

LI MIĘDZYSZKOLNY TURNIEJ FIZYCZNY
dla uczniów szkół ponadgimnazjalnych
w roku szkolnym 2008/09
WZORCOWE ROZWIĄZANIE ZADANIA NR 1

a) W dowolnym punkcie wewnątrz galaktyki ($r < R$) rolę siły dośrodkowej pełni siła grawitacyjna i w związku z tym zachodzi związek

$$v^2 = GM/r = (4/3)\pi G \rho r^3 \frac{1}{r} \sim r^2. \quad (1)$$

Tutaj masa M , która przyciąga dane ciało rośnie wraz z oddalaniem się od środka galaktyki, natomiast ρ jest stałą gęstością. Zatem dla $r < R$ prędkość rotacji dowolnej gwiazdy w galaktyce jest wprost proporcjonalna do odległości od centrum.

b) Dla $r > R$ masę galaktyki możemy potraktować jako stałą (tak jak dla układu Ziemia-satelita) i z pierwszej części związku (1) na pierwszy rzut oka wydaje się, że prędkość gwiazdy powinna maleć odwrotnie proporcjonalnie do odległości tzn.

$$v \sim 1/\sqrt{r}. \quad (2)$$

Nie jest to zgodne z wykresem. Zatem należy założyć, że gęstość masy ρ w tym obszarze nie jest zero. Aby otrzymać zgodność wykresu na podstawie drugiej części wzoru (1) musimy przyjąć, że $\rho \sim 1/r^2$ zamiast $\rho = \text{const}$. Wówczas mamy prędkość obrotu

$$v^2 = (4/3)\pi G \rho r^3 \frac{1}{r} = (4/3)\pi G \frac{1}{r^2} r^3 \frac{1}{r} = \text{const}. \quad (3)$$

Proponowana punktacja:

1. Prawidłowe omówienie zależności z punktu a) - max. 5 pkt.
2. Prawidłowe omówienie zależności z punktu b) - max. 5 pkt.