

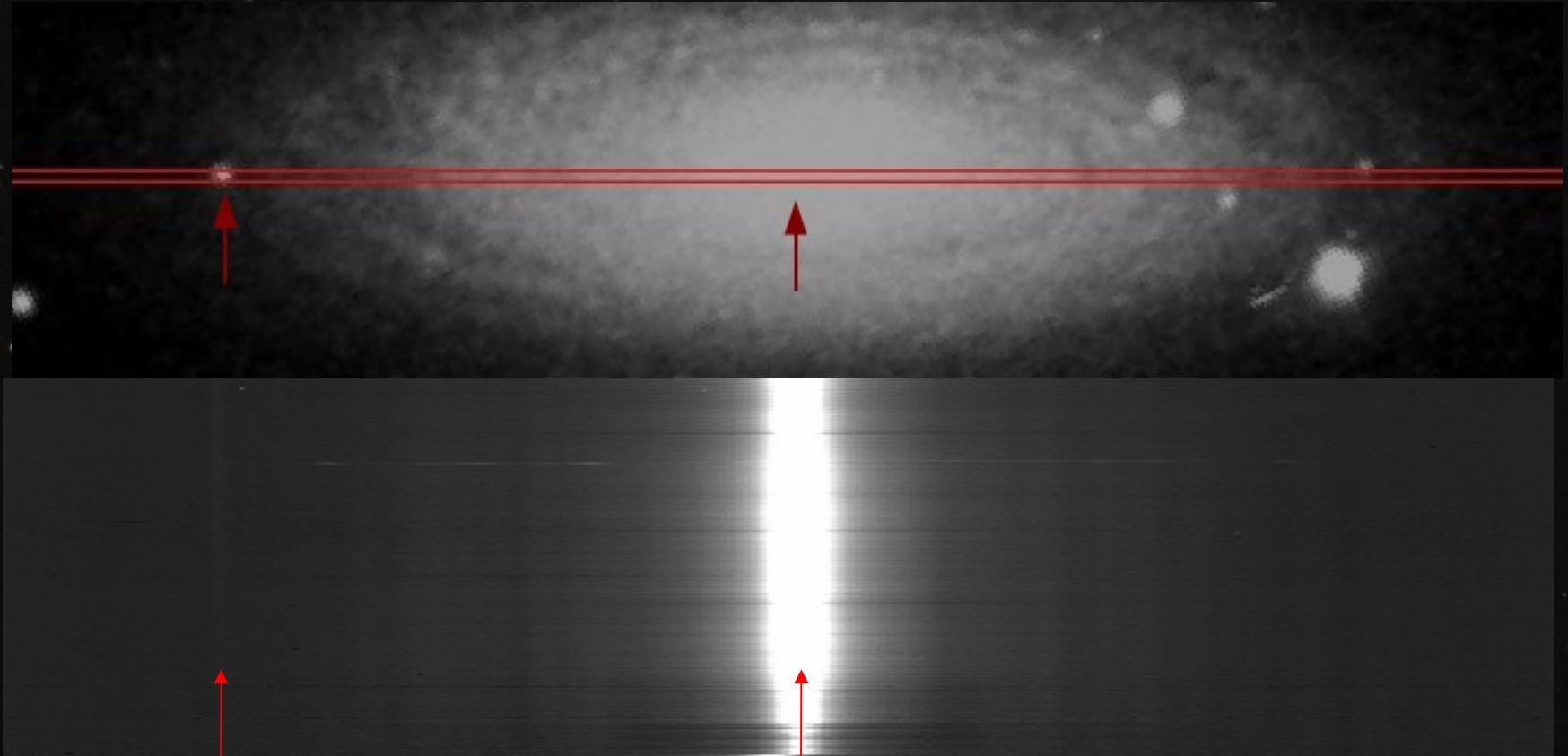
VELOCITÀ DI ROTAZIONE DI UNA GALASSIA A SPIRALE

