

Подборен кръг за IOAAjr 2026

Практически тур, 6 юли 2026 г.

Време за работа: 4 часа

Задача 1. Неизвестна планета. В таблицата са дадени стойностите на видимия ъглов диаметър на една от планетите в Слънчевата система, измерени от земен наблюдател. Времето се измерва в част синодичния период, като началният момент е произволно избран, а ъгловият размер ϑ - в относителни мерни единици, т.е. посочените числени стойности не съответстват на никаква мерна единица за ъгъл.

А) Начертайте графика, която показва зависимостта на ъгловия размер от времето. Прекарайте плавна крива през точките. [3т.]

Б) Определете голямата полуос на орбитата на неизвестната планета като първо определите коя е тази планета. [6т.]

В) Определете синодичния период на планетата относно Земята. [4т.]

Г) Попълнете таблицата отново, като запишете моментите от време в денонощия, а видимия ъглов размер в дъгови секунди. Попълнете дадената празна таблица. [5т.]

Д) Защо максимумите на видимият ъглов размер не са еднакво високи? [2т.]

Т	ϑ	Т	ϑ
0.09	1.447821	1.18	0.989106
0.18	1.103784	1.27	0.802752
0.27	0.860092	1.36	0.716743
0.36	0.731078	1.45	0.673739
0.45	0.702408	1.55	0.673739
0.55	0.716743	1.64	0.688073
0.64	0.745413	1.73	0.745413
0.73	0.817087	1.82	0.874427
0.82	0.931766	1.91	1.161124
0.91	1.132454	2	1.490826
1	1.390482	2.09	1.419151
1.09	1.318807	2.18	1.189794

N	Планета	Голяма полуос [au]	Радиус [km]
1	Меркурий	0.39	2 440
2	Венера	0.72	6 052
3	Земя	1.00	6 371
4	Марс	1.52	3 390
5	Юпитер	5.20	69 911
6	Сатурн	9.58	58 232
7	Уран	19.20	25 362
8	Нептун	30.04	24 622

Предайте този лист!

[illegible]

Задача 2. Спектрални наблюдения на галактики. Една от най-важните спектрални линии в съвременната астрономия е 21 cm линия на неутралния водород. Тя се получава когато електронът във водородния атом промени посоката на спина си, при което се излъчва фотон с честота $\nu = 1420.4$ Hz. Чрез нея ние можем да проследим движението на множество облаци неутрален водород, разположени в галактичната равнина, и да определим тяхната пространствена скорост. Това е един от основните методи за получаване на кривата на въртене на Галактиката – зависимостта на скоростта на въртене от разстоянието до центъра.

Представете си, че наблюдавате излъчването от облаци неутрален водород за фиксирано направление в равнината на галактиката. Приемете, че всички водородни облаци се движат по кръгови орбити около галактичния център със скорости, равни на слънчевата: $v(r) = v_{\odot} = 230$ km/s.

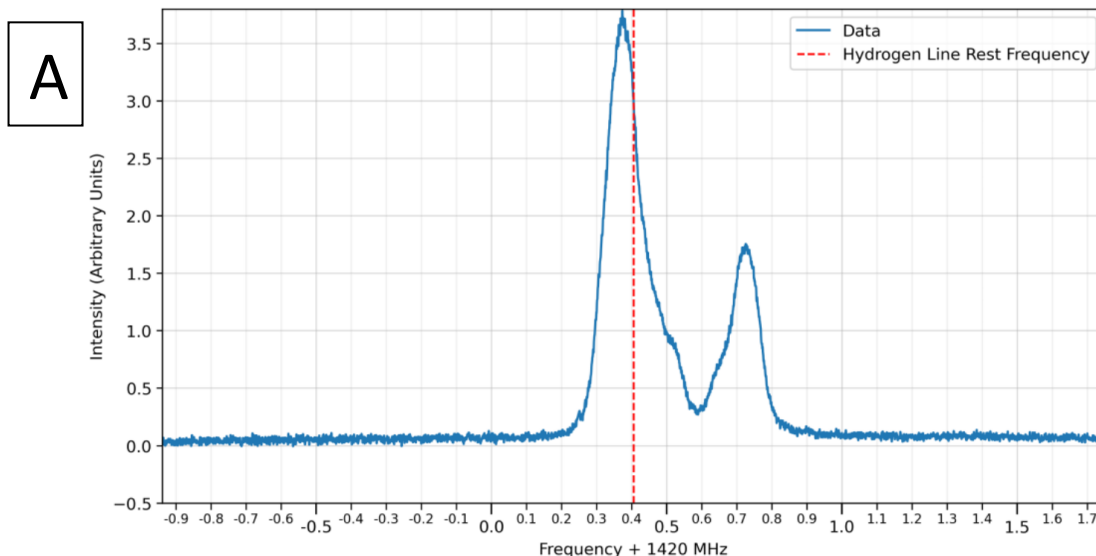
А) Намерете израз за максималната лъчева скорост, която бихте засекли от такъв облак, за дадена галактична дължина ℓ , ако $0^\circ < \ell < 90^\circ$. [2т.]

