



Krajské kolo 2018/19, kategorie AB (3. a 4. ročník SŠ)

V úlohách E a F budeme zkoumat zákrytovou proměnnou dvojhvězdu skládající se ze složek, které obíhají po kruhových drahách kolem společného hmotného středu. Uvažujte, že zorný paprsek pozorovatele leží v rovině oběhu.

E Zákrytová dvojhvězda I: světelná křivka

(max. 25 bodů)

Zaveďme následující označení: teplejší ze složek zákrytové dvojhvězdy má poloměr R_1 a teplotu T_1 , chladnější hvězda má poloměr R_2 a teplotu T_2 . Primární minimum světelné křivky má hloubku Δm_1 , sekundární minimum má hloubku Δm_2 (tedy $\Delta m_1 \geq \Delta m_2$). Efekt okrajového ztemnění disků hvězd a mezihvězdnou extinkci v této úloze zanedbejte. Předpokládejte, že obě složky svítí pouze vlastním (nikoli odraženým) světlem.

- Vyjádřete zářivé výkony L_1 a L_2 obou složek pomocí R_1, R_2 a T_1, T_2 .
- Určete hustoty J_1 a J_2 zářivého toku od jednotlivých složek, které registruje pozorovatel na Zemi. Výsledek vyjádřete pomocí T_1, T_2 a úhlového poloměru disků složek α_1, α_2 .
- Určete hustoty j_1 a j_2 zářivého toku od jednotlivých složek na jednotku plochy jejich disku v úhlové míře. Výsledek vyjádřete pomocí T_1 a T_2 .
- Zdůvodněte, proč musí být v okamžiku primárního minima chladnější hvězda před teplejší (z pohledu pozorovatele) nezávisle na tom, jakých hodnot nabývají R_1 a R_2 .
- Vyjádřete Δm_1 a Δm_2 pomocí proměnných $\rho = R_2/R_1$ a $\tau = T_2/T_1 < 1$. Výpočet proveďte zvlášť pro $\rho \leq 1$ a pro $\rho \geq 1$.
- Jsou veličiny ρ a τ obecně určeny hodnotami Δm_1 a Δm_2 fyzikálně jednoznačně? Zdůvodněte svoji odpověď.

F Zákrytová dvojhvězda II: radiální rychlosti

(max. 25 bodů)

Při studiu spektra zákrytové dvojhvězdy byly rozlišeny absorpční čáry obou složek. Bylo zjištěno, že čáry oscilují kolem středních poloh s periodou P . Amplitudu z tohoto posuvu v relativní míře definujeme jako $z = \Delta\lambda/\lambda$, kde $\Delta\lambda$ je maximální posuv čáry od její střední vlnové délky λ . Veličina z nabývá stejné hodnoty (z_1 , resp. z_2) pro všechny absorpční čáry dané složky (1, resp. 2).

- Vyjádřete oběžné rychlosti v_1 a v_2 obou složek pomocí z_1, z_2 .
- Vyjádřete poloměry r_1 a r_2 oběžných drah obou složek pomocí z_1, z_2 a P .
- Vyjádřete celkovou hmotnost M systému pomocí z_1, z_2 a P .
- Vyjádřete poměr $\mu = M_1/M_2$ hmotností M_1 a M_2 pomocí z_1 a z_2 .
- Vyjádřete hmotnosti M_1 a M_2 jednotlivých složek pomocí z_1, z_2 a P .

Pro zákrytovou proměnnou dvojhvězdu YZ Cassiopeiae byly naměřeny hodnoty (Lacy et al. (1981)) $z_1 = (2,45 \pm 0,01) \cdot 10^{-4}$, $z_2 = (4,19 \pm 0,02) \cdot 10^{-4}$ a $P = 4,467\,223\,5$ d. Předpokládejte, že měření z_1 a z_2 byla nezávislá. Nejistotu v určení P neuvažujte.

- Vypočtěte hodnoty M_1 a M_2 pro YZ Cassiopeiae. Nemusíte určovat jejich nejistoty.
- Vypočtěte hodnoty M a μ pro YZ Cassiopeiae včetně jejich nejistot.