NGC2841

Alexey Bortoli Saygashev, Francesco Florian, Davide Severin

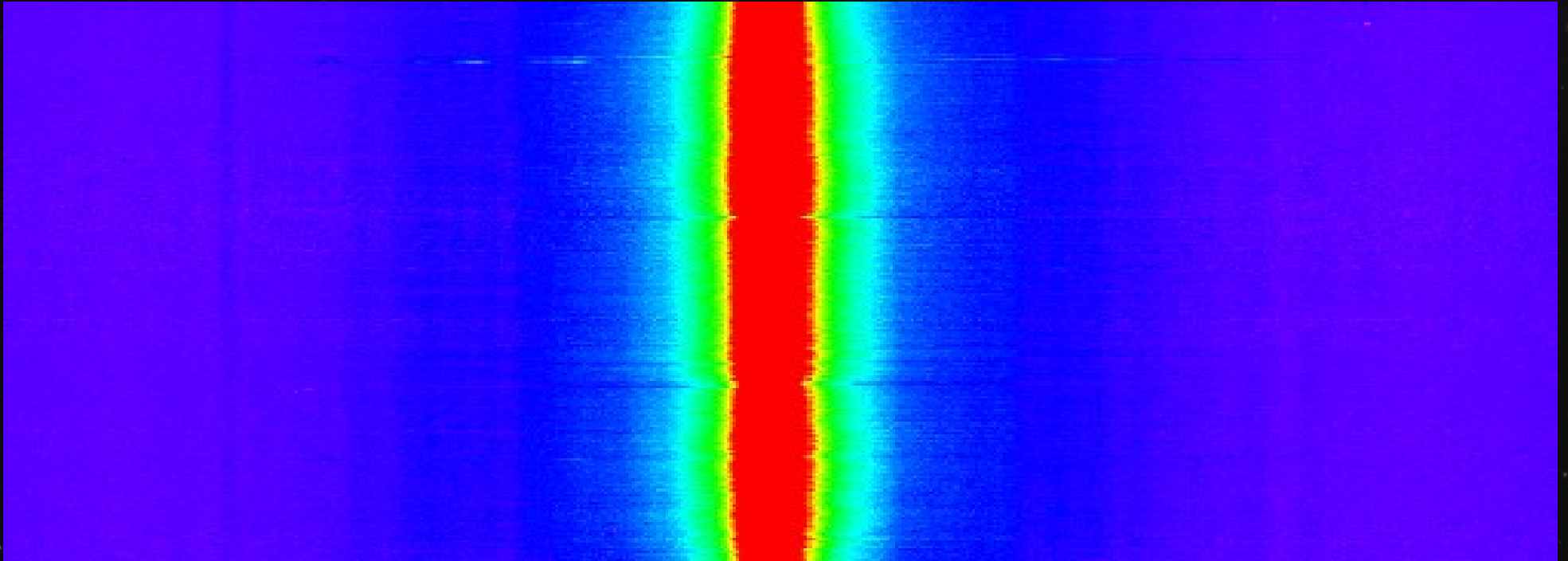
Liceo Scientifico L. Da Vinci
Treviso

SPETTRO DELLA GALASSIA



Nello spettro della galassia NGC2841 restituito dallo spettrografo e pulito dalle “righe di cielo”, in ordinata è riportata la lunghezza d'onda della luce, e in ascissa la posizione.

