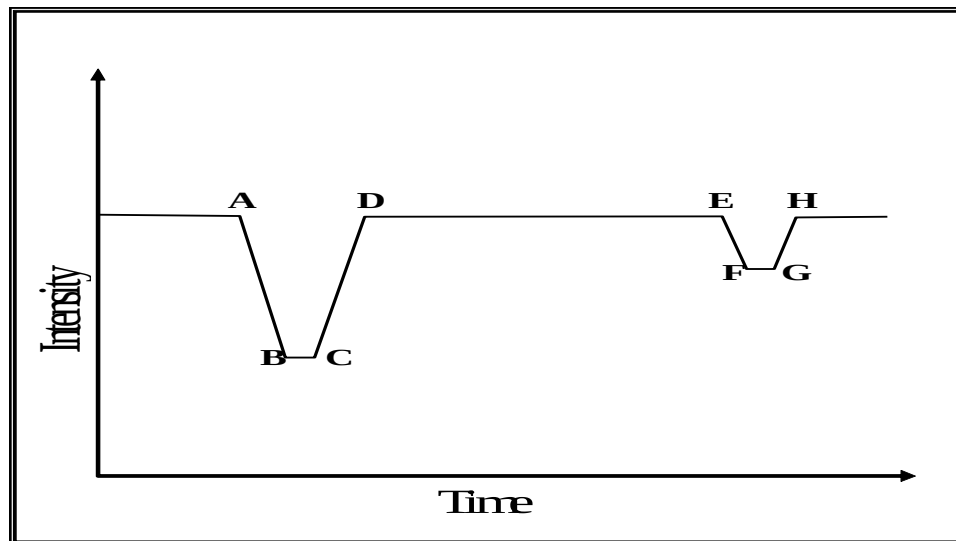


ZADANIA TEORETYCZNE, CZĘŚĆ II

(300 punktów, po 100 punktów za każde)

Przedstaw swoje rozwiązanie krok po kroku na arkuszach odpowiedzi w sposób pełny, pamiętając o podaniu odpowiedzi końcowej. Kartki na brudnopis mogą być użyte do pomocniczych rachunków, ale nie będą oceniane. Odpowiedzi, w których nie wykazano metody działania otrzymają jedynie część możliwych punktów.

1. Gwiazda zmienna zaćmieniowa wykazuje okres 30 dni. Na rysunku pokazano krzywą zmian blasku, z której wynika, że drugi składnik zaćmiewa pierwszy (od punktu A do D) przez 8 godzin (czyli od pierwszego do ostatniego kontaktu), natomiast faza całkowitego zaćmienia od punktu B do C trwa 1 godzinę 18 minut. Analiza widmowa wykazała, że maksymalna prędkość radialna składnika pierwszego wynosi 30 km/s a drugiego 40 km/s. Zakładając, że orbity są kołowe oraz nachylenie $i = 90^\circ$, wyznacz promienie i masy obu gwiazd w jednostkach promienia Słońca i masy Słońca.



2. Obserwując gwiazdę w filtrach *UBV* Johnsona otrzymano $U = 8.15$, $B = 8.50$ i $V = 8.14$. Zgodnie z typem widmowym wskaźnik barwy gwiazdy $(U - B)_0 = -0.45$. Wiedząc, że promień gwiazdy wynosi $2.3 R_\odot$, absolutna jasność bolometryczna -0.25 i poprawka bolometryczna $(BC) -0.15$, wyznacz:
 - a. rzeczywiste jasności U_0 , B_0 i V_0 gwiazdy (przyjmij dla typowej materii międzygwiazdowej wartość stosunku ekstynkcji całkowitej do ekstynkcji selektywnej [nadwyżki barwy] $R_V = 3.2$),
 - b. temperaturę efektywną gwiazdy,

c. odległość do gwiazdy w parsekach.

Uwaga:

Przyjmij następującą zależność między nadwyżkami koloru $E(U - B)$ i $E(B - V)$:

$$E(U - B) = 0.72 E(B - V).$$

Przyjmując $R_V = 3.2$ i oznaczając ekstynkcję międzygwiazdową jako A_V mamy

$$A_V = 3.2 E(B - V).$$

3. Z pomiarów relikтового promieniowania tła (CMB) wynika, że jego temperatura jest praktycznie taka sama w każdym kierunku na niebie, z bardzo dużą dokładnością. Przyjmijmy, że światło wyemitowane w chwili rekombinacji ($T_r \approx 3000$ K, $t_r \approx 300\,000$ lat) dociera do nas w chwili obecnej ($T_0 \approx 3$ K, $t_0 \approx 1.5 \times 10^{10}$ lat). Współczynnik skali S jest zdefiniowany tak, że $S_0 = S(t = t_0) = 1$ i $S_t = S(t < t_0) < 1$. Zauważ, że okres dominacji promieniowania rozciąga się od momentu, w którym ustała inflacja ($t = 10^{-32}$ sekundy) do chwili rekombinacji, kiedy rozpoczął się okres dominacji materii. W okresie dominacji promieniowania współczynnik skali S jest proporcjonalny do $t^{1/2}$, a w okresie domiancji materii współczynnik skali S jest proporcjonalny do $t^{2/3}$.
 - a. Oszacuj odległość horyzontu w chwili rekombinacji. Przyjmij, że temperatura T jest proporcjonalna do $1/S$, gdzie S jest czynnikiem skali Wszechświata.
 Uwaga: Rozważmy dwa punkty leżące w tej samej odległości od obserwatora, co źródło CMB. Wtedy odległość horyzontu w stopniach definiujemy jako największą możliwą odległość kątową pomiędzy takimi dwoma punktami, przy której jeszcze punkty mogą „się widzieć” nawzajem w chwili, kiedy promieniowanie reliktowe tła zostało wyemitowane.
 - b. Rozważ dwa takie punkty, jak powyżej, które obecnie się obserwuje w odległości $\alpha = 5^\circ$ od siebie. Czy te punkty mogą się ze sobą komunikować za pomocą fotonów? (Odpowiedź „TAK” lub „NIE” uzasadnij matematycznie.)
 - c. Oszacuj rozmiar Wszechświata w momencie zakończenia okresu inflacji.