Zadanie 1.

„Wyprowadzić" wzór na termiczną długość fali de'Broglie'a λ. Porównać ze średnią odległością pomiędzy cząsteczkami gazu atmosfery Wenus, Ziemi lub Tytana, a także centrum Słońca i Betelgeuse.

Zadanie 2.

Wyprowadzić wzór na potencjał chemiczny μ klasycznego gazu doskonałego. Uprościć korzystając z wyniku Zad. 1.

Zadanie 3.

Obliczyć stopień „jonizacji" w zależności od gęstości i temperatury dla procesów:

a) jonizacja atomów wodoru:

$$H \rightleftarrows p^+ + e^-$$

b) dysocjacja molekuł wodoru:

$$H_2 \rightleftarrows 2H$$

c) dysocjacja cząstek α

$$\alpha \rightleftarrows 2p + 2n$$

d) anihlacja e^+e^-

$$2\gamma \rightleftarrows e^+ + e^-$$

e) mikstura kosmologiczna p, n, d, α i ^{3}He

Założyć, że wzór na μ z Zad. 2 jest poprawny. Określić typowe zakresy temperatury, w których powyższe procesy dają nietrywialne rozwiązania.

Zadanie 4.

Wyprowadzić równanie na rozkład temperatury $T(r)$ wzdłuż promienia gwiazdy przy założeniu, że transport energii można opisać jako dyfuzję gazu fotonowego. Wyrazić współczynnik dyfuzji poprzez średnią długość swobodną lub przekrój czynny i gęstość.

Zadanie 5.

Wyznaczyć średni współczynnik nieprzezroczystości materii (tzw. średnią Rosselanda, ang. *mean Rosseland opacity*).

Zadanie 5.

Wyprowadzić równanie na rozkład temperatury $T(r)$ wzdłuż promienia gwiazdy przy założeniu, że transport energii odbywa się za pomocą konwekcji. Przyjąć, że gradient temperatury jest identyczny z wynikającym z kryterium niestabilności konwekcyjnej.

Zadanie 6.

Podać równanie określające zależność jasności gwiazdy $L(r)$ w zależności od promienia, przy założeniu, że tempo produkcji energii na jednostkę objętości $\varepsilon(T, \rho, X_i)$ w zależności od temperatury T, gęstości ρ i składu chemicznego X_i jest znane. Przepisać równanie w alternatywnej postaci zawierającej $L(m)$ i tempo produkcji energii na jednostkę masy $\epsilon = \varepsilon/\rho$.

Zadanie 7.

Podać „kompletny" układ równań określający strukturę gwiazdy, czyli rozkłady ciśnienia $P(r)$, gęstości $\rho(r)$, temperatury $T(r)$ oraz jasności $L(r)$ wraz z warunkami brzegowymi. Podjąć próbę numerycznego rozwiązania układy dla pewnych parametrów opisujących „realistyczną" gwiazdę ciągu głównego.