

LEGGI FOTOMETRICHE E DECOMPOSIZIONI

Permettono di descrivere la distribuzione di luce delle componenti di una galassia

$$I_{\text{tot}}(r) = I_{\text{sferoid}}(r) + I_{\text{disco}}(r) + \dots$$

consideriamo solo decomposizioni parametriche (danno SB in base a dei parametri):

- $I_{\text{sfer}}(r)$ e $I_{\text{disco}}(r)$ sono descritti da leggi parametriche
- le ellitticità delle sezioni di sferoidale e disco sono costanti

Le decomposizioni fotometriche possono essere basate su:

- un solo profilo radiale di SB (es: $f(r^*)$)
- più profili radiali (es: assi maggiore e minore)
- la SB dell'intero immagine

LEGGI DI VANCOUERS ($\propto r^{1/4}$)

Descrivre il proprio radiale di SB delle galassie ellittiche e degli sferoidali nelle galassie a disco.

Nel piano $r^{1/4} - \mu$ è una retta

legge empirica dipendente da I_e e r_e

IN UNITA' LINEARI

$$I(r) = I_e \cdot 10^{-3.33((r/r_e)^{1/4} - 1)} - 7.67((r/r_e)^{1/4} - 1)$$

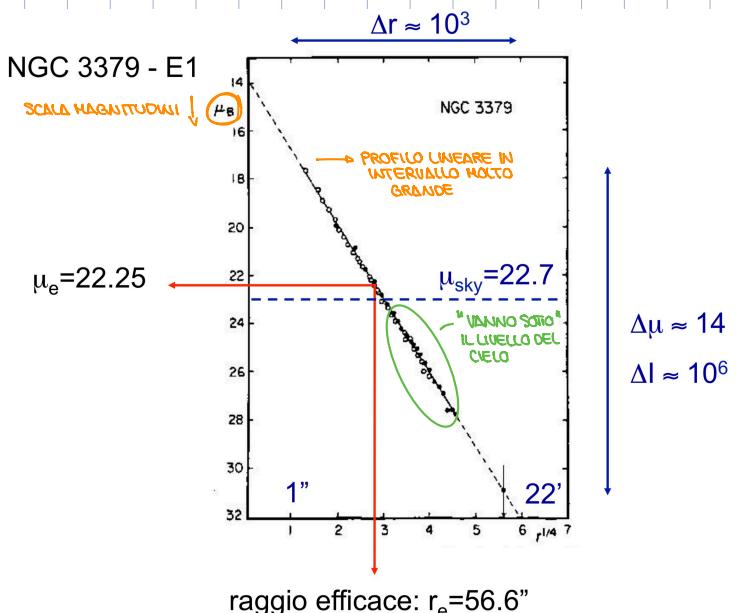
$$= I_e e^{-3.33((r/r_e)^{1/4} - 1)}$$

IN UNITA' DI MAGNITUDINE

$$\mu(r) = \mu_e + 8.325[(r/r_e)^{1/4} - 1]$$

- parametri:
- $I_e(\mu_e)$ = SB efficace
 - r_e = raggio efficace

$$L_T = 2\pi \int_0^\infty I(r) r dr = 7.22 \pi r_e^2 I_e \quad (\text{quadrato piano})$$



raggio efficace: $r_e = 56.6''$

LEGGI DI REYNOLDS - HUBBLE



→ introdotto per descrivere il proprio radiale di M31. Usato estensivamente da Hubble per le ellittiche [prima legge parametrica adattata per descrivere il proprio SB delle galassie ellittiche]

$$I(r) = \frac{I_0}{[1+(r/r_0)]^2}$$

- parametri:
- I_0 = SB centrale [SB per $r=0$]
 - r_0 = raggio di scalo $\left[I(r_0) = \frac{I_0}{4} \right]$

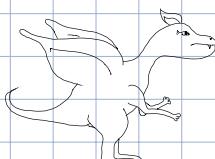
→ $L_T = \infty$ impossibile fisicamente: le galassie reali non possono seguire questo legge a grandi distanze dal centro

