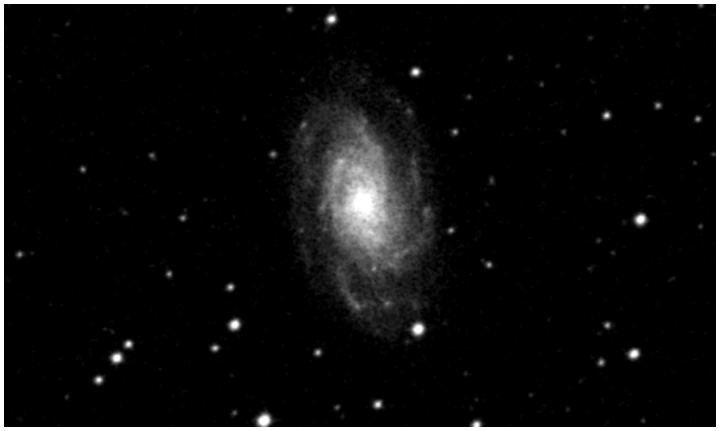
Bailando con una galaxia

La galaxia NGC 7083, el desplazamiento al rojo y la materia oscura



Medida del desplazamiento al rojo de Edwin Hubble y la materia oscura de Vera Rubin

Suzanne FAYE, Lycée Chaptal, Paris, France

Michel FAYE, Lycée Louis-le-Grand, Paris, France

¿Mi gato es una estrella?

Prólogo:

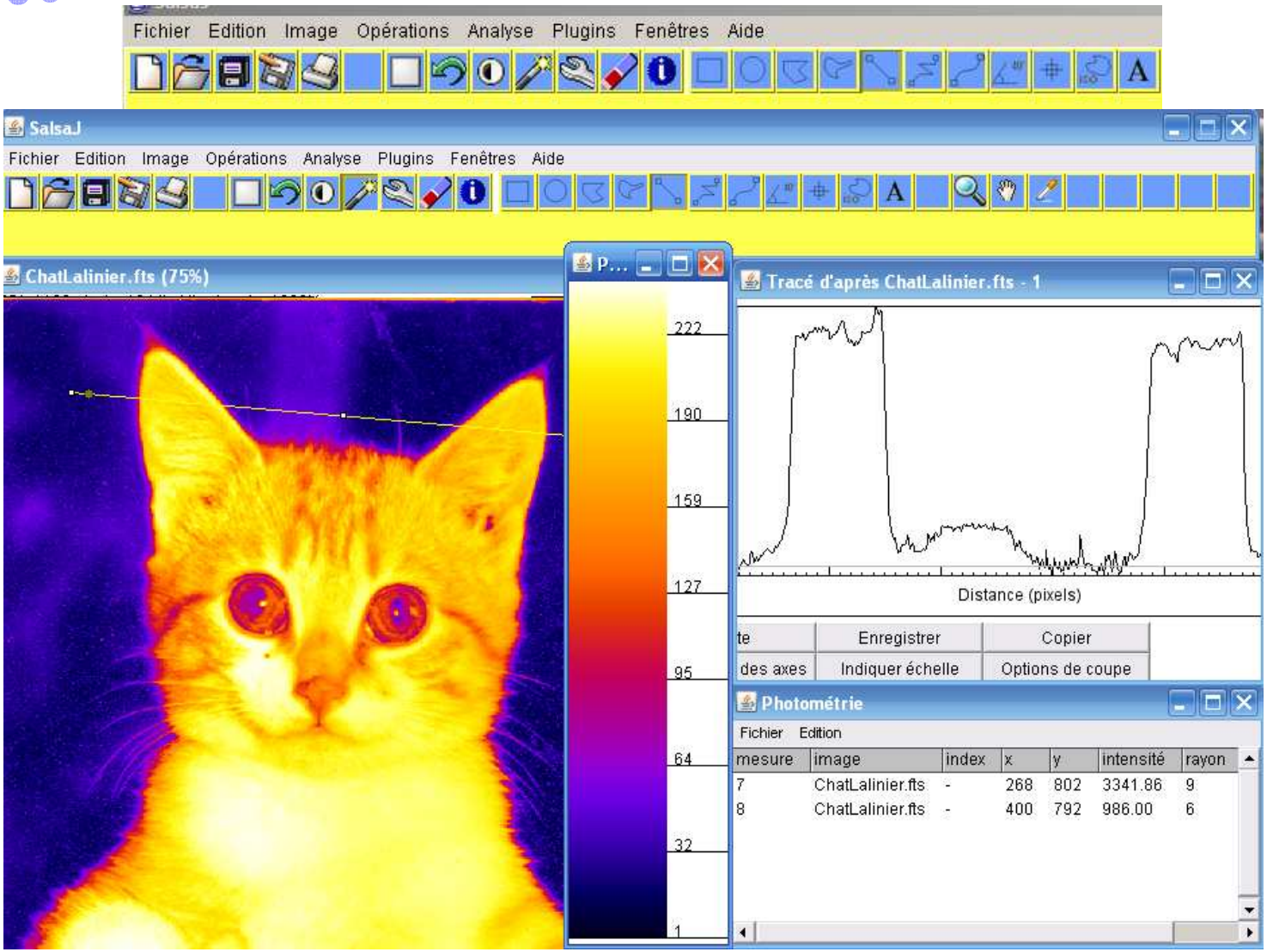
Colores

Salsa J,

pixeles

y

divisiones

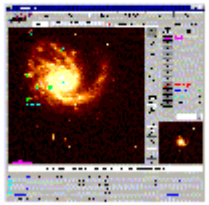


I – Acerca de la galaxia NGC 7083

¿Dónde? en la Constelación de Indus (hemisferio Sur)

¿Por qué el hemisferio Sur? Por el gran rendimiento del telescopio ESO-VLT (Chile)

Aladin Java Applet



http://seds.org/~spider/ngc/ngc.cgi?7083

http://simbad3.u-strabg.fr/sim-id.pl?Ident=NGC7083

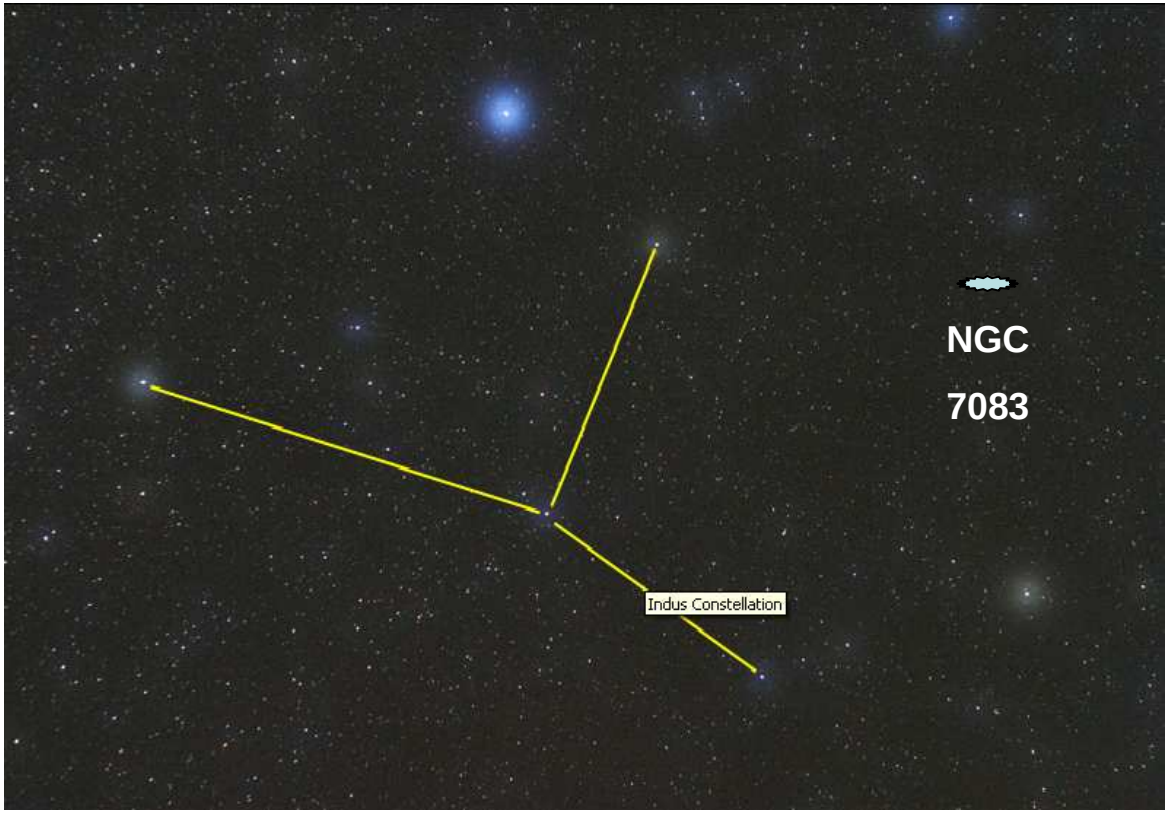
Ascensión:	21 horas 35 minutos 45,4 s
Declinación:	-63 grados, 54 minutos 17s
Magnitud Aparente:	12
Diámetros Aparentes:	3.5’ largo; 2,0’ ancho (diapositiva 4)