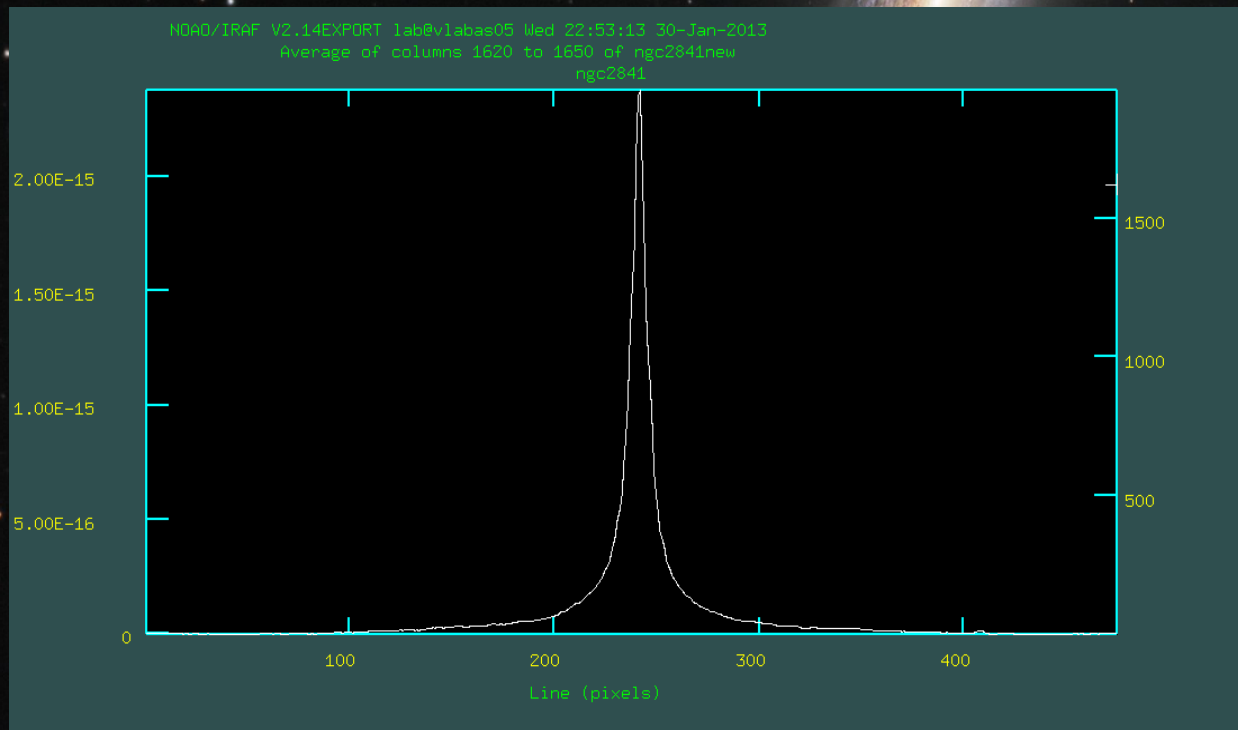
SPETTRO DELLA GALASSIA



Al centro si nota una regione rossa (cioè ad alta luminosità): corrisponde al centro della galassia, che emette uno spettro continuo. Ai lati in ogni posizione lo spettro è a righe di emissione/assorbimento.

DETERMINAZIONE DEL CENTRO

Per prima cosa si prende una fascia di lunghezze d'onda in cui non siano evidenti righe di emissione e si confronta l'intensità con la posizione. Questo permette di identificare il centro della galassia che corrisponde



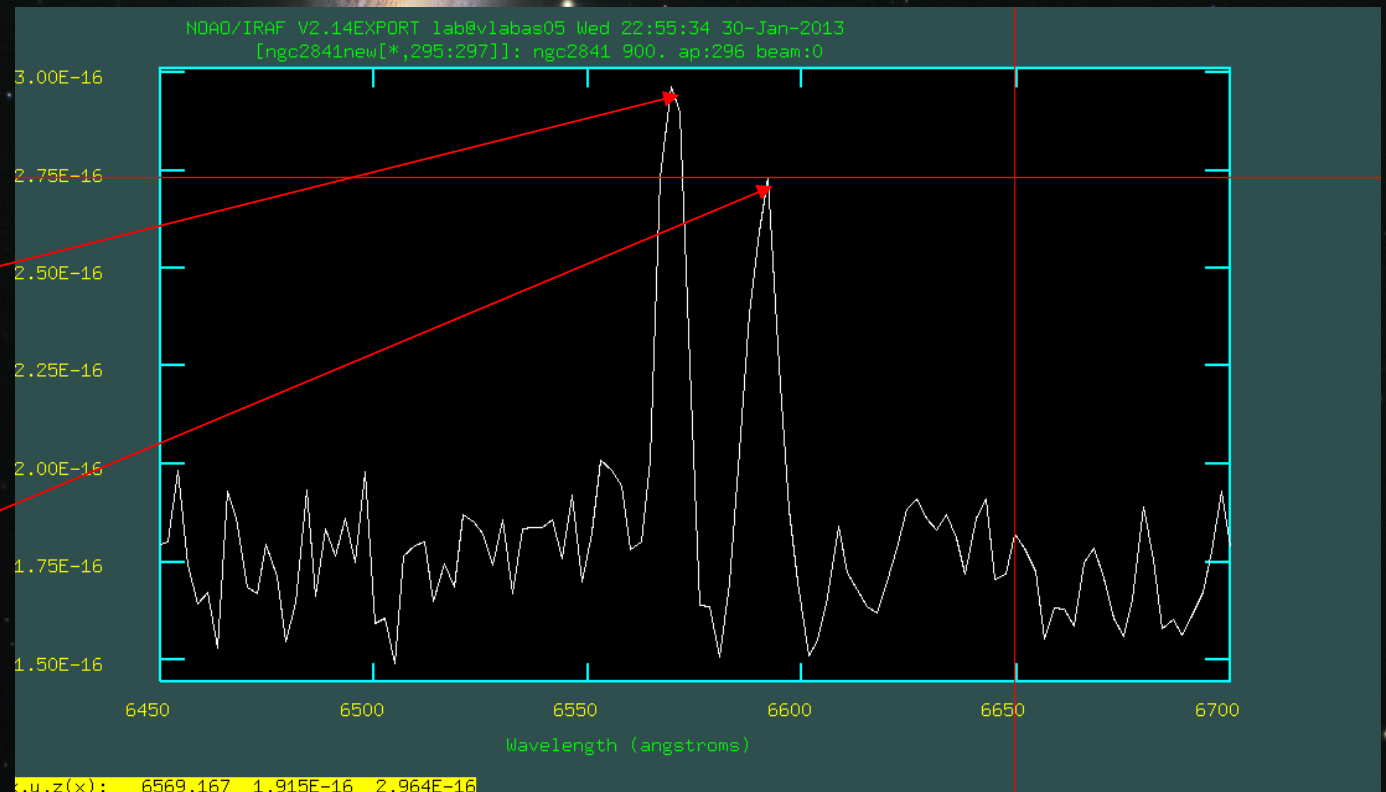
alla posizione del massimo di intensità, dato che è la parte più luminosa di una galassia a spirale.

