

LII MIĘDZYSZKOLNY TURNIEJ FIZYCZNY
dla uczniów szkół ponadgimnazjalnych
w roku szkolnym 2009/10
WZORCOWE ROZWIĄZANIE ZADANIA NR 1

a) Aby obserwator określił swoje położenie potrzebne są co najmniej trzy wózki. Załóżmy, że gracz znajduje się w punkcie K wewnątrz okręgu, natomiast wózki znajdują się w punktach W_1 , W_2 oraz W_3 . Z W_1 wykreślamy okrąg o promieniu W_1K . Gracz musi znajdować się gdzieś na tym okręgu (bowiem zmierzona przez niego odległość od W_1 wynosi W_1K). Następnie wykreślamy okrąg o promieniu W_2K z W_2 . Te dwa okręgi mają dwa punkty wspólne i gracz może znajdować się w jednym z nich (możemy je nazwać K i K'). Ażeby doprecyzować, który z tych dwóch punktów jest punktem, w którym znajduje się gracz, należy wykreślić trzeci okrąg o promieniu W_3K z miejsca położenia trzeciego wózka W_3 .

b) Równanie okręgu z centrum w miejscu wózka ma postać

$$(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2 = a_i^2, \quad (1)$$

gdzie x_i, y_i ($i=1,2,3$) są współrzędnymi i -tego wózka, natomiast a_i odległością obserwatora od i -tego wózka. Ponieważ są to równania kwadratowe, to aby je jednoznacznie rozwiązać należy mieć trzy pary współrzędnych wózków (rolę odgrywają tu znaki przy podnoszeniu do kwadratu - patrz dyskusja punktu a)).

c) Maksymalna odległość w jakiej znajduje się obserwator od wózka jest równa $2R = 60m$. Zatem czas przelotu sygnału dźwiękowego do wózka i z powrotem wynosi $t_w = 2R/330 = (4/11)s$. W tym czasie wózek pokonuje drogę równą $s_w = (4/11)s \cdot 3m/s = 1,09m$.

d) Zwiększenie promienia okręgu oczywiście spowoduje zwiększenie się drogi przebytej przez wózki między wysłaniem a odebraniem sygnału przez obserwatora.

e) Powyższy układ jest dwuwymiarowym analogiem Systemu Nawigacji Satelitarnej GPS (Global Positioning System). Różnica polega na zastosowaniu sygnałów dźwiękowych, a nie elektromagnetycznych oraz na braku synchronizacji zegarów obserwatora i obracających się wózków. Ten ostatni punkt wymaga wysyłania sygnału w dwie strony podczas gdy w systemie GPS wystarczy odbiór sygnału od satelity.

Proponowana punktacja:

- a) Prawidłowa dyskusja wymaganej liczby wózków - max. 3 pkt.
- b) Prawidłowe wyjaśnienie tej liczby za pomocą metod geometrycznych - max. 2 pkt.
- c) Obliczenie drogi przebytej przez wózek - max. 2 pkt.
- d) Prawidłowa odpowiedź dotycząca zwiększenia tej drogi - max. 1 pkt. e) prawidłowa dyskusja różnic i analogii z systemem GPS - max. 2 pkt.