1 – Acerca de la Constelación Indus, hemisferio sur (visible con VLT, Chile)

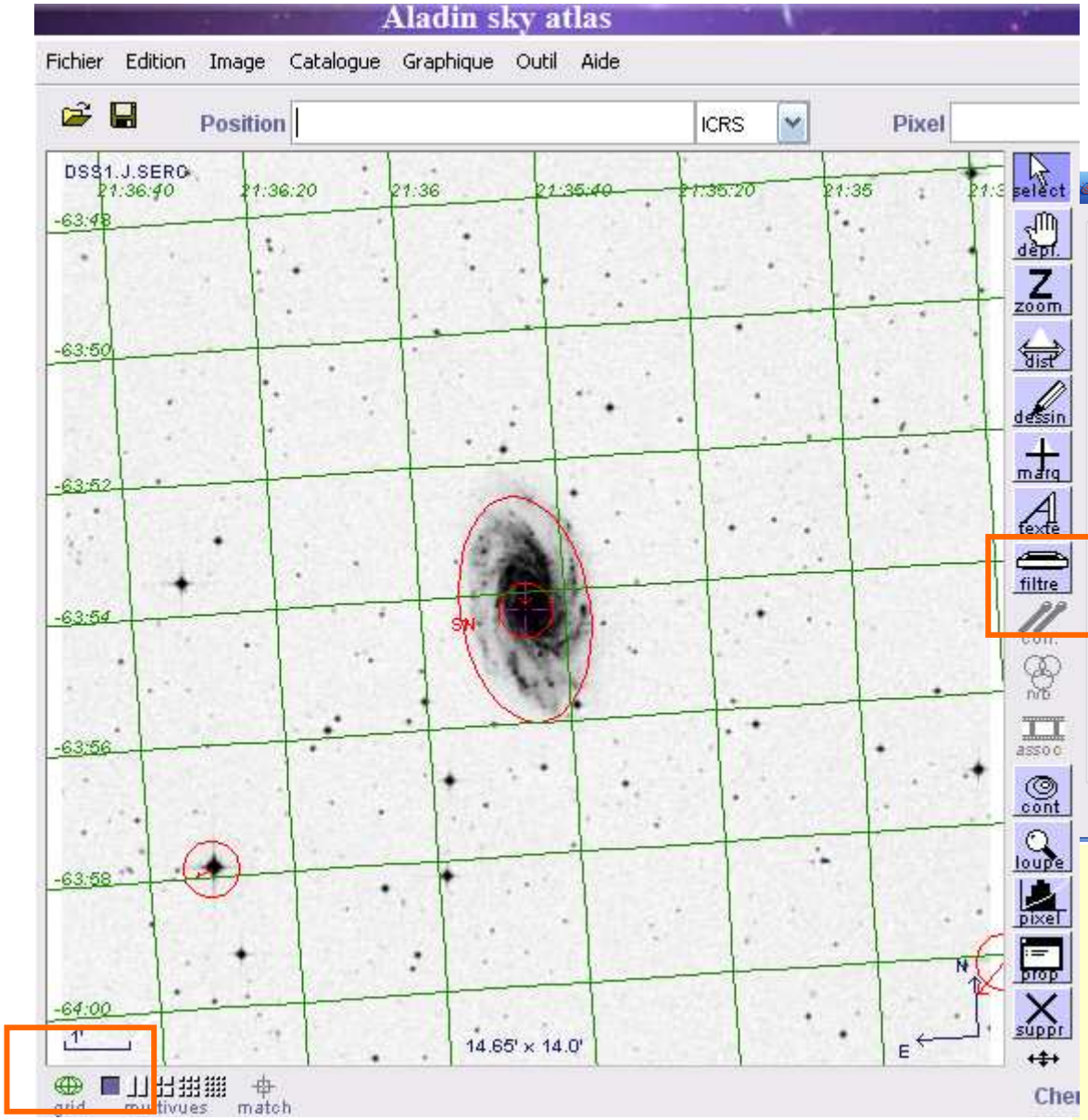
http://www.starrynightphotos.com/constellations/indus.htm

La constelación fue una de las doce constelaciones creadas por Pieter Dirkszoon Keyser y Frederick de Houtman entre 1595 y 1597, y apareció por primera vez en la Uranometria de Johann Bayer de 1603.

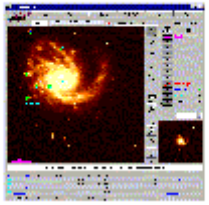
Desde que Indus fue presentada en el siglo XVII, extendiéndose sobre el sur, no se conocen culturas clásicas o primitivas que no posean mitología relacionada con ella.

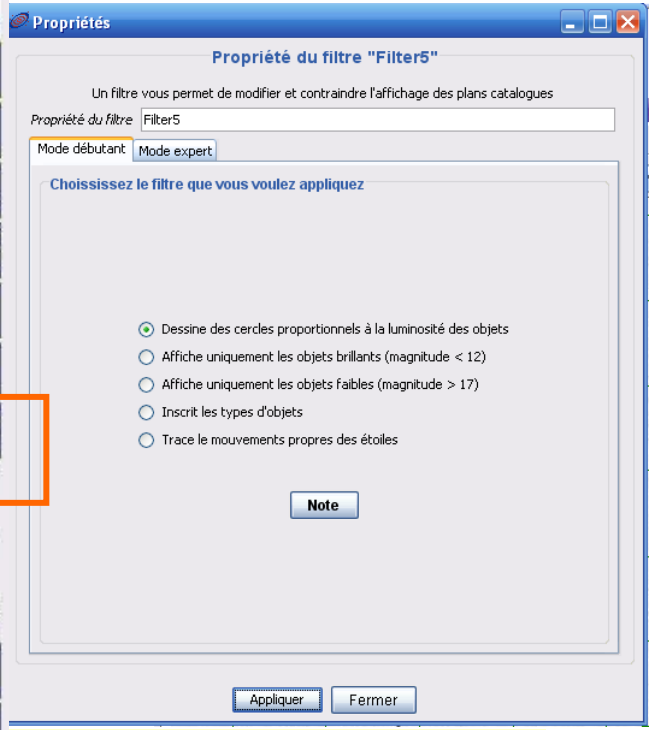


2 - http://simbad3.u-strasbg.fr/sim-id.pl?Ident=NGC7083



Aladin Java Applet



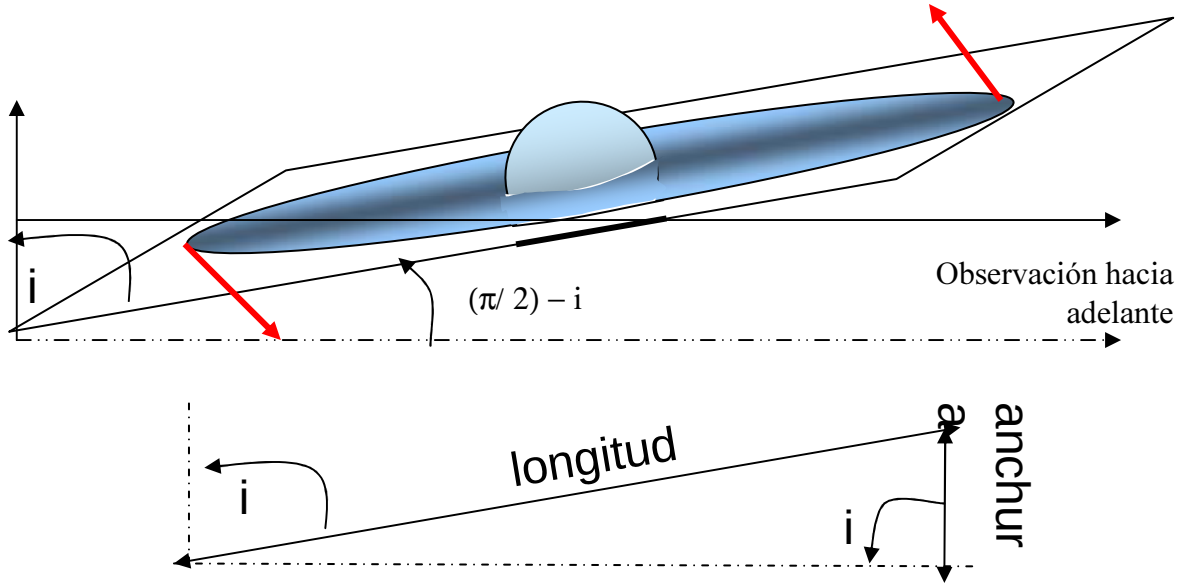


Respuesta para los tamaños angulares de la galaxia:

