

Instrukcje do Konkursu Grupowego

Przed udaniem się do teleskopu, otrzymacie kopertę zawierającą strony ze zbiorczym arkuszem odpowiedzi. Proszę napisać kod grupy na kopercie.

- W tym egzaminie jest osiem pytań: G01.1 do G01.8. Otrzymaliście już opis, a arkusz pytań jest dołączony do tych instrukcji.
- Przy stole obserwacyjnym otrzymacie radioteleskop i powiązaną elektronikę, a także latarki czołowe i podkładkę do pisania.
- Strony ze zbiorczym arkuszem odpowiedzi będą przechowywane w mniejszej kopercie **[S]**. **Możecie otworzyć tę kopertę ([S]) tylko wtedy, gdy dotrzecie do stanowiska obserwacyjnego teleskopu i egzamin formalnie się rozpocznie.**
- Na początku i końcu sesji zbierania danych i sesji analizy danych zostanie wydany sygnał gwizdkiem.
- Czas na zbieranie danych przy stanowisku obserwacyjnym wynosi **35 minut**.
- Do analizy danych przejdziecie do Powai Ball Room. Czas na analizę danych wynosi **30 minut**.
- Przebieg egzaminu jest następujący:

Czas (min:sek)	Czas trwania	Zadania
00:00 – 35:00	35 min	Zbieranie danych przy stanowisku obserwacyjnym
35:00 – 65:00	30 min	Analiza danych w Powai Ball Room

- Do wprowadzania danych i odpowiedzi należy używać długopisu. Ołówek powinien być używany do rysowania wykresów.
- Nie należy opuszczać wyznaczonego stołu podczas sesji zbierania danych i analizy danych.
- Można kontynuować pracę nad analizą danych nawet podczas zbierania danych.
- **Na koniec egzaminu:**
 - Sprawdź, czy poprawnie napisałeś kod grupy i numery stron na wszystkich używanych arkuszach.
 - Ułóż arkusze w następującej kolejności:
Strony ze zbiorczym arkuszem odpowiedzi (G01), używane arkusze robocze dla (G01).
 - Umieść powyższe arkusze w **mniejszej kopercie [S]**. Strony ze zbiorczym arkuszem odpowiedzi muszą być umieszczone w kopercie **[S]** niezależnie od tego, czy zostały użyte, czy nie.
 - Umieść mniejszą kopertę w większej kopercie **[B]**.
 - Wszystkie inne arkusze, mianowicie arkusze instrukcji, opis, wszystkie arkusze pytań i nieużywane arkusze robocze powinny być umieszczone bezpośrednio w większej kopercie **[B]**.
 - **Oceniane będą tylko zawartości mniejszej koperty [S]. Żaden arkusz, który nie zostanie umieszczony w tej kopercie, nie będzie oceniany.**
 - Zawiąż pieczęć na kopercie **[B]**.

