

**LIII Olimpiada Astronomiczna
2009 / 2010
Zadania zawodów II stopnia**

1. Zaplanuj utworzenie sieci złożonej z trzech satelitów, które powinny okrążać Ziemię po okręgach z możliwie najkrótszymi okresami obiegu. Jak powinny poruszać się te satelity, by w dowolnym momencie co najmniej jeden z nich znajdował się nad horyzontem astronomicznym dla obserwatora umieszczonego w dowolnym miejscu strefy międzyzwrotnikowej?

Oblicz tę minimalną wartość okresu obiegu, przyjmując jako dane liczbowe:

- okres obiegu satelity geostacjonarnego $T = 23^h 56^m$,
- prędkość liniową satelity geostacjonarnego $v = 3,08 \text{ km/s}$,
- promień Ziemi $R = 6380 \text{ km}$,
- nachylenie równika ziemskiego do ekliptyki $\varepsilon = 23,5^\circ$.

W obliczeniach można pominąć wpływ refrakcji atmosferycznej.

2. Równanie ekliptyki we współrzędnych równikowych (α, δ) ma postać:

$$\delta = \arctg(\sin \alpha \operatorname{tg} \varepsilon),$$

gdzie ε jest kątem nachylenia równika niebieskiego do płaszczyzny ekliptyki.

Znajdź analogiczną zależność, która będzie równaniem równika niebieskiego we współrzędnych horyzontalnych (A, h) , dla szerokości geograficznej $\varphi \in (0^\circ, 90^\circ)$.

Zinterpretuj przypadki dla szerokości geograficznych $\varphi = 0^\circ$ oraz $\varphi = 90^\circ$.

3. Ważnych dla astronomii informacji dostarczają również inne niż elektromagnetyczne rodzaje promieniowania. W związku z tym przykładowo oszacuj, jakie są możliwości zarejestrowania promieniowania neutronowego. W tym celu rozważ na jaką odległość doleci średnio jeden neutron, jeśli źródło wysokoenergetycznych neutronów wyemitowało ich w ilości 1 mola, a energia pojedynczego neutronu wynosi:

a) $E_1 = 10^{12} \text{ eV}$

b) $E_2 = 10^{16} \text{ eV}$

c) $E_3 = 10^{20} \text{ eV}$

Neutron ma masę $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ i okres połowicznego rozpadu 16 minut.

Uwagi.

Do rozwiązania zadania mogą być przydatne następujące związki:

$t = \gamma \cdot t'$ między czasem własnym t i czasem t' mierzonym w innym układzie inercjalnym,

$$E = \frac{m \cdot c^2}{\gamma} \text{ między energią } E \text{ i energią w układzie spoczynkowym cząstki,}$$

$$\gamma = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}, \text{ gdzie } c \text{ jest prędkością światła, a } v \text{ – prędkością między}$$

rozważanymi układami inercjalnymi.

4. Sześć gwiazd (G1 – G6) ma jednakowe jasności obserwowane. Posługując się załączonym diagramem H–R, na którym schematycznie zaznaczono klasy jasności gwiazd, określ relacje między odległościami od nas tych sześciu gwiazd, jeśli dodatkowo wiadomo, że gwiazda:

- G1 ma temperaturę zbliżoną do temperatury efektywnej Słońca, a jej moc promieniowania jest znacząco mniejsza od mocy promieniowania Słońca.
- G2 promieniuje kosztem energii zgromadzonej we wcześniejszych etapach ewolucji i emituje w czasie 1 sekundy z powierzchni 1 m^2 energię $E = 2,2 \cdot 10^{10} \text{ J}$.
- G3 należy do ciągu głównego i jest jedną z najbardziej masywnych gwiazd;
- G4 jest olbrzymem typu widmowego K5;
- G5 jest gwiazdą ciągu głównego wieku zero i ma masę w przybliżeniu równą połowie masy Słońca;
- G6 w jądrze spala wodór, a maksimum energii promieniowania w jej widmie ciągłym przypada na taką samą długość fali jak dla gwiazdy G2.

Podaj pełne uzasadnienie odpowiedzi oraz zaznacz na załączonym diagramie H–R możliwe położenia rozpatrywanych gwiazd.

