

XXXIV OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP I

Zadania teoretyczne

ZADANIE T3

Nazwa zadania: „Jacht”

Satelita krążący o orbicie przechodzącej nad obydwoma biegunami Ziemi nadaje stały sygnał radiowy o częstotliwości 1000kHz. Położenie satelity w każdej chwili czasu jest znane.

Jacht wyposażony jest w odbiornik radiowy, generator sygnału 100kHz i odpowiedni sprzęt elektroniczny wraz z mikrokomputerem.

Na jakiej zasadzie co dwie godziny jacht może określić swoją i szerokość geograficzną korzystając z sygnału odbieranego z satelity.

Uwaga: W rozwiązaniu należy podać podstawy fizyczne zaproponowanej metody bez obliczeń.

ROZWIĄZANIE ZADANIA T3

Odbierany na jachcie sygnał z satelity wskutek zjawiska Dopplera, ma inną częstość niż sygnał generatora. Nakładając ten sygnał na sygnał z generatora obserwujemy dudnienia. Ich częstość zmienia się z czasem i ma minimum.

Komputer dysponuje więc następującymi danymi:

1. zależnością położenia i prędkości satelity od czasu (p. tekst zadania),
2. chwilą, w której częstość dudnienia osiąga minimum,
3. zależnością szybkości zmian częstości dudnień od czasu w pobliżu minimum.

Na podstawie danych 1 i 2 można określić kąt między torem satelity a kierunkiem satelita – jacht w chwili gdy dudnienia osiągają minimum. Dane 3 pozwalają dodatkowo wyznaczyć odległość od satelity. Mając dane o ruchu satelity oraz wspomniany kąt i odległość można wyznaczyć zarówno długość jak i szerokość geograficzną (w zasadzie dane to pozwalają wyznaczyć dwa punkty na powierzchni Ziemi lub morza, ale w praktyce ta dwuznaczność nie odgrywa istotnej roli). Obliczenia są skomplikowane czasochłonne. Dlatego nie wykonuje się ich ręcznie lecz używa się komputera.

Uwaga: Zachodziła obawa, że uczniowie będą się dawać w zbędne, złożone i zapewne w dużym stopniu niepoprawne rachunki. Niepoprawne, gdyż zjawisko Dopplera dla fal elektromagnetycznych jest opisywane innymi wzorami niż dla fal dźwiękowych. W dodatki źródło i obserwator nie poruszają się wzdłuż tej samej prostej. Związku z tym ustalanie kryteriów pozostawiono Okręgom zlecając szczególne premiowanie tych prac, w których czytelnie przedstawiono zasady działania rozpatrywanego systemu.

Źródło:
Zadanie pochodzi z czasopisma „Fizyka w Szkole” 84/85 r.

Komitet Główny Olimpiady Fizycznej w Szczecinie
www.of.szcz.pl