MISURAZIONE DELLA VELOCITÀ

Per determinare la velocità di rotazione in funzione della distanza dal centro è necessario calcolare il redshift di alcune righe di emissione. In questo caso consideriamo le righe $H\alpha$ (6563 Å) e la riga [NII] a 6584 Å.

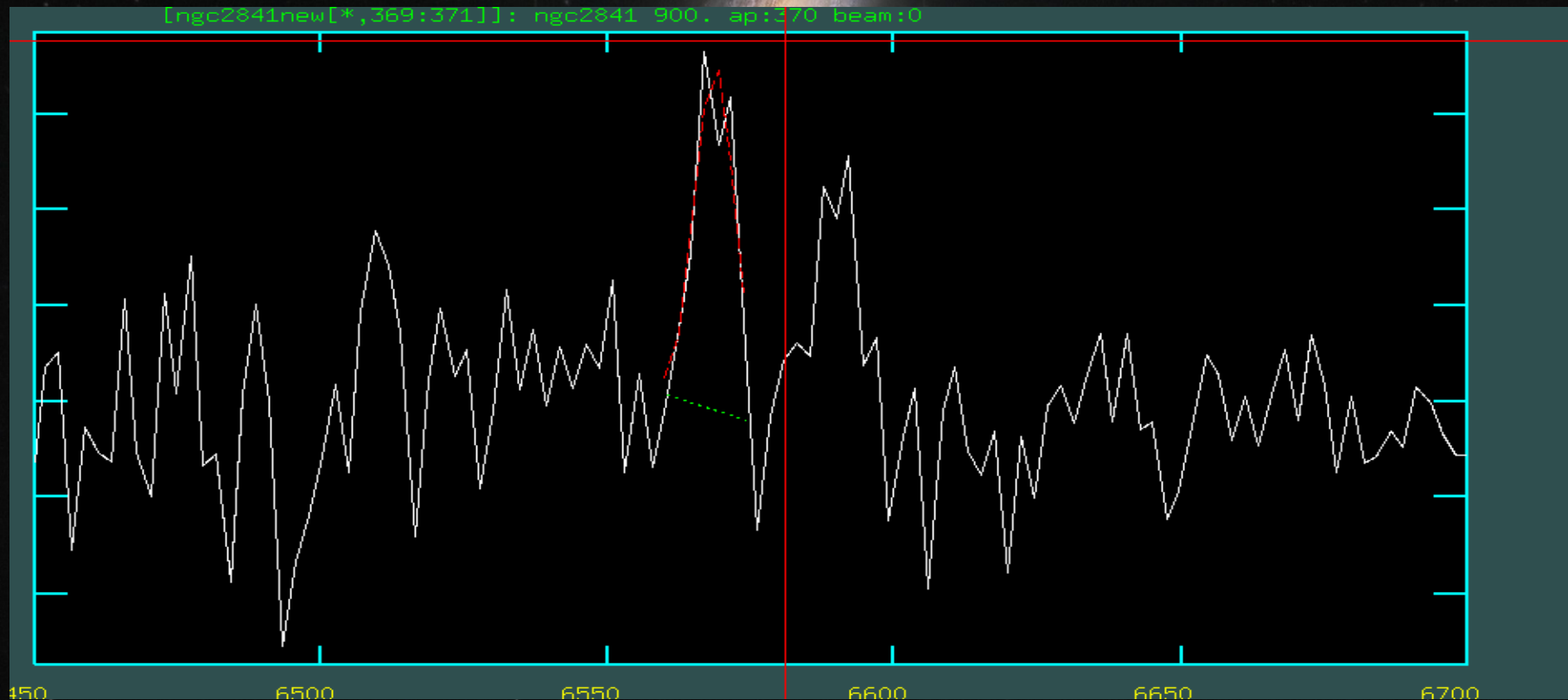
$H\alpha$ (6563 Å)