3,5’ longitud; 2,0’ anchura

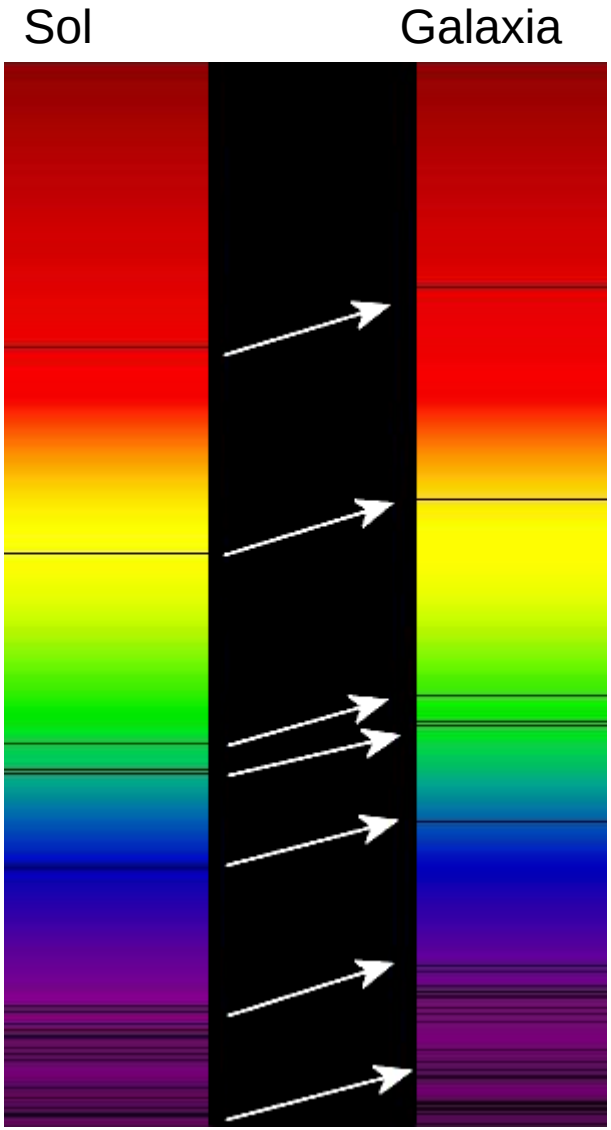
3 –¿Qué es la orientación del plano del disco de la galaxia; ángulo i?

Nosotros vemos como una elipse lo que en realidad en un círculo



Respuesta para el ángulo i: cos(i) = anchura/longitud = 2,0 / 3, 5 => i = 55º; sen(i) = 0,82

4 – ¿Qué es el desplazamiento al rojo de una galaxia

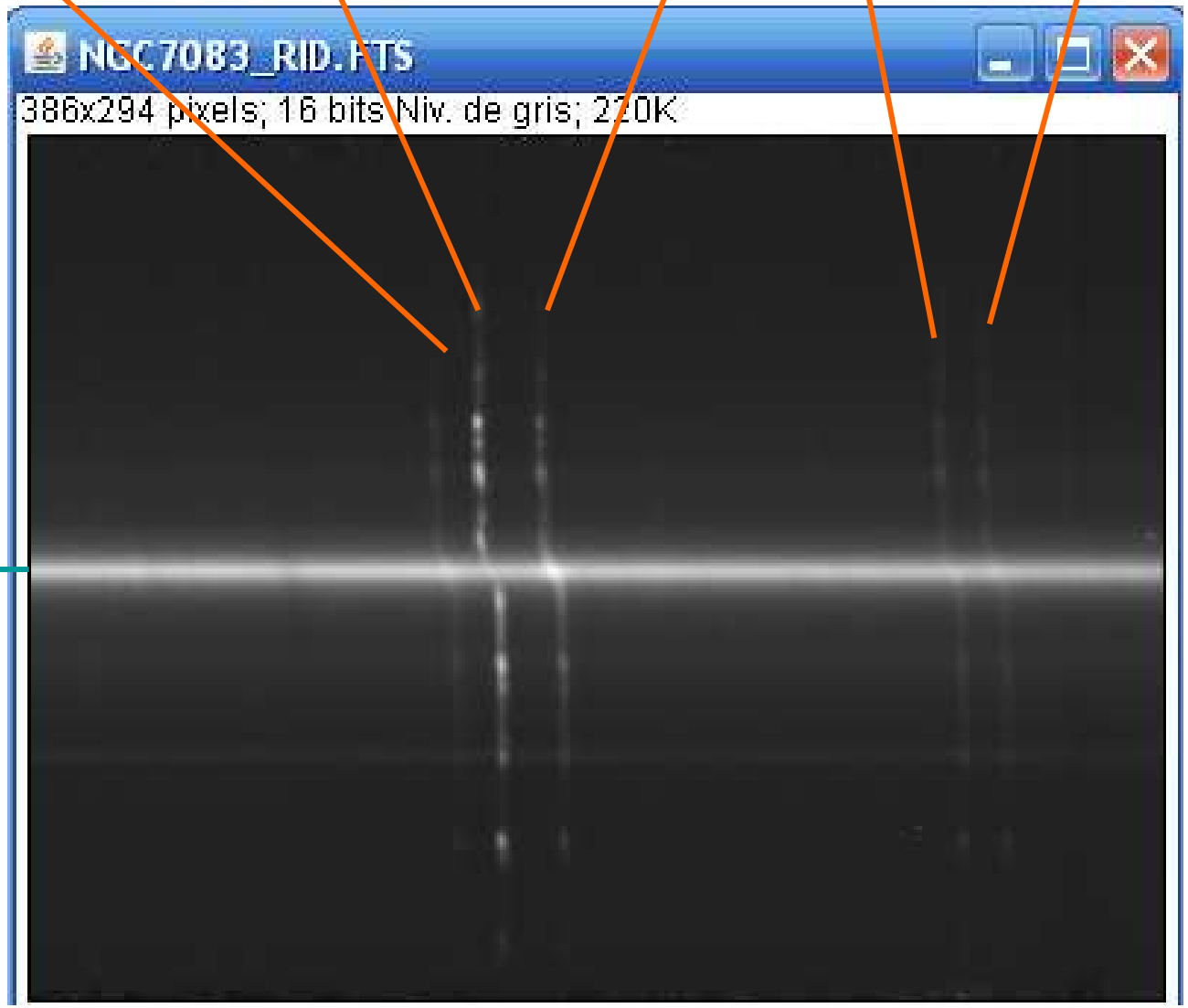


Las línea de absorción en el espectro óptico de una galaxia distante (derecha), comparadas con las lineas de absorción en el espectro óptico del Sol (izquierda). Las flechas señalan el desplazamiento al rojo. La longitud de onda aumenta hacia el rojo y más alla (frecuencia decrece)

Ver efecto Doppler-Fizeau $\Delta\lambda / \lambda = v / c$

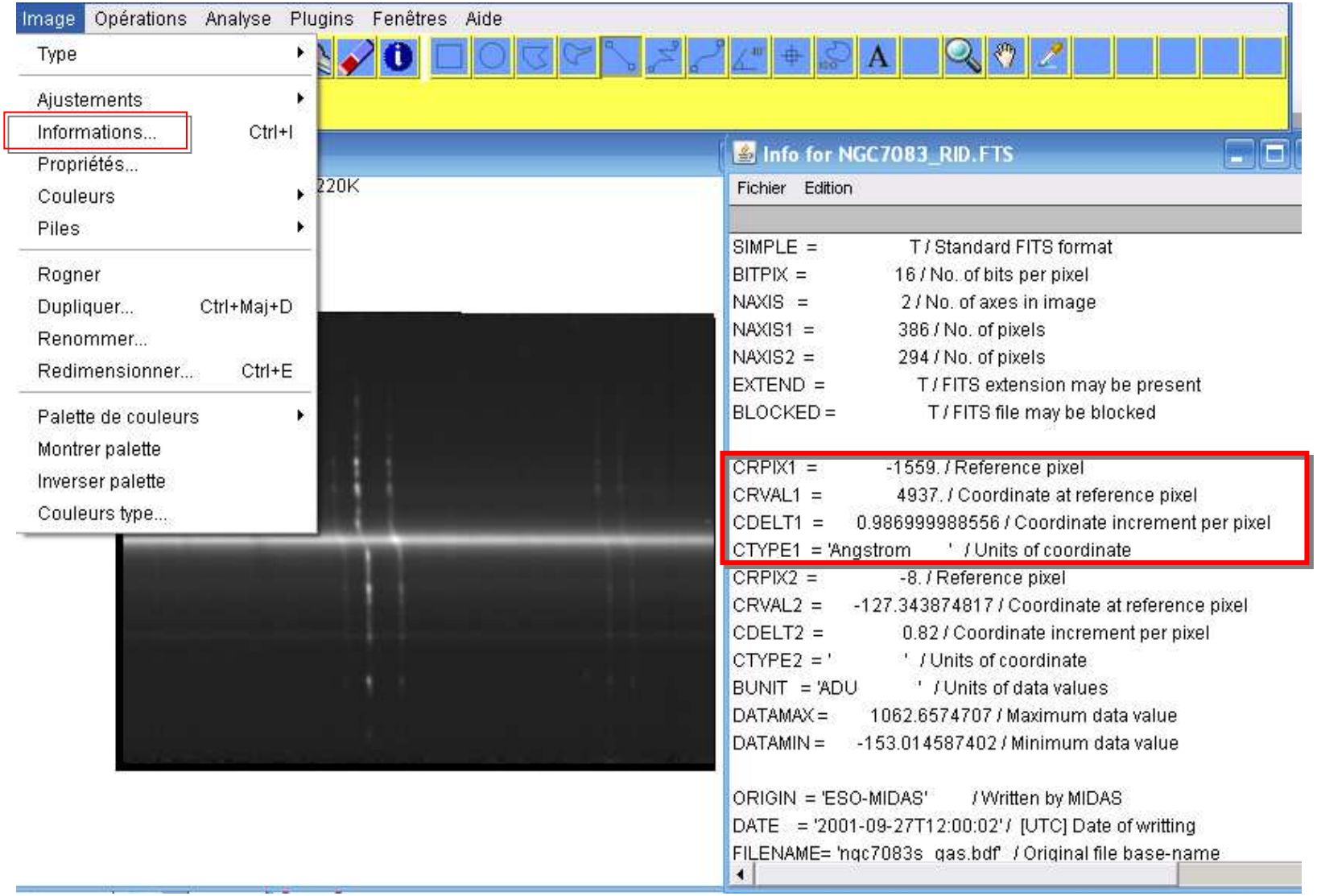
5 – Parte del espectro de NGC 7083 , con VLT - ESO / cf Italy: Alessandra Zanassi, Marileva Spavone

