung frekuensi ambang ν_0 dan fungsi kerja ϕ logam perak.
4. Sirius, salah satu bintang dengan temperatur tertinggi, diperkirakan memiliki spektrum benda-hitam dengan $\lambda_{\text{max}} = 2600\text{\AA}$. Hitung temperatur permukaan Sirius.
5. Hitung panjang gelombang de Broglie untuk:
- Bola seberat 140 g yang bergerak dengan kecepatan 40 m.s⁻¹.
 - Elektron yang bergerak dengan kecepatan 1% dari kecepatan cahaya.
Massa elektron = 9.11×10^{-31} kg
Kecepatan cahaya = 3×10^8 m.s⁻¹