

Budowa i Ewolucja Gwiazd
II rok astronomii
Lista nr 1

1. Podaj definicje: ciała doskonale czarnego, natężenia promieniowania, strumienia promieniowania, strumienia obserwowanego, temperatury efektywnej, ciśnienia promieniowania, jasności absolutnej, mocy promieniowania.
2. Wyjaśnić następujące pojęcia: układ termodynamiczny; układ otwarty, zamknięty, izolowany, adiabatyczny; stan równowagi termodynamicznej; parametry termodynamiczne; proces termodynamiczny; proces izotermiczny, izohoryczny, izobaryczny, adiabatyczny; równanie stanu; gaz doskonały; równanie stanu gazu doskonałego; stała Avogadro; masa molowa; energia wewnętrzna; praca; ciepło; zasady termodynamiki; pojemność cieplna; ciepło właściwe; proces odwracalny, nieodwracalny; entropia.
3. Kiedy pole promieniowania $I_\nu(\mathbf{r}, \mathbf{n}, t)$ jest statyczne, jednorodne oraz izotropowe?
4. Obliczyć strumień, gęstość energii oraz ciśnienie promieniowania w przypadku, gdy pole promieniowania jest izotropowe i jednorodne.
5. Wytlumaczyć dlaczego $I_\nu d\nu = I_\lambda d\lambda$ oraz podać przepis na przejście od I_ν do I_λ .
6. Wyjaśnić dlaczego we wzorze na gęstość energii promienistej:

$$u = \frac{1}{c} \int I d\omega$$

występuje czynnik $1/c$.

7. W roku 1893 W. Wien wyprowadził następujące wyrażenie dla monochromatycznego strumienia promieniowania ciała doskonale czarnego

$$F_\nu^{BB}(T) = \nu^3 f\left(\frac{\nu}{T}\right),$$

gdzie f jest pewną funkcją. Korzystając z tego wyrażenia wyprowadzić prawo Stefana-Boltzmannia.

8. Korzystając z formuły Wiena z poprzedniego zadania wyprowadzić prawo przesunięć Wiena.
9. Wychodząc z prawa Plancka, $B_\nu(T)$, wyprowadzić:

(a) $B_\lambda(T)$

(b) $B_\nu^{R-J}(T) = \frac{2\nu^2}{c^2} kT$, dla $h\nu \ll kT$ (przybliżenie Rayleigha-Jeansa)

(c) $B_\nu^W(T) = \frac{2h\nu^3}{c^2} \exp\left(-\frac{h\nu}{kT}\right)$, dla $h\nu \gg kT$ (przybliżenie Wiena)

(d) prawo przesunięć Wiena

(e) prawo Stefana-Boltzmana

10. Udowodnić, że ciało doskonale czarne w miarę wzrostu temperatury promieniuje coraz więcej energii we wszystkich długościach fali.

Wojciech Szewczuk