LEGGI DI HUBBLE MODIFICATA

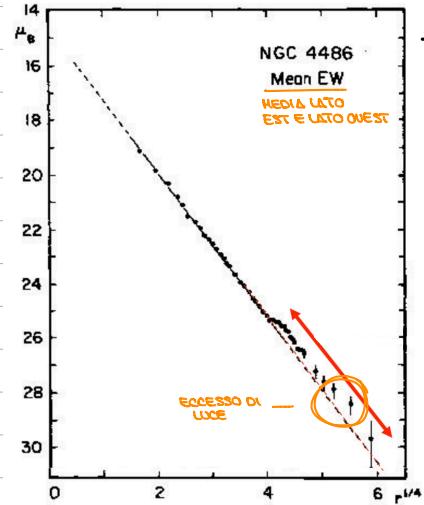
[ha sempre $L_T = \infty$]

$$I(r) = \frac{I_0}{1+(r/r_0)^2}$$

→ risolve il problema del gradiente centrale non nullo di SB



DEVIAZIONE DALLA LEGGE $r^{1/4}$ A GRANDI RAGGI



→ NGC 4486 (M87) nell'ammasso dello Vergine mostra deviazioni dalla legge $r^{1/4}$ a grandi distanze dal centro

Le regioni esterne sono più brillanti del valore extrapolato per la legge $r^{1/4}$ (\Rightarrow alone luminoso che contribuisce l'8% della luminosità totale)

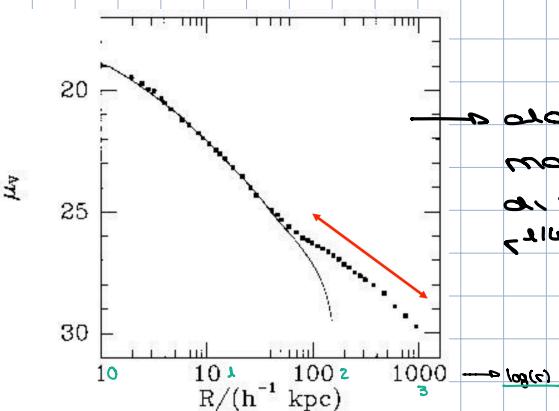
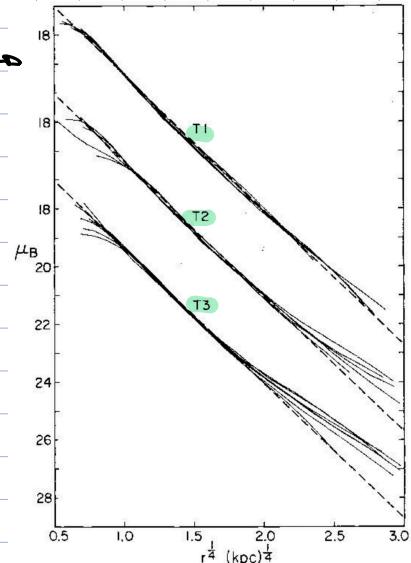
Eiste una correlazione tra le deviazioni e la

presenza di galassie compagne:

T1: no compagno (= no dev)

T2: compagni deboli
(= piccole deviazioni)

T3: compagni massimi
(= grandi deviazioni)



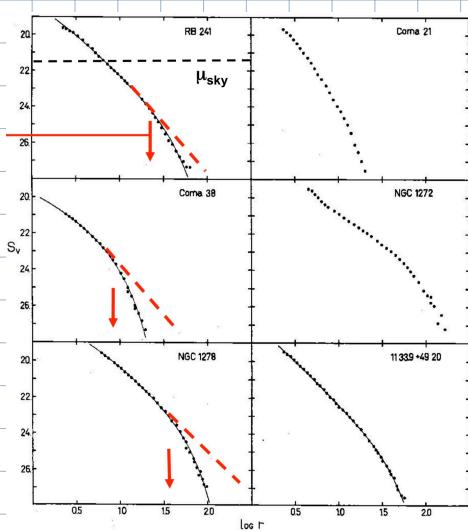
→ alcune galassie CD mostrano degli excessi di luce rispetto alla legge $r^{1/4}$ → CANNIBALISMO