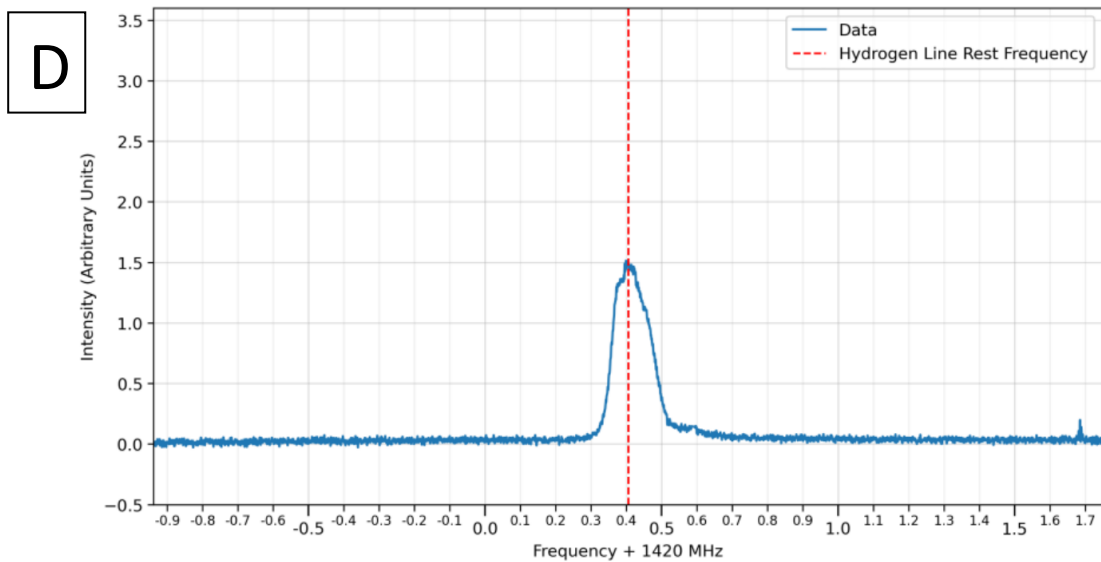
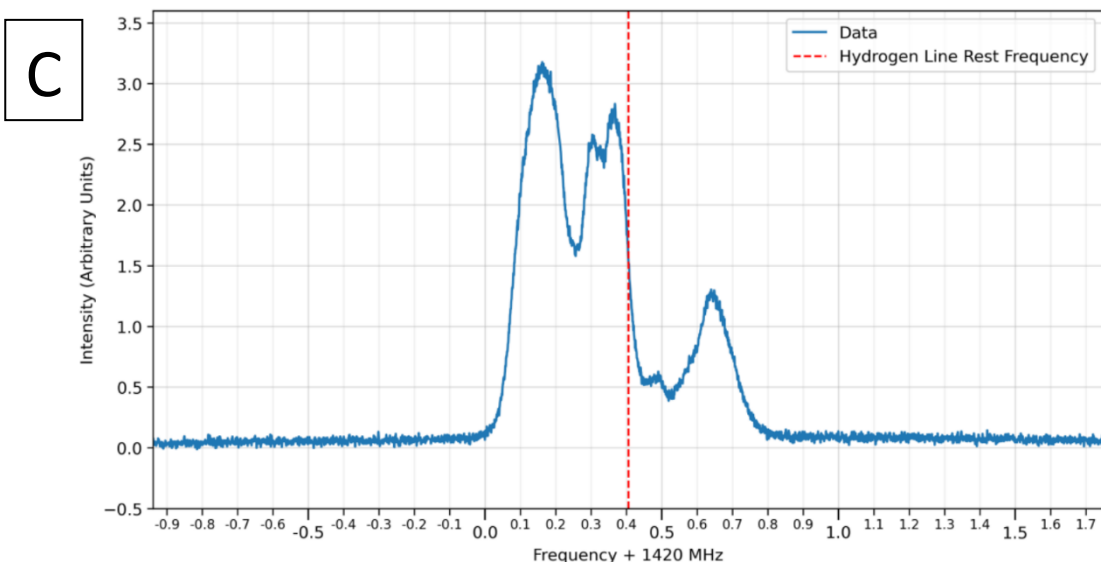
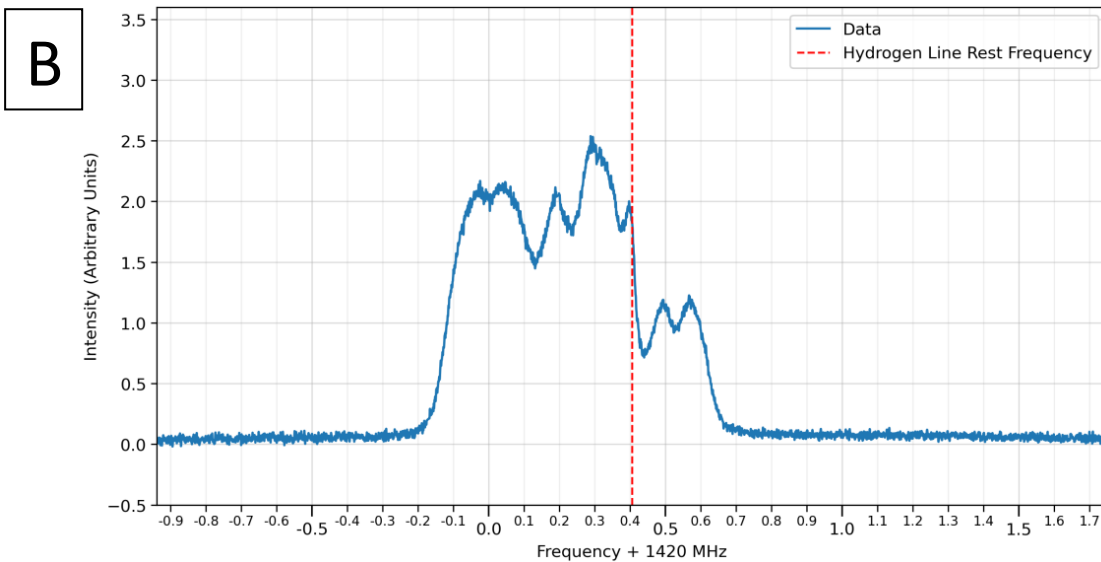
Б) Намерете израз за минималната лъчева скорост, която бихте засекли от такъв облак, за дадена галактична дължина ℓ , ако $90^\circ < \ell < 180^\circ$. [2т.]

