

莫大な個数の恒星から構成されている銀河系を遠くから眺めると、恒星は円盤状に分布し、恒星は全体として円盤に垂直な対称軸の周りを回転している。銀河系は初期には球状だったと考えられる。球状分布から円盤状分布に変化した理由を、角運動量保存則(と重力(万有引力))を利用して説明せよ。

(解答例)

1. 万有引力によって銀河系の構成要素は一般には相互に近づく傾向にある。
2. 重力(万有引力)は中心力の性質をもつので、これにより力学的に支配される天体の角運動量は保存される。
3. また円運動の場合の角運動量の大きさは軸からの距離と天体の質量および円周方向の速さの積である。
4. 回転軸に平行な方向には、軸からの距離が変化しないので、角運動量も変化させることなく近づくことができる。
5. しかし、回転軸に垂直な方に近づこうとすると、軸からの距離が変化し、その天体の角運動量が増加することになる。このように、回転軸に垂直な方には角運動量保存則のために近づけない。
6. これは、銀河系を構成しているある星が一定の速度 v と回転軸から半径 r で回転しているとすると、仮にこの星が他の星に近づいたとする、すなわち、半径 r が変化して r' になるとすると、

$$L = rmv \rightarrow L' = r'mv \rightarrow L \neq L'$$

となり、角運動量保存則が成立していない。つまり、角運動量保存則が成立していると回転軸の方向には変化できない。その結果、銀河系は円盤状になる。

(原康夫「第3版・物理学基礎」(学術図書出版社)7章問B5)