[NII] a 6584 Å



RIGHE DI EMISSIONE

Si considera lo spettro della galassia in ogni posizione e si cerca di approssimare con una gaussiana le righe più definite, per trovare la lunghezza d'onda del picco, che serve per calcolare il redshift.



CALCOLO DELLE VELOCITÀ

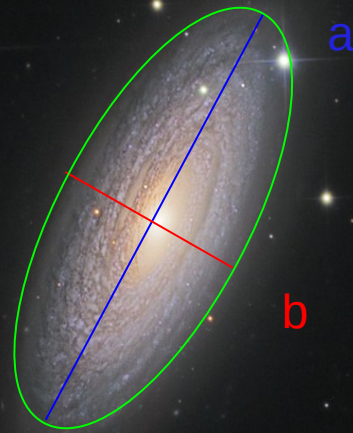
$$v_r = \frac{\lambda_{cen} - \lambda_0}{\lambda_0} \cdot c$$

$$v_c = \frac{\left(\frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} \cdot c \right) - v_r}{\sin(i)}$$

Con v_r velocità di recessione della galassia e v_c velocità di rotazione, queste ultime ricavate, come si vede, tramite lo spostamento Doppler; ' i ' è l'angolo di inclinazione della galassia.

CALCOLO DELL'INCLINAZIONE

$$i = \arccos\left(\frac{b}{a}\right)$$



'b' e 'a' sono gli assi (o i semiassi) minore e maggiore dell'ellisse che approssima la galassia. In questo modo 'i' risulta essere l'angolo di inclinazione, perché le galassie a spirale sono di forma circolare.

CONVERSIONE DELL'UNITÀ DI MISURA DEL RAGGIO

Un pixel dell'immagine corrisponde a un secondo d'arco ($1''$) di distanza tra due punti della galassia; per poter convertire questa distanza in km o kpc è necessaria la distanza tra noi e la galassia; questa si ricava con la legge di Hubble, nota la velocità di recessione: $v=H_0 d$.

A questo punto la distanza in pc è $r=d \sin\alpha \approx d\alpha$ con α in radianti. ($1'' = 1/206265$ rad).



