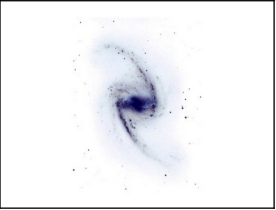
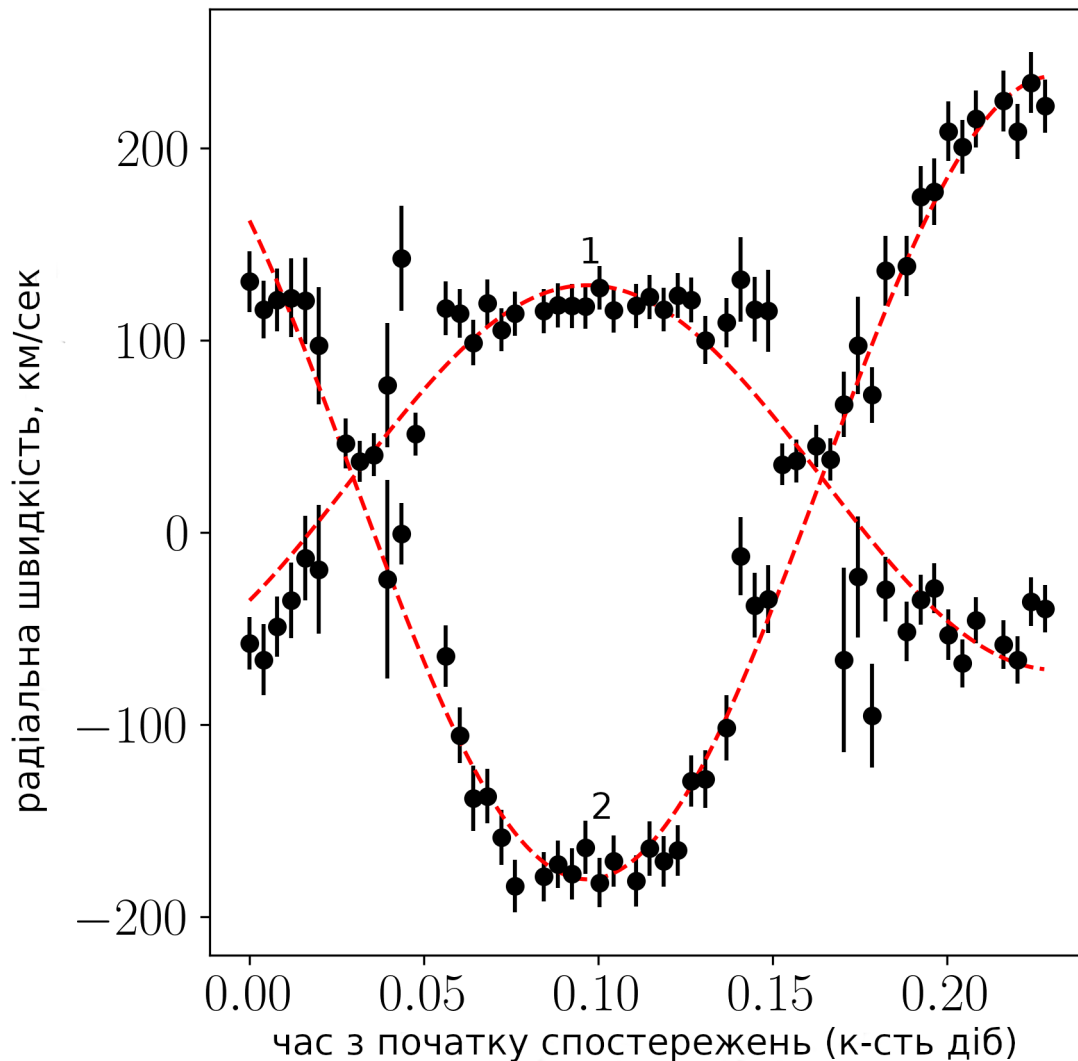


<p>Обласна олімпіада з астрономії м. Львів, 10 лютого 2024 р.</p>		<p>10 клас</p>
---	---	----------------

3. Спектрально-подвійна система зір. На рисунку наведені криві радіальних швидкостей спектрально-подвійної системи зір, у якій рух зір відбувається по колових орбітах. Система спостерігається з ребра (кут нахилу орбіти до променя зору спостерігача рівний 90°).

- З якою швидкістю подвійна система рухається відносно земного спостерігача?
- Визначте орбітальний період системи;
- Знайдіть орбітальні швидкості зір;
- Визначте відношення мас зір у цій подвійній системі;
- Визначте маси зір (в одиницях маси Сонця).



(15 балів)

Розв'язання

а) Перетин штрихових кривих швидкостей відповідає моменту, коли проекції швидкостей на промінь зору спостерігача дорівнюють нулю. Але при цьому спостерігач реєструє доплерівське зміщення спектральних ліній, зумовлене рухом зір з однаковою швидкістю ~ 25 км/сек. Це і є швидкість подвійної системи відносно спостерігача.

б) Період дорівнює подвоєній відстані між перетинами штрихових ліній і приблизно дорівнює $T = 0.27$ доби = 6 год. 27 хв = 23229 сек.

в) Орбітальні швидкості зір визначаємо з рисунку відносно горизонтальної лінії, що проходить через перетини штрихових кривих (тобто вираховуємо швидкість руху подвійної системи відносно спостерігача): $v_1 = 101$ км/сек та $v_2 = 212$ км/сек.

г) Орбітальні швидкості зір визначені у супутній до подвійної системи зір системі відліку, у якій повний імпульс системи рівний нулю $m_1 v_1 - m_2 v_2 = 0$ (тут враховані протилежні напрямки швидкостей), звідки $m_1 v_1 = m_2 v_2$, і, як наслідок, отримуємо $m_1/m_2 = v_2/v_1 = 2.1$.

д) З другого закону Ньютона для однієї (в даному випадку першої) із зір подвійної системи

$$m_1 v_1^2 / r_1 = G m_1 m_2 / (r_1 + r_2)^2$$

отримуємо

$$m_2 = v_1^2 r_1 (1 + r_1/r_2)^2 / G = v_1^2 r_1 (1 + m_1/m_2)^2 / G,$$

і беручи до уваги, що у випадку колових орбіт $v_1 = 2\pi r_1 / T$, матимемо, що

$$m_2 = v_1^3 T (1 + m_1/m_2)^2 / (2\pi G) = 0.28 M_{\text{sun}}, \text{ і } m_1 = 2.1 * m_2 = 0.59 M_{\text{sun}}.$$