

## ※宇宙中的暗物質

物理系王立邦

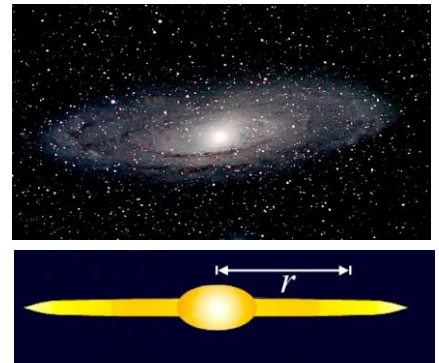
近年來科學家發現浩瀚宇宙的眾多星系中，都存在著許多暗物質(Dark Matter)。但由於暗物質不參與電磁作用力，因此無法使用光或微波等電磁波的方式來進行觀測，只能以間接方式來推測暗物質的存在。我們之所以知道暗物質的存在，主要是由於它們的重力效應，天文學家們在觀測螺旋星系的側邊恆星的繞著中心軸的運轉速度，發現其遠高於預測，推測恆星應受到更多無法觀測的未知物質的引力所牽引而不至於甩出。

假設有一質量為  $m$  的恆星，與質量為  $M$  ( $M \gg m$ ) 的恆星相距  $r$  的距離，若  $m$  繞著  $M$  作等速率圓周運動，可利用牛頓的萬有引力定律可以得到下列的數學關係式

$$\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

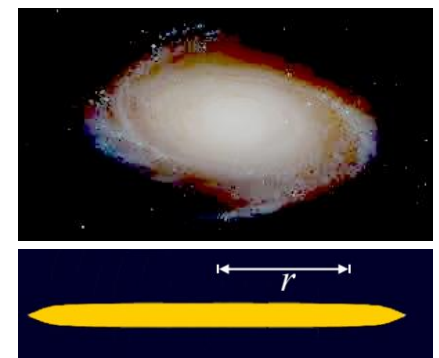
若將  $m$  視為繞星系  $M$  運轉，則星系質量應改為  $M(r)$  表示距離為  $r$  的質量分布函數。

1. 假設有一圓盤狀星系，質量大部分聚集在圓盤中心，其餘恆星繞著中心作圓周運動，如右圖所示，右下圖為圓盤狀星系側面的星系質量分布剖面示意圖。則星球繞中心運動的速度  $v$  和離中心距離  $r$  的關係為？



- (A)  $v$  正比於  $r^{-1}$
- (B)  $v$  正比於  $r$
- (C)  $v$  正比於  $r^{-1/2}$
- (D)  $v$  正比於  $r^{1/2}$

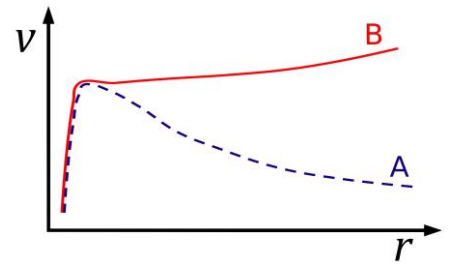
2. 假設此星系密度為均勻分布，類似一個均勻的圓盤，如右圖所示，右下圖為此星系質量分布剖面示意圖。則星球繞中心運動的速度  $v$  和離中心距離  $r$  的關係大致為？



- (A)  $v$  正比於  $r^{-1}$
- (B)  $v$  正比於  $r$
- (C)  $v$  正比於  $r^{-1/2}$

(D)  $v$  正比於  $r^{-2}$

3. 在 M33 星系裡，依天文學家使用望遠鏡觀測到的恆星質量分佈，可以計算得到恆星的旋轉速度和距離的關係如右圖虛線 A 所示。然而藉由其他觀測方法，我們也可直接測量恆星的旋轉速度，得到的數據如右圖 B 實線。若把兩者的差異歸之於暗物質造成，則以下推論何者正確？



- (A) 暗物質主要分佈於星系的中心  
(B) 暗物質在此星系中並不存在  
(C) 暗物質主要分佈於星系的外緣  
(D) 暗物質從中心到外緣，大致均勻分布
4. 以下哪一項物理原理可以用來測量恆星的旋轉速度？  
(A) 都卜勒效應  
(B) 相對論  
(C) 克卜勒定律  
(D) 光電效應