VELOCITÀ DI ROTAZIONE

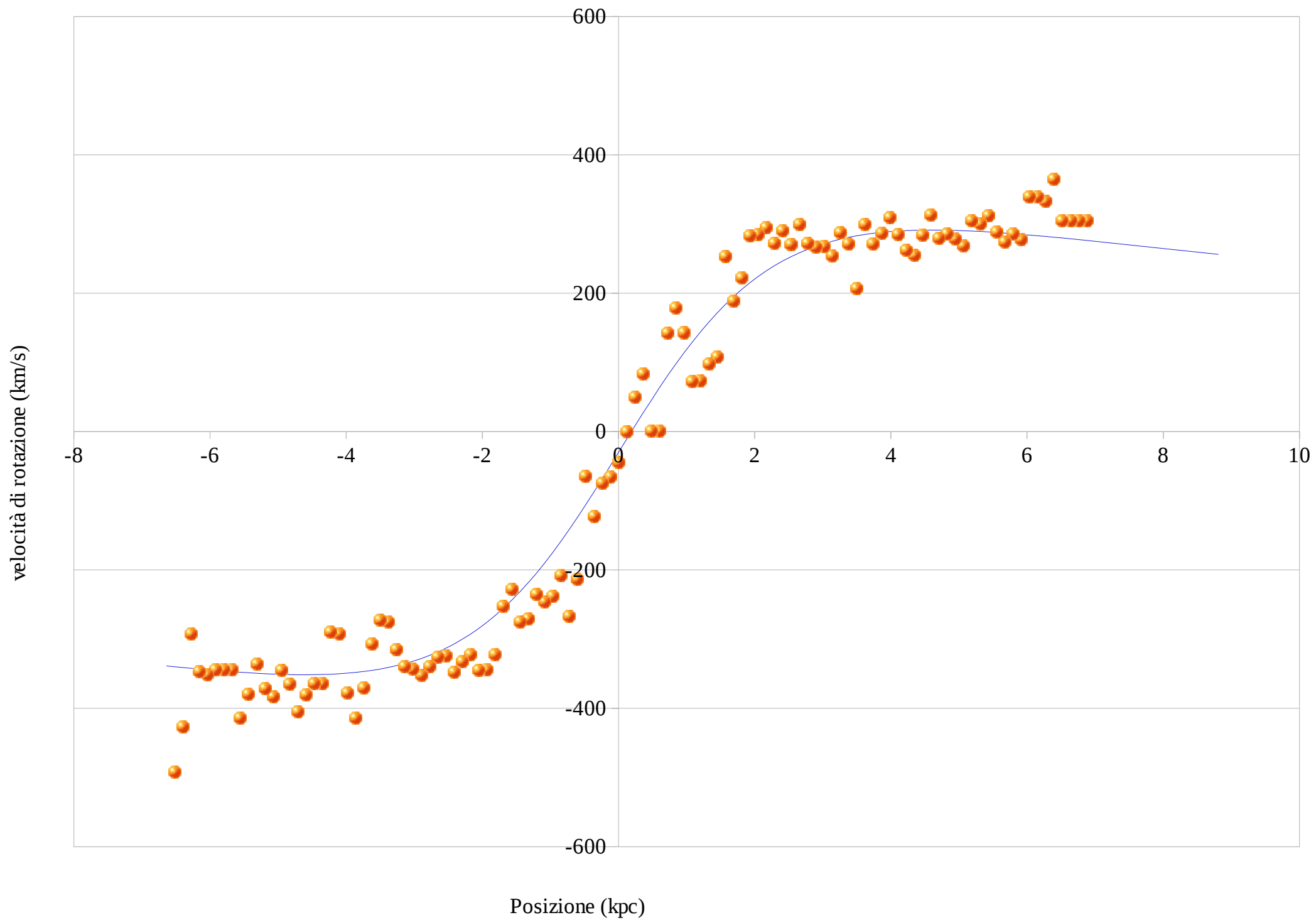
Nel grafico che segue è riportata la velocità di rotazione in funzione della distanza dal centro.

La curva blu rappresenta una possibile interpolazione dei dati sperimentali (punti arancioni).

È data dalla funzione:
$$v_c(r) = \frac{ar}{(r^2 + c_0^2)^{p/2}} - k$$

con $a = 4,3 \cdot 10^{11} \text{ km}^p / \text{s}$ $p = 1,496$ $c_0 = 10^{20} \text{ km}$ $k = 30 \text{ km/s}$
(per questa galassia) e r espresso in km.