LEGGE DI DEKKER

→ parametrizza l'eccesso di luce rispetto alla legge $r^{1/4}$ e il successivo arollo della SB osservato in alcune delle galassie ellittiche e nelle CD al centro degli ammassi

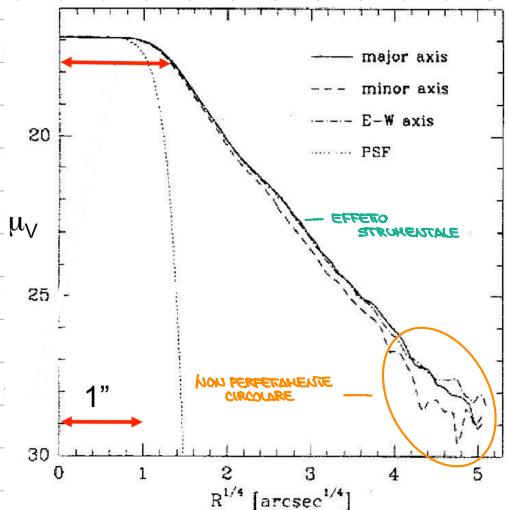
$$I(r) = \frac{r_0 e^{-(r/R_T)^2}}{1 + (r/r_0)^2}$$

→ 3 parametri liberi: r_0 = SB centrale
 r_0 = raggio di scalo
 R_T = raggio morenico
($R_T \rightarrow \infty \Rightarrow$ legge Hubble)



→ nelle regioni esterne vi è un arollo della SB (= raggio morenico)

DEVIAZIONI DALLA LEGGE $r^{-1/4}$ A PICCOLI RAGGI

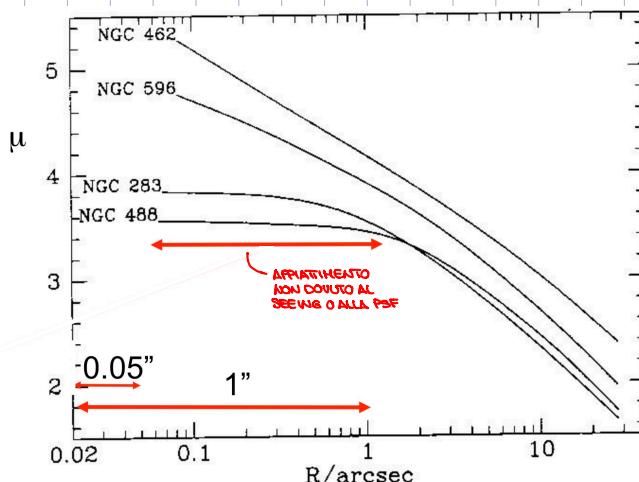


→ proprio di HST (EO-1)

risoluzione spaziale tipica per le osservazioni da terra è $\approx 1''$

l'effetto della turbolenza atmosferica (= seeing) è quello di smussare il profilo centrale di SB

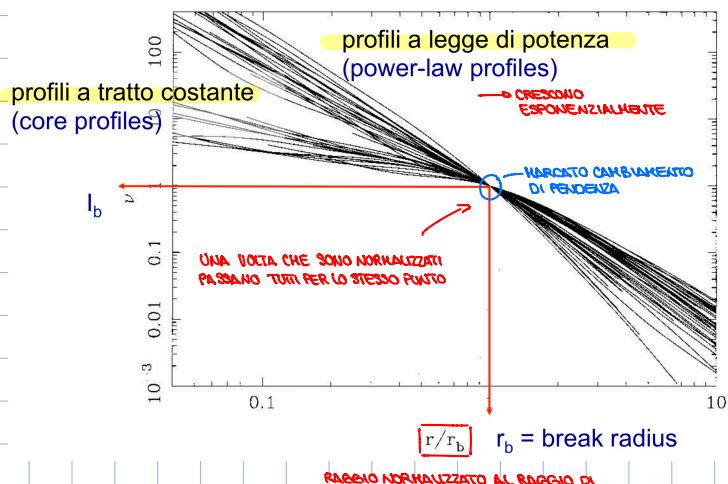
HST produce immagini di lentezza di diffrazione che non sono affatto del seeing, con risoluzione spaziale $\approx 0.01''$



