

Egzamin teoretyczny - zadania długie

Zadanie 1

W jednorodnym i izotropowym Wszechświecie, parametr gęstości materii

(baronowej + ciemnej) $\Omega_m = \frac{\rho_m}{\rho_c} = 32\%$, gdzie ρ_m to gęstość materii, a ρ_c to krytyczna gęstość Wszechświata.

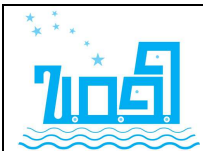
- (1) Oblicz średnią gęstość materii w naszym lokalnym sąsiedztwie.
 - (2) Oblicz prędkość ucieczki galaktyki znajdującej się 100 Mpc od nas. Załóż, że prędkość oddalania się galaktyk w prawie Hubble'a jest równa prędkości ucieczki w danej odległości, dla krytycznej gęstości Wszechświata, który obserwujemy.
 - (3) Ta sama galaktyka porusza się po kołowej orbicie wokół centrum naszej Lokalnej Grupy Galaktyk. Jaka jest obserwowana prędkość kątowna tej galaktyki na niebie?
 - (4) Czy możliwe jest odkrycie dwóch galaktyk w pewnej odległości kątowej od siebie na niebie, które początkowo były na jednej linii widzenia. Załóż, że galaktyki poruszają się po orbitach kołowych o różnych promieniach, oraz że Ziemia znajduje się w centrum naszej Lokalnej Grupy Galaktyk.
- Zapisz „Yes” dla odpowiedzi Tak lub „No” dla odpowiedzi Nie.

Zadanie 2

Planetoidę bliską Ziemi - *Seneca* (Near Earth Asteroid 2608) - obiega statek kosmiczny, który pozostając stale bardzo blisko niej, wysyła na Ziemię dane w postaci pakietów. Ze względu na ruch względny obu ciał (Ziemi i planetoidy) wokół Słońca, czas dotarcia pakietu do stacji naziemnej zmienia się w przybliżeniu w przedziale od 2 do 39 minut. Orbity Ziemi i planetoidy *Seneca* są współpłaszczyznowe.

Przyjmując, że Ziemia porusza się dookoła Słońca po orbicie kołowej (o promieniu $a_{\text{Earth}} = 1 \text{ AU}$ i okresie obiegu $T_{\text{Earth}} = 1 \text{ rok}$), oraz orbita planetoidy *Seneca* nie przecina orbity Ziemi, oblicz:

- (1) półos a_{Sen} i mimośród e_{Sen} orbity planetoidy wokół Słońca,
 - (2) okres obiegu planetoidy T_{Sen} wokół Słońca i średni odstęp czasu T_{syn} między dwoma kolejnymi opozycjami planetoidy *Seneca*,
 - (3) przybliżoną wartość masy Jowisza M_{Jup} , zakładając, że jest on jedyną planetą w Układzie Słonecznym o niezaniebrywanej (w stosunku do Słońca) masie.
- Przyjmij, że obecność Jowisza nie wpływa na orbitę planetoidy *Seneca*.



Zadanie 3

(1) Stosując twierdzenie o wiriale dla izolowanych układów o symetrii sferycznej w postaci: $-2 \cdot \langle K \rangle = \langle U \rangle$, gdzie $\langle K \rangle$ oznacza średnią energię kinetyczną, a $\langle U \rangle$ średnią energię potencjalną układu, wyprowadź wzór na całkowitą masę gromady galaktyk. Załóż, że znana jest dyspersja prędkości radialnych galaktyk gromady σ oraz promień gromady R . Załóż, że gromada jest izolowana, sferyczna, o jednorodnej gęstości i składa się z galaktyk o jednakowych masach.

(2) Wyznacz tzw. *masę wirialną*, czyli masę układu wynikającą z twierdzenia o wiriale dla gromady w Warkoczu Bereniki, która leży w odległości 90 Mpc od nas. Wiadomo, że dyspersja prędkości radialnych galaktyk tej gromady wynosi $\sigma_u = 1000$ km/s oraz że kątowa średnica gromady na sferze niebieskiej wynosi około 4° .

(3) Wyznaczona z obserwacji całkowita jasność galaktyk gromady wynosi około $L = 5 \times 10^{12} L_\odot$. Zakładając, że stosunek M/L dla gromady wynosi około 1 (cała materia w gromadzie jest widoczna) odpowiada to masie gromady $M \sim 5 \times 10^{12} M_\odot$. Oszacuj stosunek masy jasnej materii do całkowitej masy gromady wyznaczonej w punkcie (2).