Líneas emitidas por atómos desde el disco de la galaxia



Continuo emitido por el núcleo de la galaxia

6 – Una mirada a la imagen / Informaciones

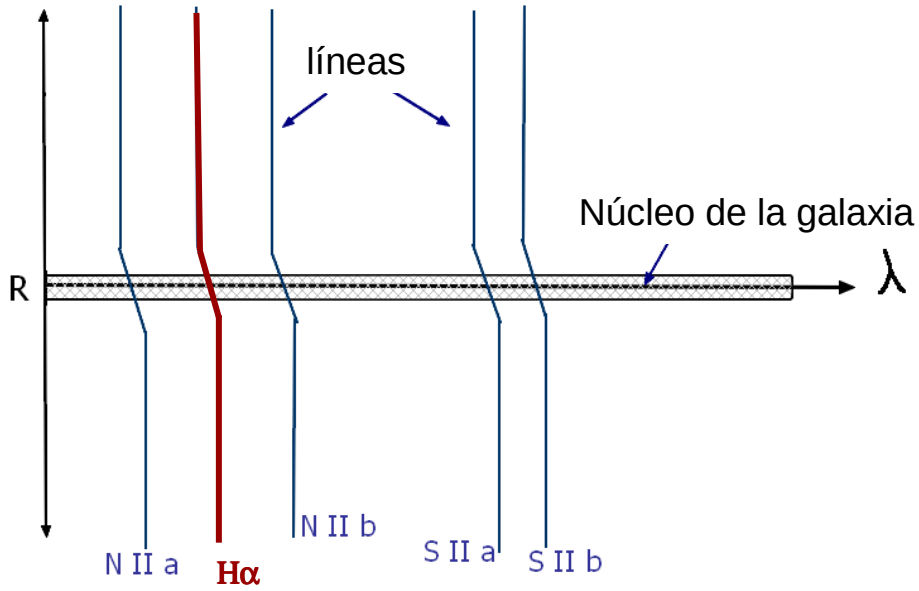


7 – ¿Qué líneas nos han enviado los astrónomos del VLT?

N nitrogeno

H hydrogeno

S azufre



λ(pixel) = a*(pixel-referencia) + b

=

CDELT1 * (pixel+ 1559) + 4937 (Å)

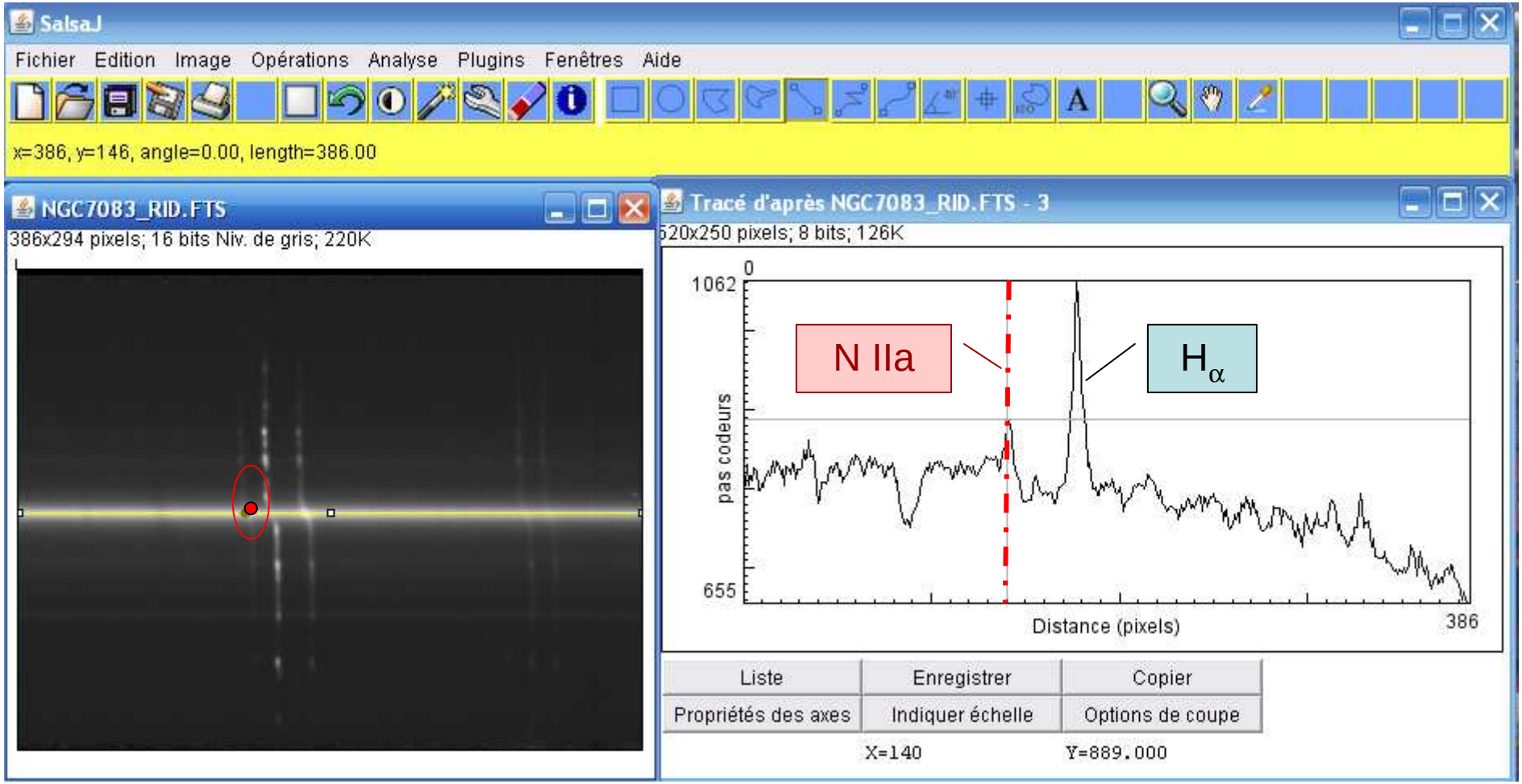
Información de la imagen:

CRPIX1 = - 1559. / Referencia pixel
CRVAL1 = 4937. / Coordenada en referencia pixel
CDELT1 = 0.986999988556 / Incremento de la coordenada por pixel
CTYPE1 = 'Angstrom ' / Unidades de coordenada

Atención:

1 Å = 0.1 nm

8 – ¿Cómo podemos obtener el número exacto de píxels? « Divide en partes ¡ »