LEGGE DI NUKER

descrive il profilo radiale di SB delle galassie ellittiche nelle regioni centrali

$$I(r) = I_b 2^{\frac{\beta-\delta}{\alpha}} \left(\frac{r_b}{r} \right)^{\alpha} \left[1 + \left(\frac{r_b}{r} \right)^{\alpha} \right]^{\frac{\delta-\beta}{\alpha}}$$



5 parametri liberi:

$\cdot r_b$ = raggio di break

(cambia pendenza)

$\cdot I_b$ = SB a r_b

• per $r \ll r_b$ pendenza = $-\gamma$

• per $r \gg r_b$ pendenza = $-\beta$

• α = curvatura massima

} SERVONO PER NORMALIZZARE LE QUANTITÀ CHE STANNO USANDO

→ piccoli Raggi

→ grandi Raggi

Lo danno conto della varietà

di profili parametrici osservati
(cambiamenti di pendenza etc.)

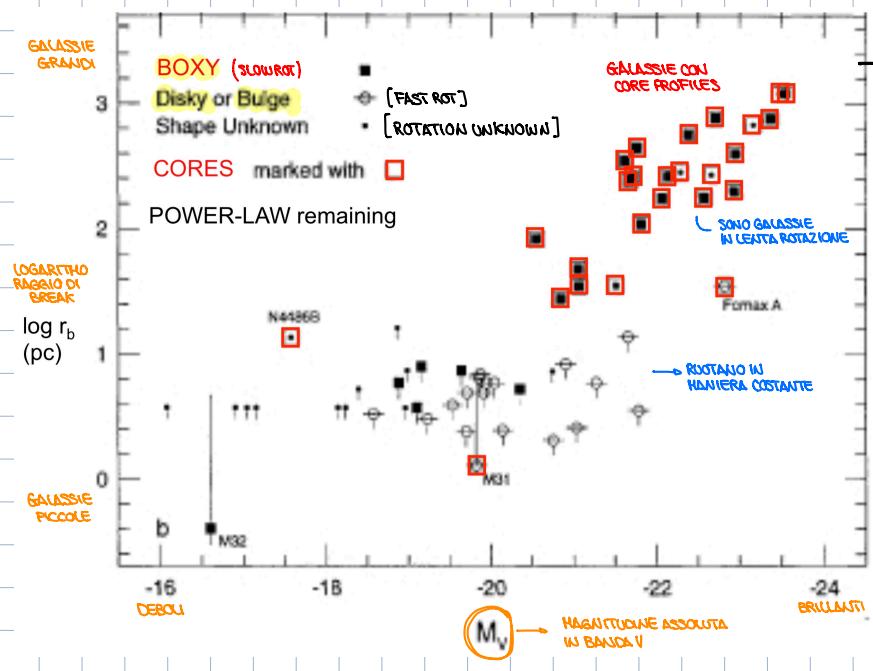
profili visibili solamente nelle regioni centrali

osservando early type galaxies si osservano due tipi di profili:

- POWER-LAW PROFILES: SB dipende dal raggio secondo una legge di potenza
- CORE PROFILES

⇒ questo comportamento è correlato ad altre caratteristiche delle galassie?

[NELLE SLIDE SONO DUE GRATICI DIVERSI]



segue quindi che:

E CON PROFILI POWER-LAW

- più piccole e deboli
- isopote **disky** ($\alpha_4 > 0$)
- sostenute dalla rotazione

SUPPORTO DINAMICO

E CON PROFILI CORE:

- più grandi e brillanti
- isopote **boxy** ($\alpha_4 < 0$)
- sostenute dalla pressione
(alta distribuzione velocità)