Velocità in funzione della distanza



MASSA DELLA GALASSIA

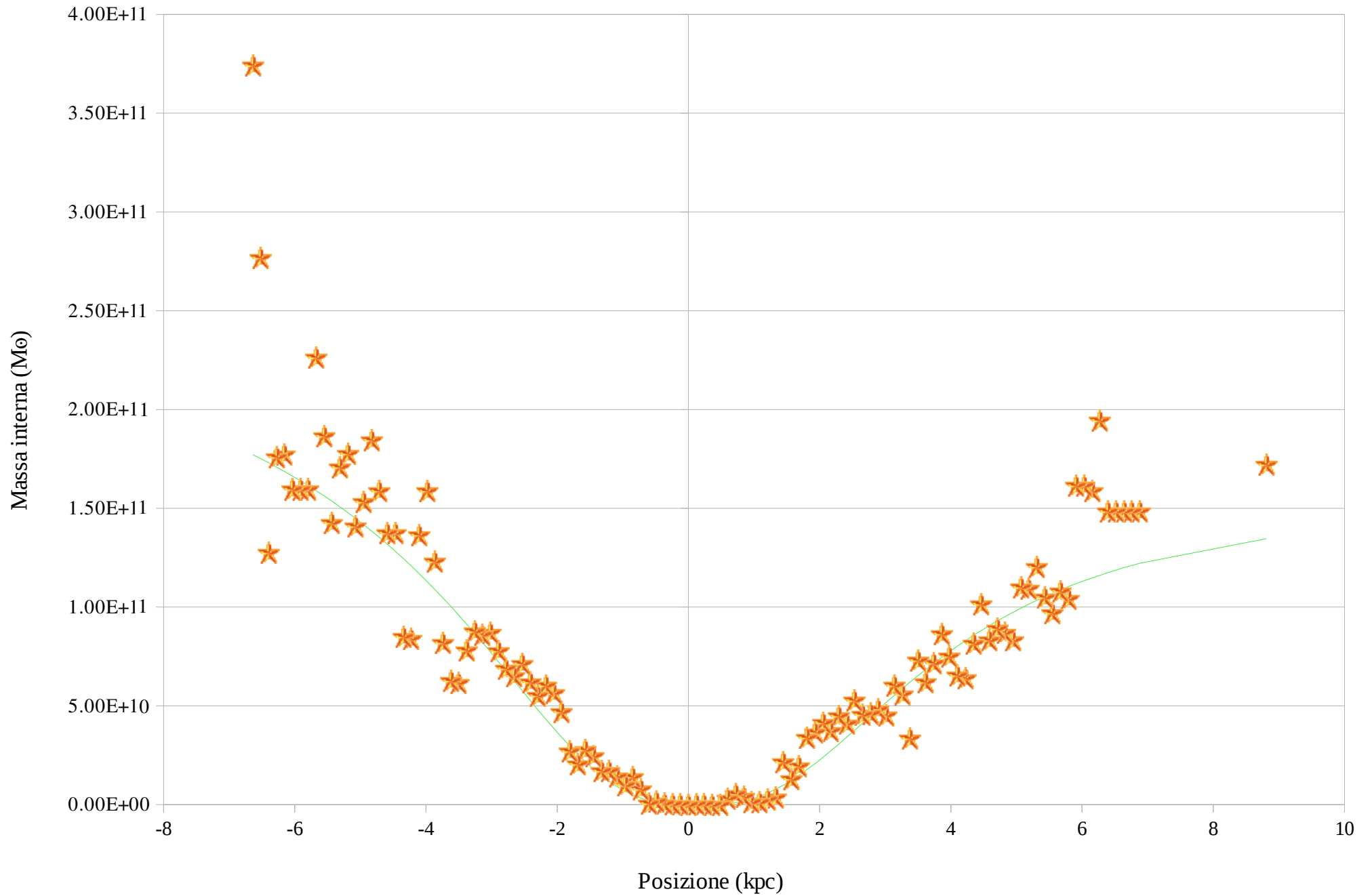
La massa a distanza dal centro minore di r è data dalla funzione (determinata con il teorema del viriale):

$$M(r) = \frac{r \left(v_c(r) \right)^2}{G}$$

con r espresso in km, v_c che rappresenta la velocità di rotazione (sperimentale o teorica) e G costante di Cavendish in $\text{kpc}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2}$.

Nel grafico che segue la curva verde rappresenta una possibile interpolazione dei dati sperimentali (stelline).

Massa in funzione del raggio



LIMITAZIONI SU 'p'

La formula della massa in funzione della distanza dal centro, esplicitata in funzione delle stesse costanti usate per la velocità (trascurando l'addendo '-k') risulta:

$$M(r) = \frac{a^2 r^3}{G(r^2 + c_0^2)^p} \quad ; \text{ inoltre } \quad v_c(r) = \frac{ar}{(r^2 + c_0^2)^{p/2}} - k$$

Quindi perché $v_c(r)$ non diverga per $r \rightarrow \infty$, $p \geq 1$;

Perché $M(r)$ non decresca al crescere di r , $p \leq 3/2$.

DATI FISICI DELLA GALASSIA

NGC2841

Fonte	ned.ipac.caltech.edu (NASA)	Elaborazione dati
Inclinazione	147°	152°
Redshift	0,00218±0,000010	0,00207
Velocità radiale	638±3 km/s	622 km/s
Distanza	9 Mpc	8 Mpc