Raie N II a : X = 140

Por tanto λ (nm) = (140 + 1559) x 0,09870 + 493,7

λ = 661,39 nm

9 – Calcula el desplazamiento al rojo de cada línea

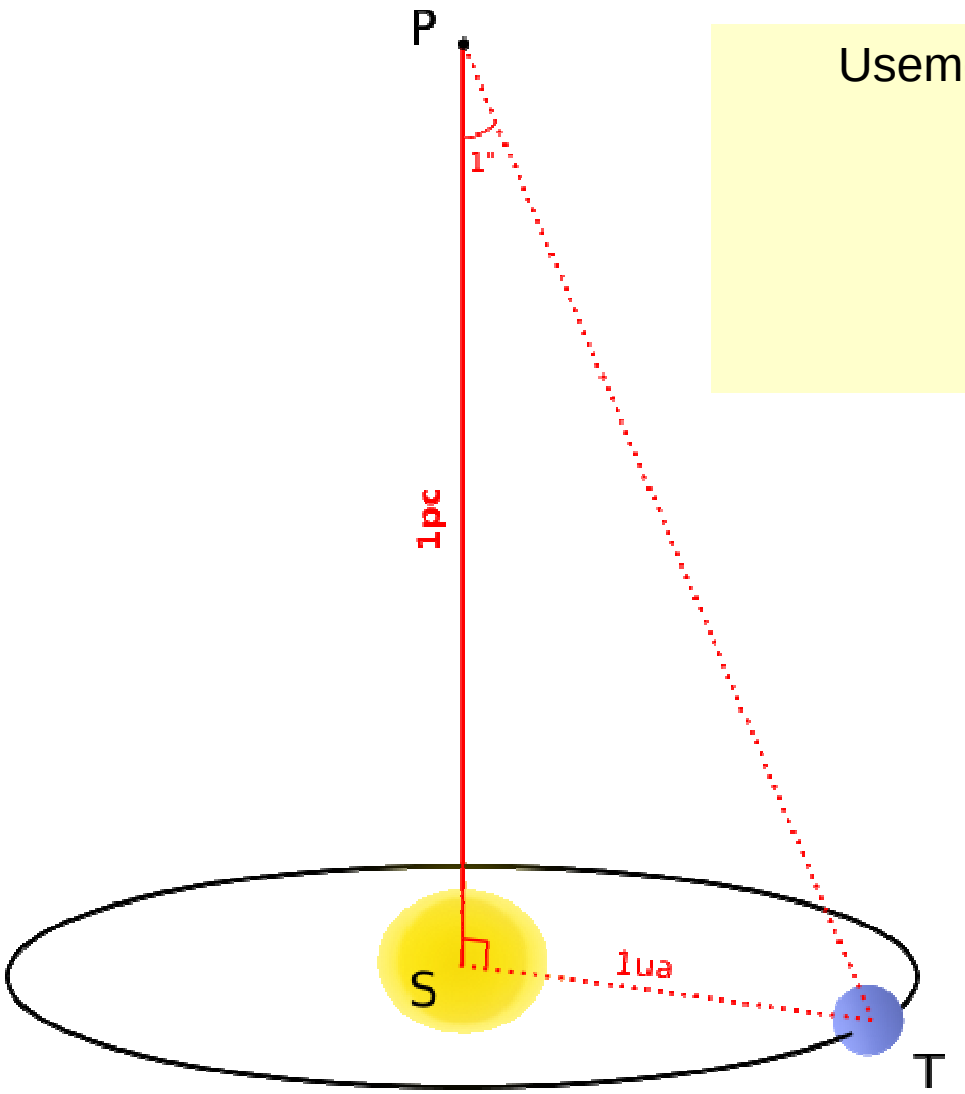
λ(pixel) = CDELT1*(pixel-referencia) + b = 0,09870 * (pixel+ 1559) + 493,7 (nm)

Linea	Espectro en la Tierra λ_1 (nm)	Spectro de NGC 7083 X (pixel) => λ_2 (nm)		Desplazamiento al rojo $\Delta\lambda/\lambda = (\lambda_2 - \lambda_1) / \lambda_1$	$V_{galaxia} = c.\ \Delta\lambda/\lambda$ (km/s) $c = 3.10^5$ km/s
NIIa	654.80	X=140	λ_2 =661.39	0.0101	3030
Hα	656.28	X=156	λ_2 =662.97	0.0102	3060
NIIb	658.35	X=178	λ_2 =665.14	0.0103	3090
SIIa	671.60	X=313	λ_2 =678.47	0.0102	3060
SIIb	673.10	X=328	λ_2 =679,95	0.0102	3060

Decimos que $V_{NGC7083} = 3.06*10^3$ km/s

Buena medición!

10 – ¿Cual es la distancia D de la galaxia NGC 7083?



Usemos la ley de Hubble : $V_{galaxie} = H * D$

con $H \approx 73\ km.s^{-1}.Mpc^{-1}$

1pc = 3,26 a.l. y 1a.l. ≈ $9,47.10^{15}$ m

$D = V_{NGC7083} / H = 3060/73$

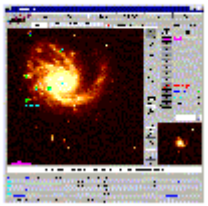
= 42 Mpc = $4,2 \times 10^7$ pc

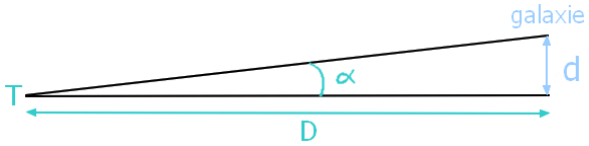
D = 1.4×10^8 a.l.