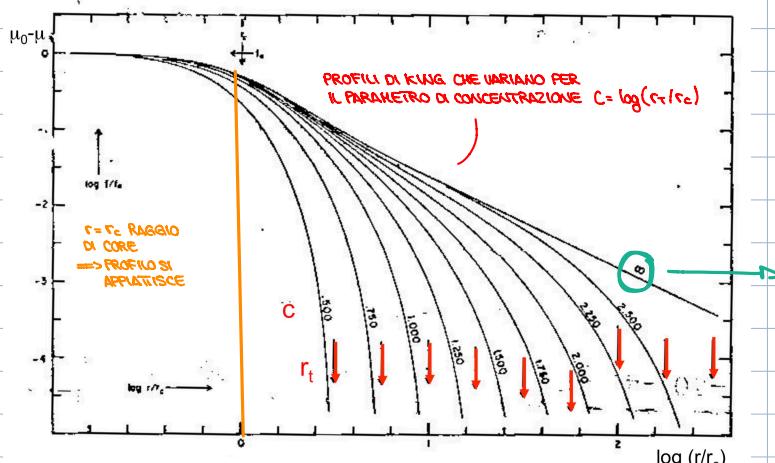
LEGGE DI KING

→ descrive il profilo SB delle galassie ellittiche (rare) e degli ammassi globulari.

È l'unica legge parametrica con base teorica (vale per sistemi stellari sferici e isotropi)

LE ALTRE LEGGI SONO EPIRICHE

$$\rho(r) = K \left[\frac{1}{\sqrt{1 + (\frac{r}{r_c})^2}} - \frac{1}{\sqrt{1 + (\frac{r_t}{r_c})^2}} \right]^2$$



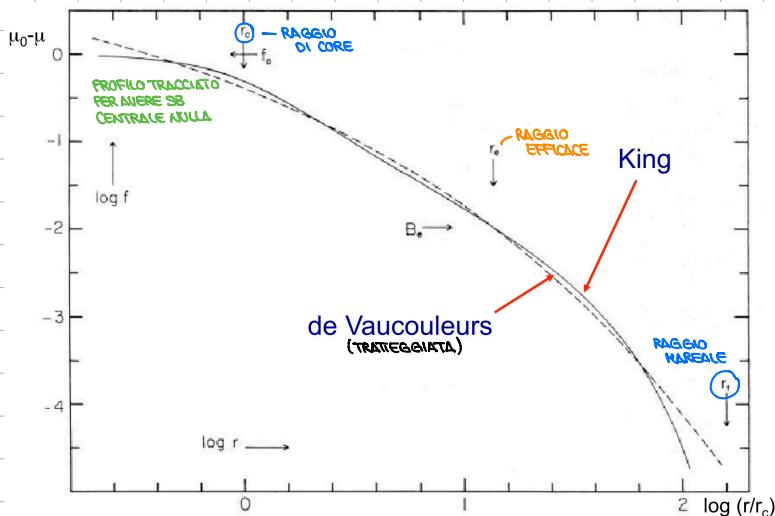
3 parametri liberi:

- K = SB di base
- r_c = raggio di core (nucleo)
[profilo si appiattisce]
- r_t = raggio massimo
[profilo crolla]

$C = \log(r_t/r_c)$ → parametro di concentrazione

$C = \infty$ diventa la legge di Hubble modifidata

CONFRONTO TRA LEGGE DI KING E LEGGE $\tau^{1/4}$



Nelle regioni centrali non si hanno grandi differenze tra i due profili

- piccoli raggi \rightarrow King si oppone alle mentre $\tau^{1/4}$ continua a crescere
- grandi raggi \rightarrow King crolla al raggi massimo, $\tau^{1/4}$ continua

Scelta di quale usare dipende dai dati che si hanno a disposizione

LEGGE ESPONENZIALE (O DI FRIEDMAN)



$$I(r) = I_0 e^{-r/h}$$

$$\mu(r) = \mu_0 + 1.086(r/h) \longrightarrow$$

2 parametri liberi:

