

BGR-1 D-4 C

BGR-1 D-4 C Margulan Erlanovich Ismoldayev

Theory
ALMA - Calculating photons
Cover sheet

Please return this cover sheet together with all the related question sheets.

ALMA - Calculating photons (10 points).

ALMA is a radio observatory with a revolutionary design. It consists of 66 high-precision antennas, operating in the wavelength range from 0.32 mm to 8.60 mm . The principal array has fifty antennas of 12 m diameter each that can work together as a single telescope in the so-called interferometric mode. There is also another array of four 12 m antennas, and twelve smaller antennas of 7 m diameter each.

Imagine that a single 12 m antenna is being calibrated, pointing to a source with a known incident flux of $1 \times 10^{-20} \text{ W/m}^2$

4.1 Assuming that all the flux arrives at the shortest wavelength of ALMA sensitivity, determine the average number of photons that would reach the detector every second. 2.0pt

4.2 Compare it to the average number of photons that would have reached the detector, if all the flux arrived at the longest wavelength of operation. 2.0pt

4.3 What is the angular resolution (in arcsec) of a single 12 m antenna, operating at 74.9 GHz ? 2.0pt

4.4 Imagine the principal array operating at 74.9 GHz in the interferometric mode. Assuming for simplicity that the spatial resolution is solely given by the longest baseline (largest distance between any pair of antennas), which turns out to be $D_{\text{max}} = 16 \text{ km}$, what would be the angular resolution (in arcsec) in this case? Treat this case as a single slit aperture instead of a circular one. 2.0pt

4.5 For a radio antenna, the term SEFD refers to 'System Equivalent Flux Density', which is a characteristic energy flux density of the antenna, depending on its temperature and size. We also note that for energy estimation of radio photons, Rayleigh-Jeans approximation is valid. Assuming a system temperature of 691 K , what would be the SEFD of the full ALMA observatory in Jansky if all the 66 antennas could work together? 2.0pt

ALMA - Пресмятане на фотони (10 точки).

ALMA е революционно оборудвана радиообсерватория. Тя се състои от 66 антени с висока прецизност, работещи в диапазона от дължини на вълната от 0.32 mm – 8.60 mm .

Основната поредица съдържа петдесет антени, всяка от които е с диаметър 12 m и които могат да работят като един телескоп в режим на интерферометър. Също така има и друга поредица от четири 12-метрови антени и дванадесет по-малки антени по 7 m в диаметър.

Представте си, че една 12-метрова антена се калибрира, насочвайки се към източник, от който пада поток $1 \times 10^{-20}\text{ W/m}^2$

4.1	Приемайки, че целият поток се получава на най-късата дължина на вълната, към която ALMA е чувствителна, определете средният брой фотони, които достигат детектора всяка секунда.	2.0pt
4.2	Сравнете го със средния брой фотони, които биха достигали детектора, ако целият поток се получаваше на най-голямата дължина на вълната, на която се работи.	2.0pt
4.3	Какво е ъгловото разрешение (разделителна способност) (в дъгови секунди) на единична 12-метрова антена, работеща на 74.9 GHz ?	2.0pt
4.4	Представте си, че основната поредица работи на честота 74.9 GHz в режим на интерферометрия. Приемайки за простота, че разрешението (разделителната способност) зависи само от най-дългата база (най-голямото разстояние между двойка антени), което е $D_{\text{max}} = 16\text{ km}$, то каква ще бъде разделителната способност (в дъгови секунди) в този случай? В този случай, разгледайте апертурата като единичен процеп, а не като кръг.	2.0pt
4.5	За всяка радиоантена се въвежда терминът SEDF, което означава 'System Equivalent Flux Density', и това е характерна за антената плътност на потока енергия, зависеща от температурата и размера ѝ. Също така, приемаме, че за фотоните в радиодиапазона е валидно приближението на Рейли-Джинс. Приемайки, че температурата на системата е 691 K , какъв би бил SEDF на цялата обсерватория ALMA в янски, ако всички 66 антени работят заедно?	2.0pt

Theory



BGR-1 D-4 A-1

A4-1

English (Official)

ALMA - Calculating photons (10 points).

4.1 (2.0 pt)

$$N_{\text{shortest-wavelength}} =$$

4.2 (2.0 pt)

$$N_{\text{longest-wavelength}} =$$

4.3 (2.0 pt)

$$\theta =$$

4.4 (2.0 pt)

$$\theta =$$

4.5 (2.0 pt)

$$SEFD =$$

DELEGATION PRINT

Theory



BGR-1 D-4 W-1

W4-1

DELEGATION PRINT

Theory



BGR-1 D-4 W-2

W4-2

DELEGATION PRINT