(G01) Odkrywanie Galaktycznej ciemnej materii za pomocą radioteleskopu

**[150
punktów]**

- (G01.1) Szacujemy rozdzielczość naszego radioteleskopu i porównujemy ją z dokładnością kątową jego urządzeń celowniczych.
- (G01.1a) Zmierz wymiary apertury radioteleskopu (dłuższa długość a , krótsza długość b) i wyraż w metrach. Na tej podstawie oszacuj rozdzielczość odpowiadającą każdemu z wymiarów osobno (θ_{res}^a i θ_{res}^b , odpowiednio) w stopniach. Zaznacz (✓) wymiar, który daje wyższą rozdzielczość. **[7]**
- (G01.1b) Aby porównać z powyższą rozdzielczością, zapisz najmniejszą jednostkę pomiarową kątomierza ($\theta_{\text{min}}^{\text{az}}$) i cyfrowego inklinometru ($\theta_{\text{min}}^{\text{alt}}$). **[2]**
- (G01.2) Otwórz oprogramowanie teleskopu i sprawdź za pomocą Tab 1, czy system działa. Dla każdej długości galaktycznej, **[25]**
- Użyj Tab 2, aby wprowadzić współrzędne galaktyczne (długość ℓ , szerokość $b = 0$) i zanotuj czas, odpowiadającą wysokość, azymut oraz v_{corr} w Tabeli w zbiorczym arkuszu odpowiedzi.
 - Skieruj się na tę wysokość i azymut i użyj Tab 3, aby zapisać dane 'ℓ.csv' (np. plik o nazwie '30.csv' mógłby zawierać dane odpowiadające długości galaktycznej 30°).
- Powtórz tę procedurę dla wszystkich różnych długości galaktycznych z tabeli.
- (G01.3) Użyj Tab 3, aby zarejestrować dane kalibracyjne 'sky.csv' i 'ground.csv', kierując teleskop w stronę obszaru nieba z dala od płaszczyzny Galaktyki, a następnie w stronę ziemi. Dodaj wysokość i azymut, na które skierowałeś teleskop, oraz czas, kiedy przeprowadziłeś każde z tych pomiarów, w zbiorczym arkuszu odpowiedzi. **[14]**
- (G01.4) Wykonaj kalibrację wzmocnienia i temperatury, korzystając z zakładki Tab 4. **[7]**
- (G01.5) Teraz dla każdej obserwacji 'ℓ.csv', użyj zakładki 5, aby uzyskać widmo temperatury na 5 różnych długościach galaktycznych ℓ .
- (G01.5a) Określ najbardziej przesuniętą ku czerwieni częstotliwość f_{obs} linii HI (która ma temperaturę 5 K powyżej poziomu bazowego) odpowiadającą danej długości galaktycznej (ℓ), i wstaw ją do tabeli w zbiorczym arkuszu odpowiedzi. **[19]**
- (G01.5b) Oblicz $v_{\text{Earth}}^{\text{obs}}(\ell)$ i $v_{\text{LSR}}^{\text{max}}(\ell)$ i zestaw do tabeli w zbiorczym arkuszu odpowiedzi. **[10]**
- (G01.5c) Korzystając z wartości $v_{\text{LSR}}^{\text{max}}$ na każdej z obserwowanych długości galaktycznych, oblicz prędkość rotacji $v_{\text{rot}}(R)$ i promień galaktocentryczny dla maksymalnej emisji przesuniętej ku czerwieni dla każdej z 5 długości galaktycznych. Zestaw wszystkie te wartości w zbiorczym arkuszu odpowiedzi. **[10]**
- (G01.6) Na arkuszu wykresowym (część zbiorczego arkusza odpowiedzi) zaznacz wartości prędkości rotacji w zależności od promienia galaktocentrycznego i narysuj gładką krzywą przechodzącą przez te punkty. **[6]**
- (G01.6a) Zakładając sferycznie symetryczny rozkład masy, oszacuj zamkniętą masę w promieniu odpowiadającym twoim obserwacjom, używając wzoru: **[10]**

$$M_{\text{encl}}(R) = \frac{v_{\text{rot}}^2 R}{G},$$

gdzie R to promień galaktocentryczny, v_{rot} to prędkość obrotowa, a G to stała grawitacyjna. Wyraż swoją odpowiedź w jednostkach masy słonecznej.

- (G01.6b) Masa zwykłej materii barionowej zamkniętej w różnych promieniach galaktocentrycznych, R , Drogi Mlecznej jest pokazana za pomocą symboli $\odot$ na wykresie podanym w zbiorczym arkuszu odpowiedzi. Narysuj $M_{\text{encl}}(R)$ z twoich pomiarów na tym samym arkuszu wykresu i narysuj dwie gładkie fizycznie poprawne krzywe, jedną dla każdego zestawu pomiarów. [12]
- (G01.6c) Oblicz wartość zamkniętej masy ciemnej materii, $M_{\text{dm}}(R)$, i zapisz ją w tabeli w zbiorczym arkuszu odpowiedzi. [10]
- (G01.7) Oszacuj czułość swojej obserwacji na bin spektralny w jednostkach temperatury w K, biorąc pod uwagę, że spektrum ma łącznie 512 binów obejmujących całkowity zakres częstotliwości 2,048 MHz. [9]
- (G01.8) Który z poniższych parametrów poprawi się, jeśli obserwacje zostaną przeprowadzone za pomocą anteny tubowej o większych wymiarach apertury. Zaznacz poprawną opcję w Zbiorczym Arkuszu Odpowiedzi. [9]
- A. Czułość σ_T dla $T_{\text{ant}}=5$ K
 - B. Rozdzielczość kątowna
 - C. Oszacowanie v_{rot}
 - D. Rozdzielczość w częstotliwości