D = $1,3 \times 10^{24}$ m

11 - Medida del tamaño $d_{NGC7083}$ de la galaxia

Aladin Java Applet





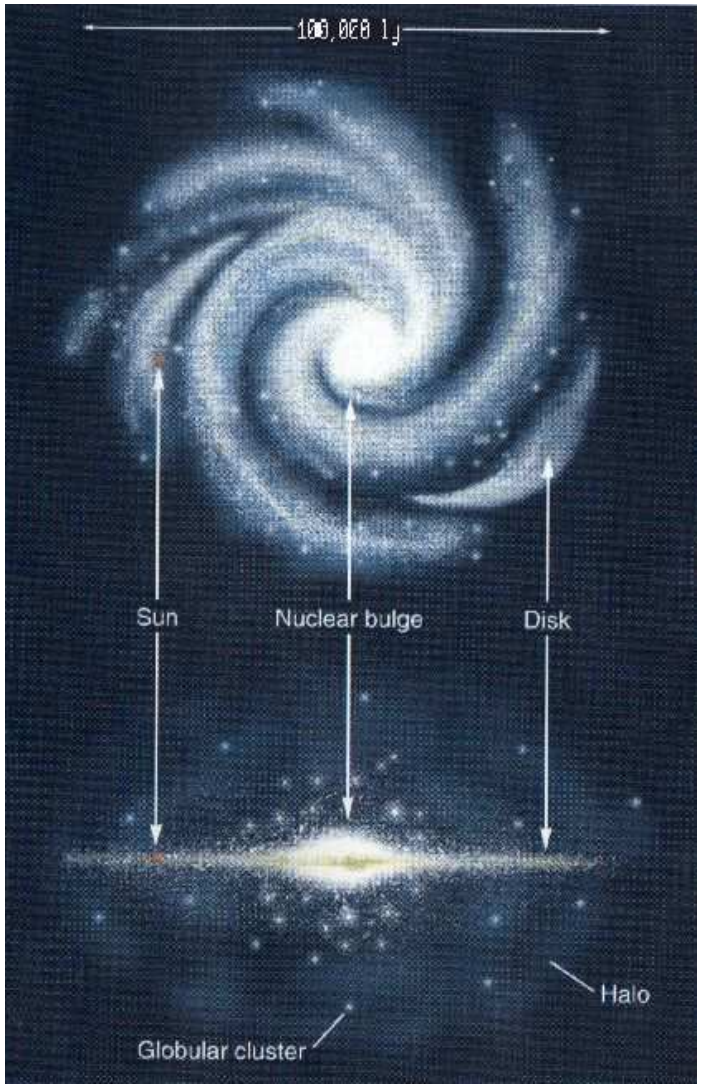
$d_{galaxia}$ = α(en radianes) * D

$\alpha_{NGC\ 7083} \approx 3{,}5' = 1{,}02.\ 10^{-3}$ rad

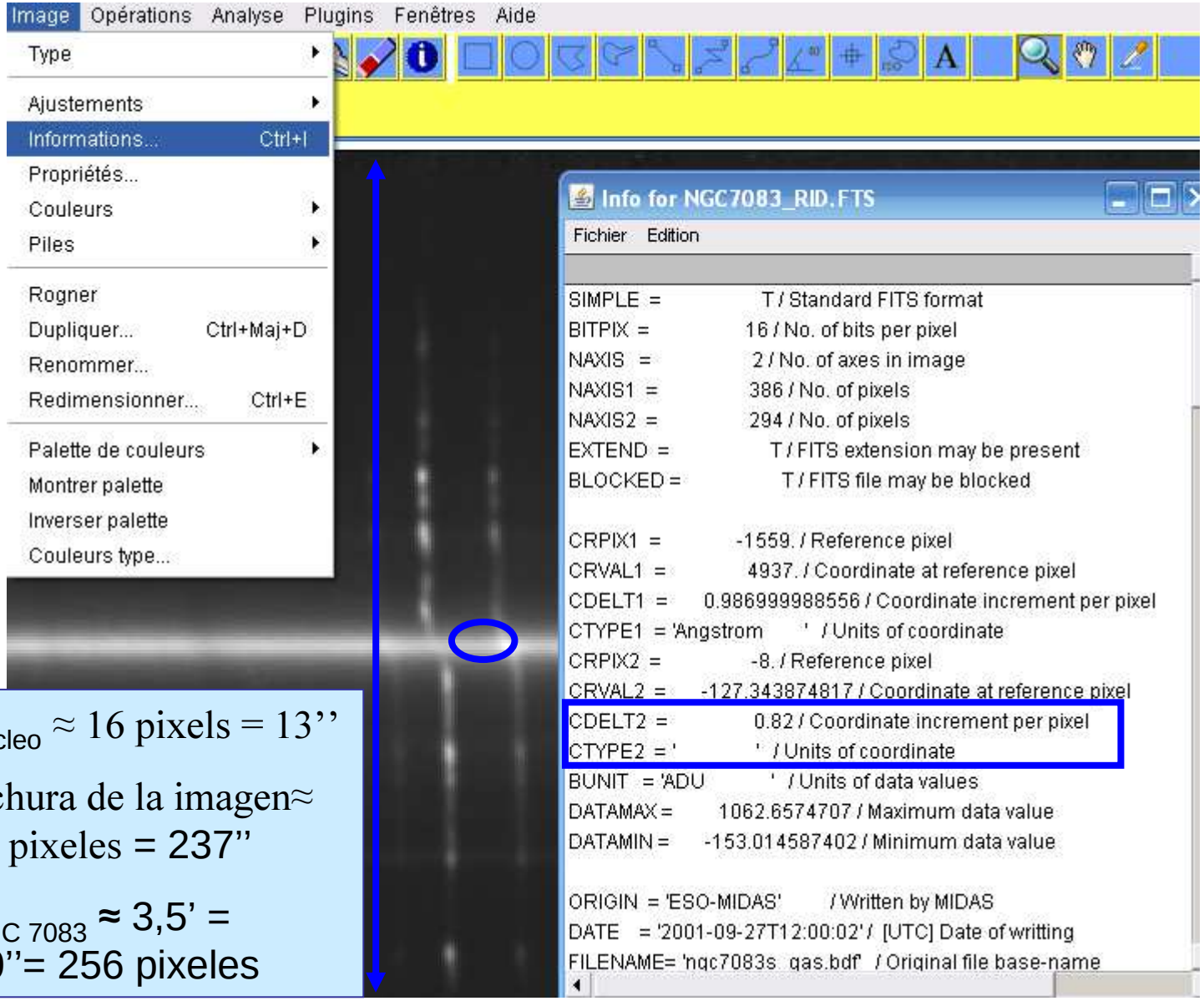
$D = 4{,}23 \times 10^{7}$ pc

Nuestra galaxia, la Vía Láctea: $d_{Vía\ Láctea} = 25\ 000$ pc

NGC 7083: $d_{NGC7083} = 4{,}2\ .\ 10^{4}$ pc = 1,7 * $d_{Vía\ Láctea}$



12 – Obtén los tamaños de la galaxia con imagen/Informaciones y diámetros aparentes

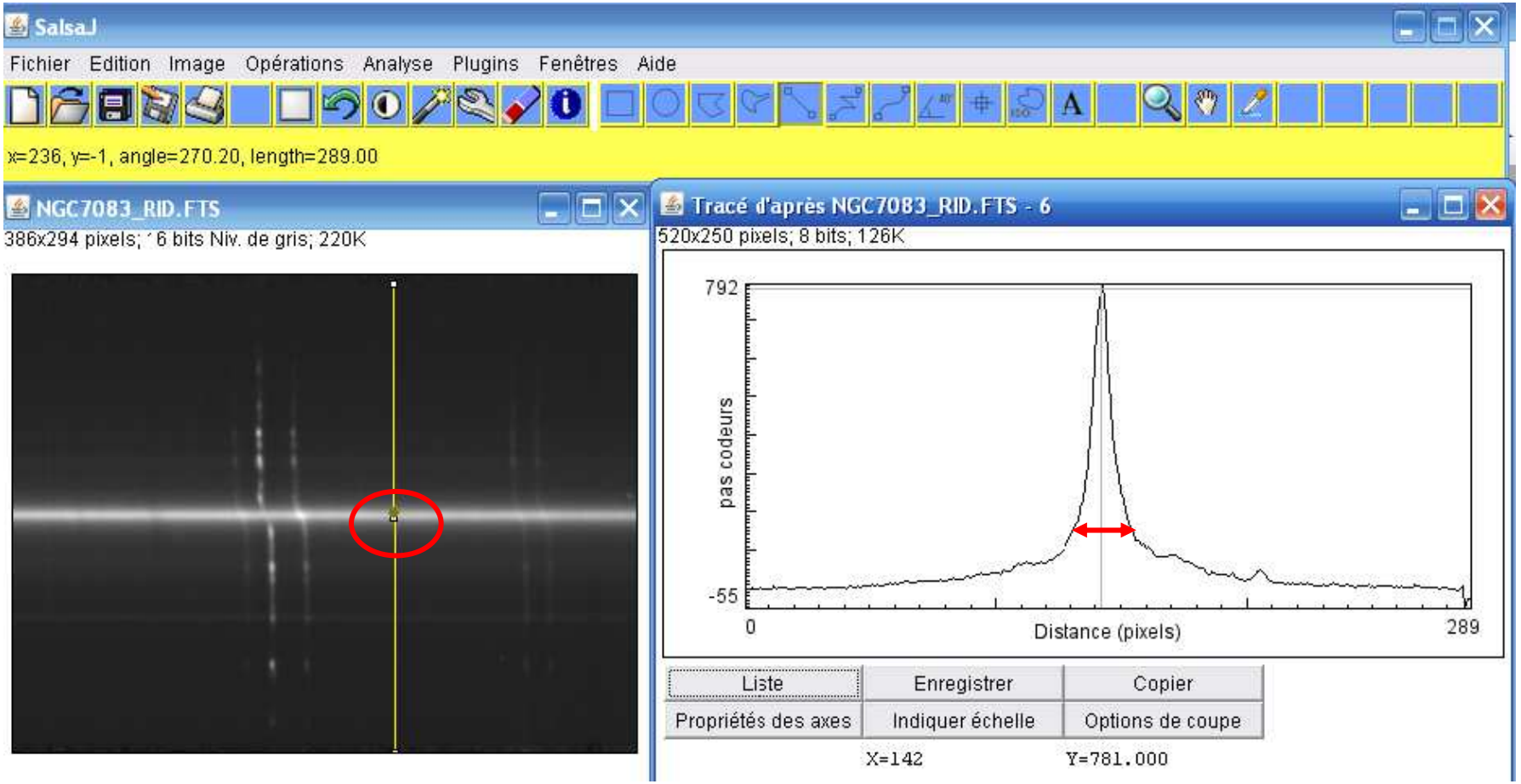


$\alpha_{núcleo} \approx 16$ pixels = 13''

Anchura de la imagen≈ 289 pixeles = 237"

$\alpha_{NGC\ 7083} \approx$ 3,5' = 210''= 256 pixeles

12 bis – Medida del tamaño $d_{núcleo}$ del núcleo de la galaxia: división « vertical »



Valoremos: $d_{núcleo}$ = 16 pixeles; $d_{NGC7083} \approx$ 256 pixels

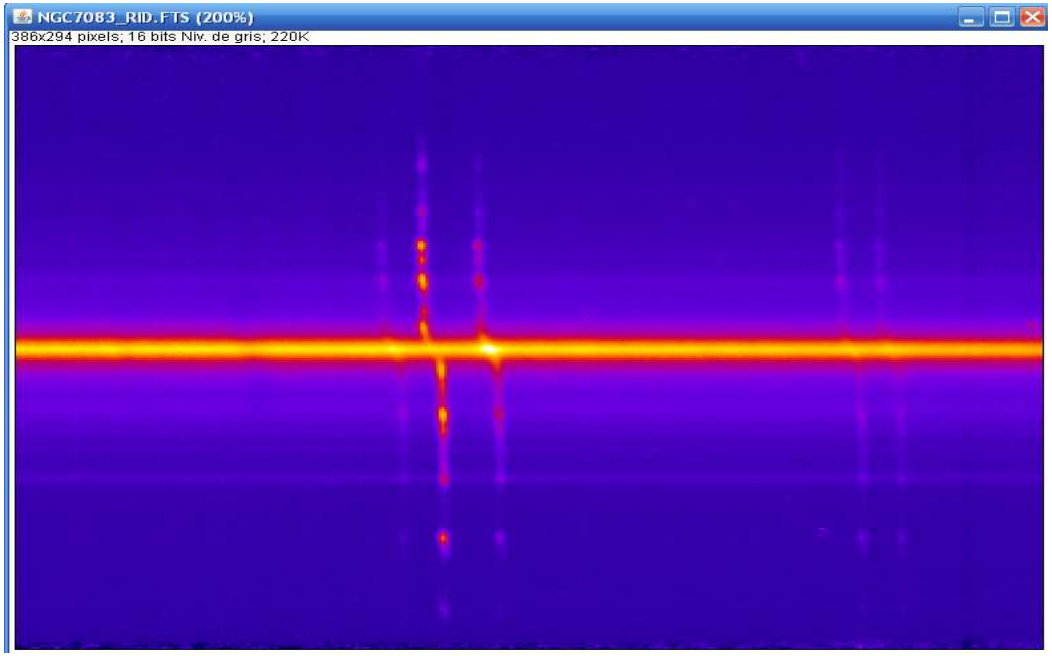
=> $d_{núcleo}/ d_{galaxia}$= 16/256 y $d_{NGC7083}$ = 4,3. 10^4 pc**;** por tanto, $\mathbf{d_{nucleo}} \approx 2{,}7.10^3$pc= $8{,}3.10^{19}$ m