- I_0 (μ_0) = SB centrale
- h = raggio di scala

$$\Rightarrow L_T = \int_0^{\infty} 2\pi r I(r) r dr = 2\pi I_0 h^2 \longrightarrow \text{luminosità totale}$$

$$[\mu = -2.5 \log I + c]$$

$$-2.5 \log I + c = -2.5 \log I_0 e^{-r/h} + c \\ = -2.5 \log I_0 - 2.5 \log e^{-r/h} + c$$

$$\mu = \frac{-2.5 \log I_0 + c}{I_0} + \frac{2.5 (r/h) \log e}{I_0} = 1.086$$

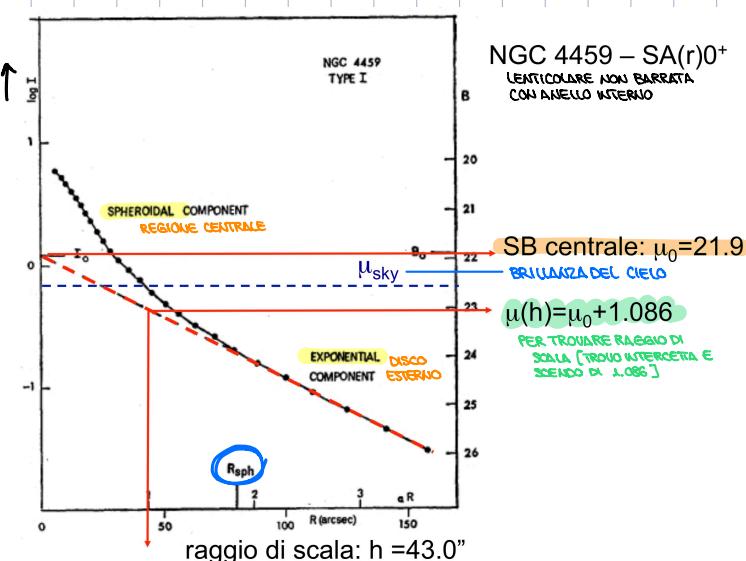
$$\mu = \mu_0 + 1.086(r/h) \Rightarrow y = mx + q \quad (\text{RETTA})$$

Andamento rettilineo nel piano (r, μ) [in questo caso $(r, \log I)$]

\Rightarrow ANDAMENTO ESPONENZIALE SB

R_{SPH} \rightarrow raggio dello sferoide

\Rightarrow decomposizione poco accurata
(interesse sul disco)



LEGGE DI FREEMAN DELLA SB DEI DISCHI

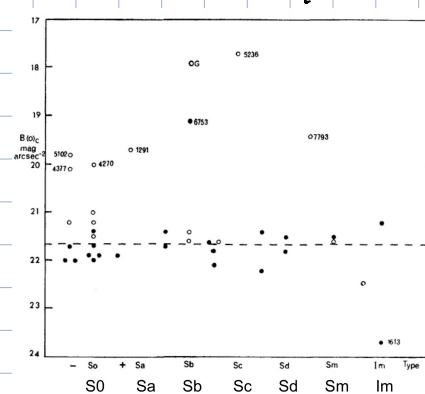
→ legge non vera,
effetto di selezione

la maggior parte delle galassie

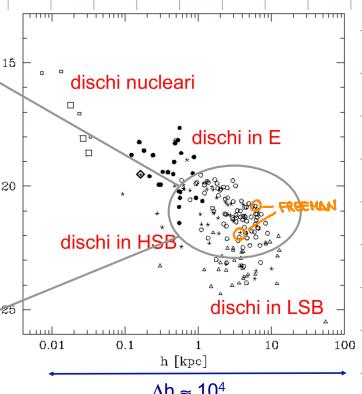
ha SB centrale $\mu_{0.3} = 21.65$

→ PROBLEMA DI SELEZIONE
(basato su dischi grandi.)

DISCHI DI FREEMAN)



PRENDENDO UN CAMPIONE PIÙ AMPIO



2° grafico

- DISCHI NUCLEARI = SB alto, raggio di scalo basso
 - DISCHI IN E = generano galassie dusty
 - , * DISCHI HSB (HIGH SB) = galassie a spirale → "punto" legge di Freeman
 - △ DISCHI LSB (LOW SB) = dischi molto estesi → DISCHI CON $\mu_{0.3} > 22.65$ [PECULIARI]
- variazioni di 4 ordini di grandezza in SB