Упътване: Слънцето се движи в посока $\ell = +90^\circ$ около Галактичния център. Във финалните буквени изрази използвайте като променливи само $v_{\odot}$ и ℓ .

В) Дадени са ви 4 графика, показващи зависимостта на интензитета на излъчването на облаци в дадено направление от честотата. Всяка графика е направена при наблюдение на конкретна галактична дължина, като за графики А, В и С тя е в интервала $0^\circ < \ell < 90^\circ$, а за графика D е над 90° . Определете максимално точно галактичната дължина, на която съответства всяка графика. [8т.]

Упътване: За по-точни резултати направете измерванията си в точката, където сигналът е спаднал до 50% спрямо максималната стойност на подходящия пик.



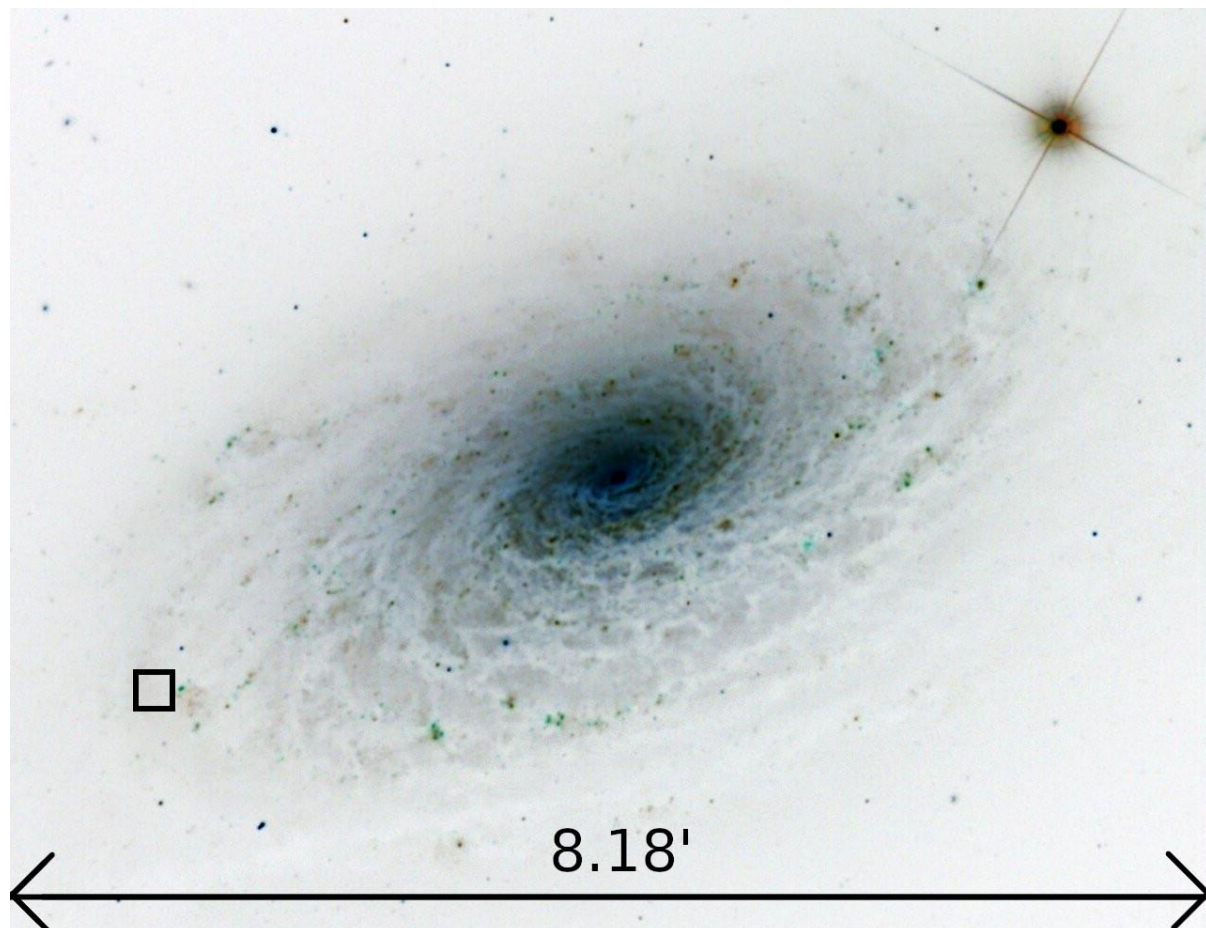


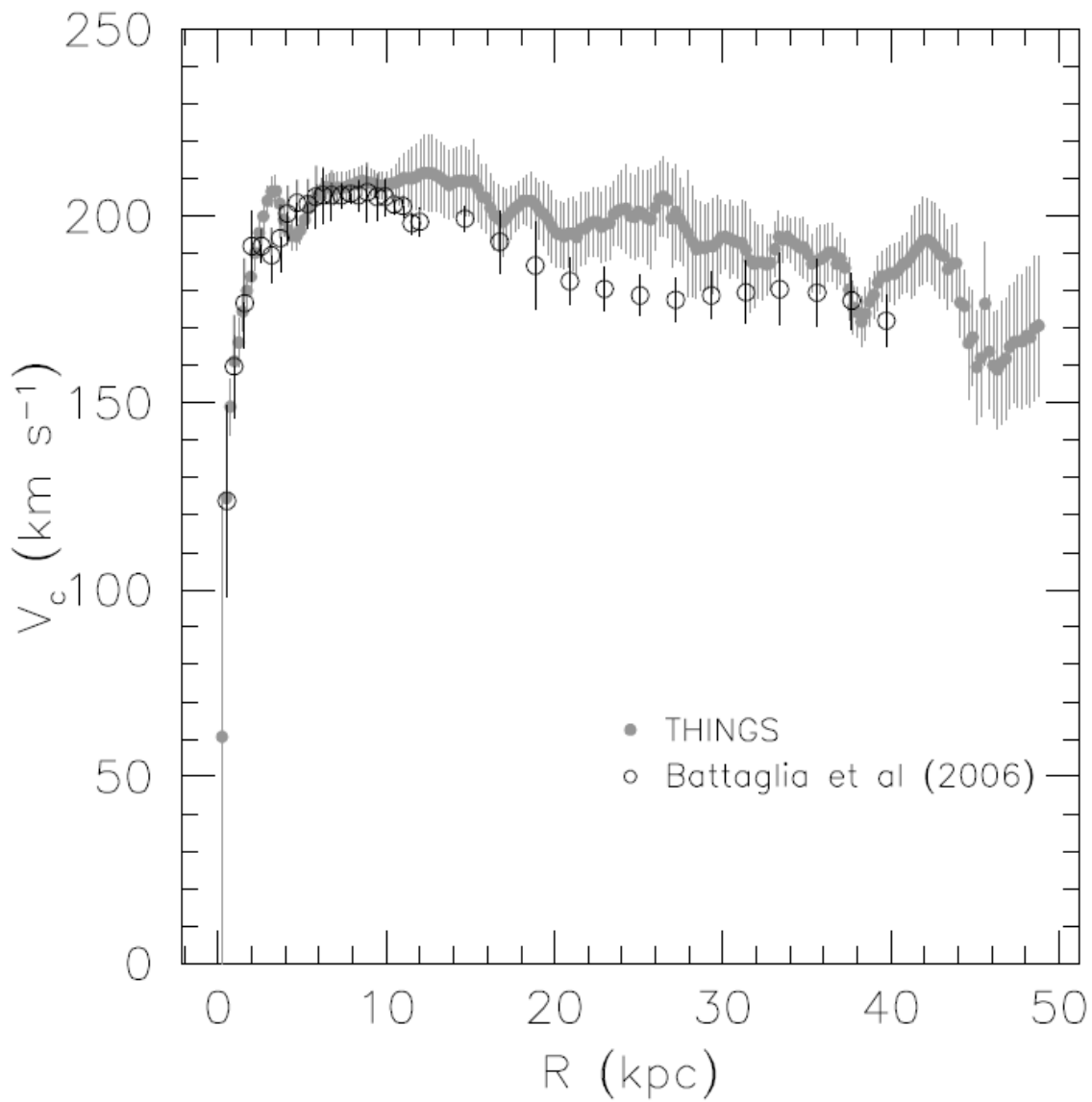
Друга изключително важна линия е $H\alpha = 6562,8\text{\AA}$. Тя се получава при преход на електрон от $n = 3$ към $n = 2$ енергетично ниво, при което се излъчва оптичен фотон. Тази линия се използва за изучаване на широк набор от обекти и явления – емисионни мъглявини, протуберанси на Слънцето, магнитна активност на звезди, определяне на темп на звездообразуване (SFR) в галактики и много други. В тази задача ще изчислите на каква дължина на вълната бихме я наблюдавали в галактиката Слънчоглед (NGC 5055 / M63).

Даден ви е негатив на снимка на галактиката, направена в Kitt Peak National Observatory, както и крива на лъчевата скорост по голямата полуос на M63 като функция на разстоянието от центъра. Стойностите по тази графика са отместени с константа така, че лъчевата скорост на центъра на M63 да е 0 km/s . Разстоянието до M63 е $7,9 \text{ Mpc}$. Приемете, че пекулярната ѝ скорост е пренебрежима. Въртенето на галактиката е по часовника.

Г) Определете за какво време звездите в квадратчето ще направят една пълна обиколка около центъра на M63. [5т.]

Д) От тези звезди е наблюдавана емисия в $H\alpha$ (коригирана за въртенето на Земята около Слънцето и на Слънцето около центъра на Млечния път). Изчислете каква ще бъде наблюдаваната ѝ дължина на вълната. [3т.]





Источници

Earwicker et al. (2026). Reconstructing the Milky Way with the 21 cm hydrogen line.
https://agiseti.com/assets/files/ReconstructingTheMilkyWay_Instructor.pdf

de Blok et al. (2008). High-Resolution Rotation Curves and Galaxy Mass Models from THINGS.
The Astronomical Journal, Volume 136, Issue 6, pp. 2648-2719, 10.48550/arXiv.0810.2100