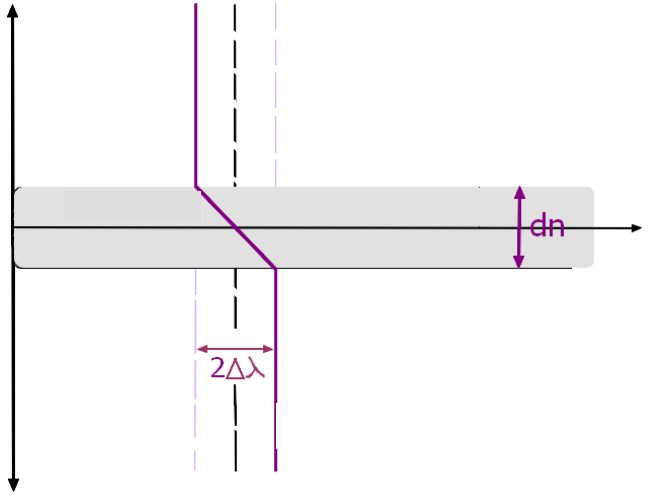
II – Bailando con una galaxia

Desplazamiento al rojo del núcleo

+

Efecto Doppler « Relativo » por la rotación alrededor del núcleo

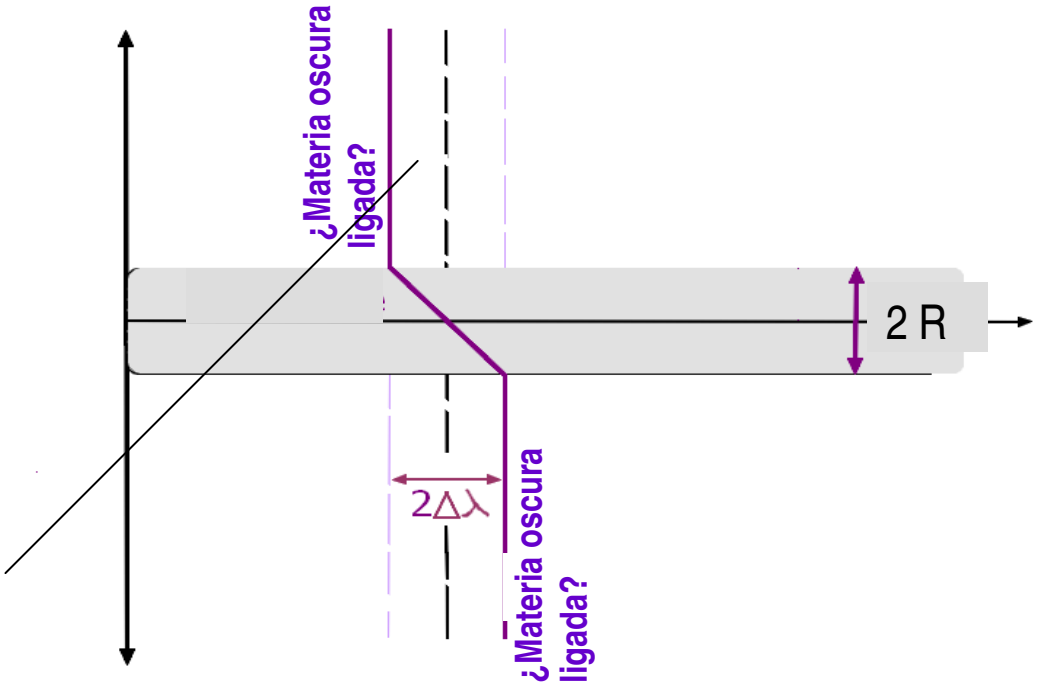




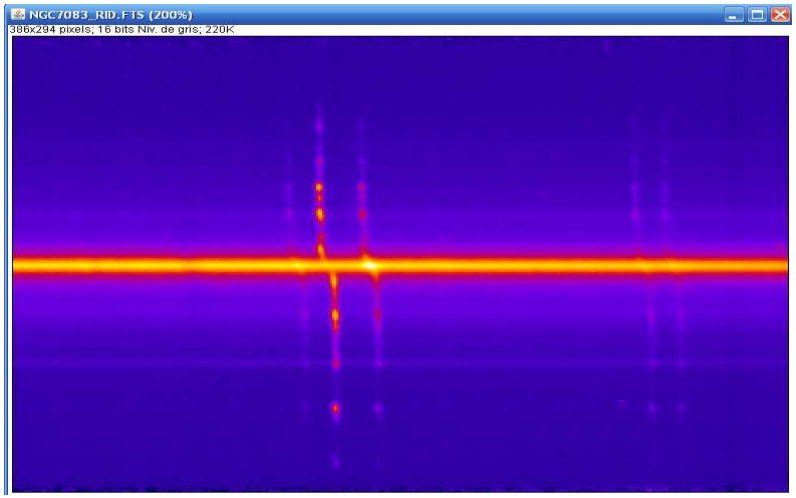
1 – ¿Por qué es constante para r > R la variación del espectro?

Vera Rubin *(nacida en1928) es una astrónoma que ha realizado un trabajo pionero sobre los ratios de la rotación de las galaxias. Su descubrimiento de lo que se conoce como « curvas planas de rotación » es la evidencia más directa y más robusta de la* ***materia oscura.***

Girando alrededor del núcleo



2 – ¿Qué es una curva plana de rotación? Veamos el efecto Doppler¡¡



* El efecto Doppler $\Delta\lambda$ es constante para r > R,

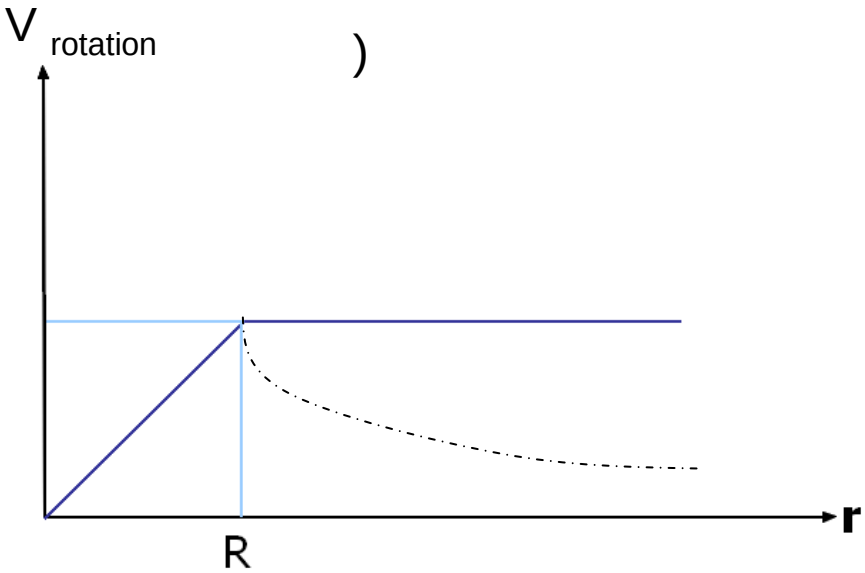
lo que significa que la velocidad relativa es entonces constante

* A causa de la inclinación i del plano de la galaxia, $\Delta\lambda / \lambda = V_{relativo} * sen(i) / c$)

Imaginemos que los brazos de la bailarina están bloqueados por ???

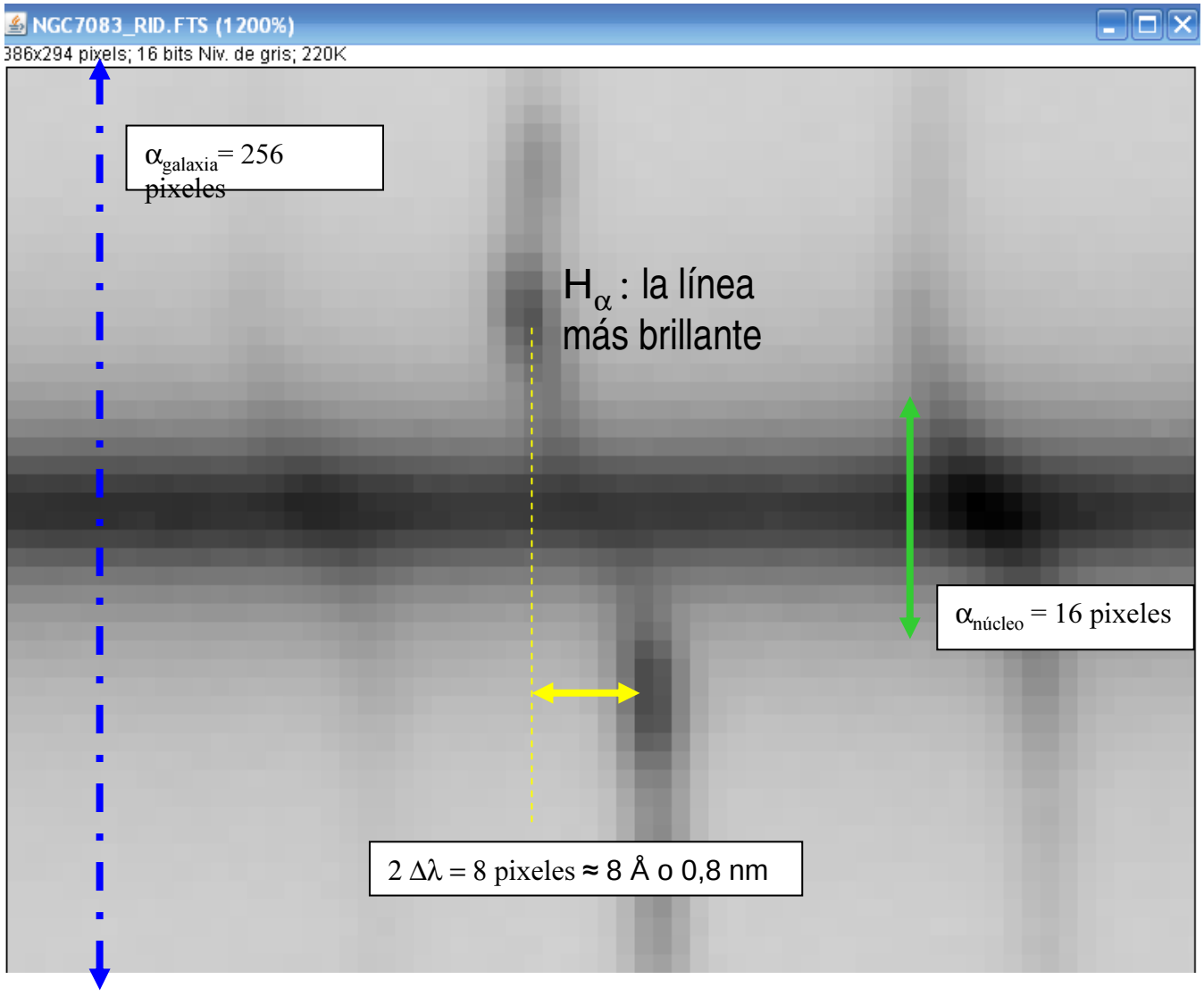
La Materia

Oscura ¡¡¡



3 – ¿Cómo podemos medir Δλ / λ ?

