

Spirální galaxie: teorie spirálních hustotních vln

Test

(Pozn.: V níže uvedených otázkách označuje ω frekvenci časové proměnlivosti potenciálu, m počet spirálních ramen, $\Omega_p = \omega / m$ úhlovou rychlost spirální poruchy, Ω úhlovou rychlost oběhu částice po kruhové dráze, κ epicyklickou frekvenci, Σ_0 plošnou hustotu neporušeného disku, Σ_1 plošnou hustotu spirální poruchy, Φ_1 potenciál spirální poruchy, k vlnové číslo, λ vlnovou délku, c_s rychlost zvuku, R a θ galaktocentrické polární souřadnice).

1. Disperzní relace pro vlny ve 2D diferenciálně rotujícím plynném disku má v Lin-Shuově teorii (1964, 1966) tvar:

$$\begin{aligned} \text{a) } (\omega - m\Omega)^2 &= \kappa^2 - 2\pi G \Sigma_0 |k| + k^2 c_s^2 \\ \text{b) } (\omega - m\Omega)^2 &= \kappa^2 + 2\pi G \Sigma_0 |k| + k^2 c_s^2 \\ \text{c) } (\omega - m\Omega)^2 &= \kappa^2 - 4\pi G \Sigma_0 + k^2 c_s^2 \end{aligned}$$

2. Ve 2D diferenciálně rotujícím plynném disku s nulovým tlakem je nejnestabilnější:

$$\begin{aligned} \text{a) } \text{nejdelší vlnová délka } (k \hat{=} 0) \\ \text{b) } \text{nejkratší vlnová délka } (\lambda \hat{=} 0) \\ \text{c) } \text{vlnová délka } \lambda_{\text{crit}} = 4\pi^2 G \Sigma_0 / \kappa^2 \end{aligned}$$

3. Ve 2D diferenciálně rotujícím plynném disku s nenulovým tlakem je nejnestabilnější vlnová délka:

$$\begin{aligned} \text{a) } \lambda = \lambda_{\text{crit}} = 4\pi^2 G \Sigma_0 / \kappa^2 \\ \text{b) } \lambda = \lambda_{\text{crit}} / 2 \\ \text{c) } \lambda = 0 \end{aligned}$$

4. Předpokladem WKB aproximace hustotních vln je v teorii Lina a Shua (1964, 1966):

$$\begin{aligned} \text{a) } \text{těsné navinutí spirálních ramen } (\text{ctg } i \gg 1) \\ \text{b) } \text{nulová disperze rychlostí} \\ \text{c) } \text{lokální reakce potenciálu na poruchu v hustotě } (\Phi_1(R, \theta, t) = -\lambda G \Sigma_1(R, \theta, t)) \end{aligned}$$

5. Spirální porucha se často vyjadřuje jako $\Sigma_1 = \Sigma'(R) \exp[i(\omega t - m\theta + F(R))]$, kde $F(R)$ je tzv. funkce tvaru. Pro logaritmickou spirálu ($R = b \exp(a\theta)$) je funkce tvaru:

$$\begin{aligned} \text{a) } F(R) = m \ln(R) / a \\ \text{b) } F(R) = m \ln(R / a) \\ \text{c) } F(R) = a m / \ln(R) \end{aligned}$$

6. V Mestelově disku (kruhová rychlost rotace $V_c = \text{konst}$) je vzdálenost mezi vnitřní a vnější Lindbladovou rezonancí:

$$\begin{aligned} \text{a) } m V_c / \Omega_p \\ \text{b) } V_c / (\Omega_p m) \end{aligned}$$

c) $2^{3/2} V_c / (\Omega_p m)$

7. Disperzní relace pro *leading* a *trailing* vlny se v teorii Lina a Shua (1964, 1966):

- a) neliší
- b) liší pouze směrem šíření vlny
- c) liší směrem šíření a amplitudou vlny

8. Podle teorie Lina a Shua (1964, 1966) mohou v disku s Toomreovým parametrem $Q = 1$ existovat kvazi-stacionární neutrální vlny:

- a) pouze v oblasti mezi vnitřní Lindbladovou rezonancí (ILR) a korotací (CR)
- b) pouze mezi ILR a vnější Lindbladovou rezonancí (OLR)
- c) pouze mezi ILR a OLR, přičemž jsou přerušeny na CR

9. Vlny Lina a Shua (1964, 1966):

- a) jsou postupné
- b) jsou stojaté
- c) mají s časem rostoucí amplitudu

10. Mechanismus *swing amplification* (Toomre 1981):

- a) zesiluje v okolí CR *trailing* vlny a mění je ve vlny *leading*
- b) zesiluje v okolí CR *leading* vlny a mění je ve vlny *trailing*
- c) zesiluje v okolí CR dlouhé *trailing* vlny postupující směrem ven z disku a odrazí je zpět jako krátké *trailing* vlny

Správné odpovědi:

- 1a
- 2b
- 3b
- 4a
- 5a
- 6c
- 7a
- 8b
- 9a
- 10b