*Puedes usar **el cociente en pixel o utilizar CDELT1: 1 pixel ≈ 1 Å** ó 0,01 nm; recuerda que sen(i)= 55 grados*



$V_{rotación}$ =

$[\Delta\lambda/\lambda] * c / sen\ (55)$

Usamos la línea H_α ,

con cambio de rotación

$\lambda\ (H_\alpha / núcleo) \approx 6630 Å$

Por tanto:

$V_{rotación} \approx (4/6630)^* c/0.82$

$V_{rotación} \approx 2{,}21.\ 10^5\ m/s$

Alrededor del núclo de la galaxia:

$mV^2 / r = G\ m\ M/ r^2$

Por lo que $M_{núcleo} = V^2\ R / G$

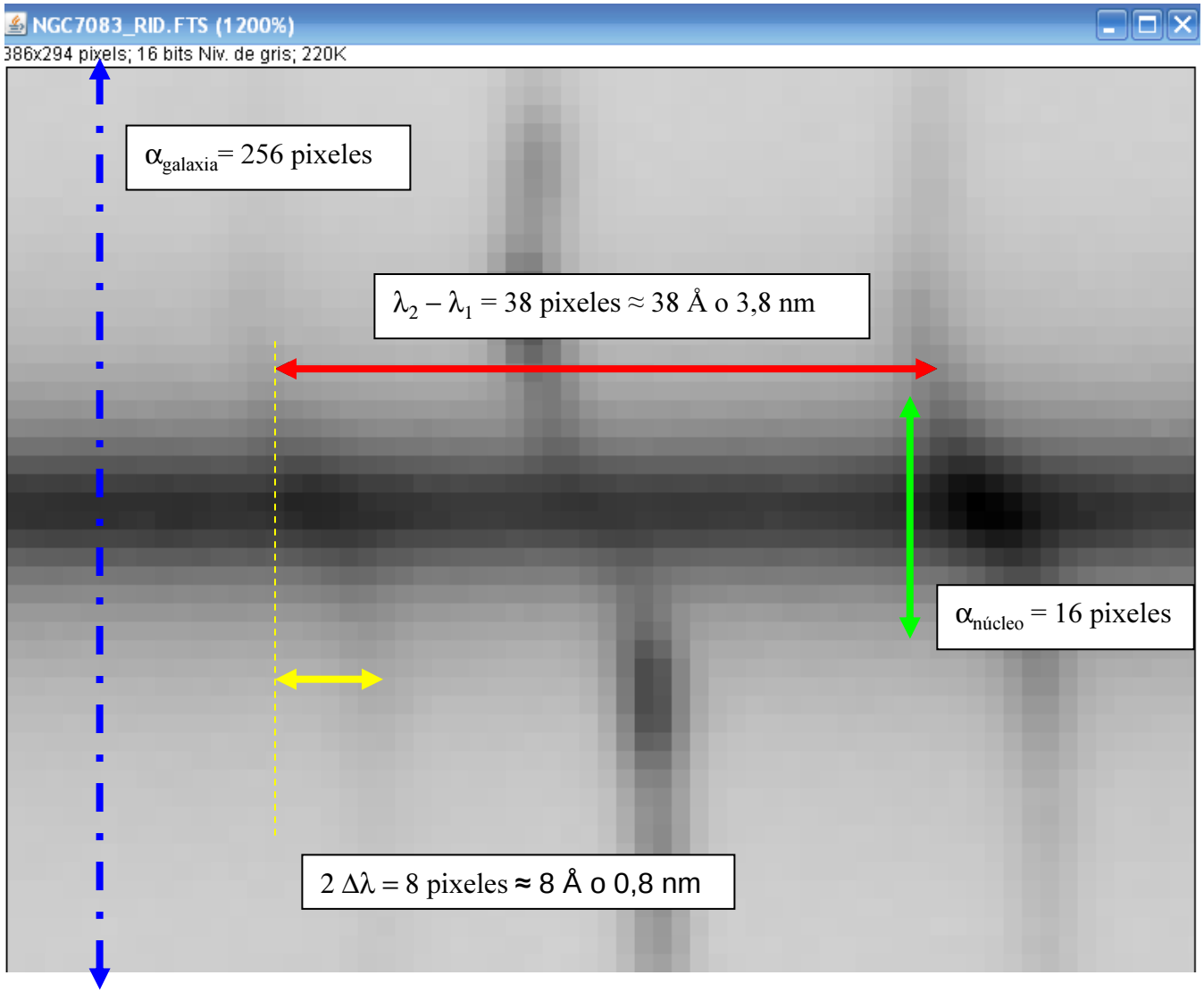
$G=6{,}67.\ 10^{-11}$ SI

$R= d_{núcleo}/2 \approx$ (ver diap.*16*) $4{,}15.10^{19}$ m

$M_{núcleo} = 3.\ 10^{40}$ kg

3bis – Medimos Δλ/λ con la doble línea N I y NIII

*Puedes usar **cociente en pixel, o utilizar CDELT1: 1 pixel ≈ 1 Å** o 0,1 nm; recuerda sen(i); i = 55 grados*



$V_{rotación}$ =

$[\Delta\lambda/\lambda] * c / sen(55)$

Usamos la línea doble NII ,

con la variación de rotación

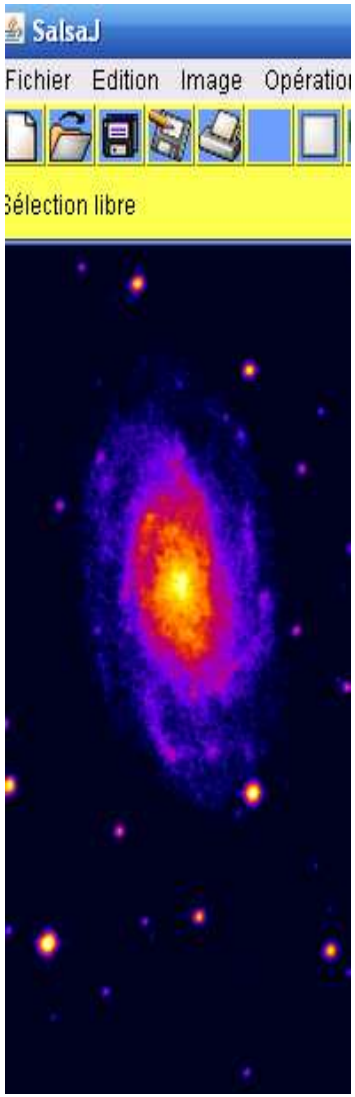
$\lambda = (\lambda_1 + \lambda_2)/2 \approx 6634$Å

Por tanto:

$V_{rotación} \approx (4/6634)^* c/0.82$

$V_{rotación} \approx 2{,}21 \cdot 10^5$ m/s

De acuerdo con la diapositiva 20



Para el núcleo de la galaxia:

$mV^2 / R = G\ m\ M_{núcleo} / R^2$

por tanto $M_{núcleo} = V^2\ R / G$

$G = 6{,}67.\ 10^{-11}$ SI

$R = d_{núcleo}/2 \approx 4{,}15.10^{19}$ m

$M_{núcleo} = 3.\ 10^{40}$ kg

Para toda la galaxia:

$mV^2 / r_{toda} = G\ m\ M_{toda} / r_{toda}^{\ 2}$

por lo que $M_{toda} = V^2\ r_{toda} / G$

$G = 6{,}67.\ 10^{-11}$ SI

$r_{toda} = d_{galaxia}/2 \approx 6{,}65.10^{20}$ m

$M_{toda} = 4{,}8.\ 10^{41}$ kg

$M_{toda} = 16 * M_{núcleo} >$ Masa brillante

He aquí la materia oscura, un reto para los investigadores!!☺:::☺!!

***Brillantes galaxias**, oscuras materias, por* Vera Rubin

Sí, la materia oscura propuesta por la astrónoma Vera Rubin en los setenta

(Una preciosa princesa rescata a un príncipe: sus ropas quedan hechas un desastre)

Cuando el príncipe la ve, le dice : « Estás tan sucia que pareces una bolsa de papel usada; Por favor, ve y limpiate antes de que me case contigo »
La princesa responde: No lo haré¡¡

Hubiera sido una gran científica¡¡

La Princesa Bolsa de Papel, de Robert Munsch,
Traducción francesa La princesa en una bolsa
Bright galaxies, dark matter, de Vera Rubin