

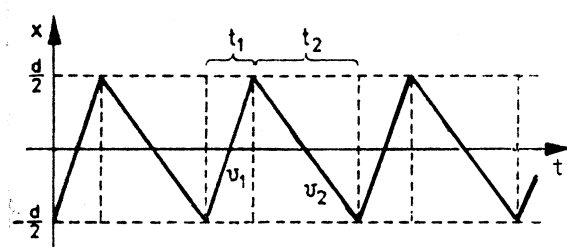
# XXXIII OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP I

## Zadania teoretyczne

### ZADANIE T2

Nazwa zadania: „O kločku poruszającym się po płycie”

Na płaskiej, poziomej płycie umieszczono klocek o masie  $m$ . Współczynnik tarcia klocka o płytę wynosi  $f$ . Płytę wprowadzono w posuwisto-zwrotny ruch poziomy, odcinkami jednostajny, dla którego zależność położenia od czasu przedstawiono na rycinie 1.



Ryc. 1

Znajdź zależności prędkości i położenia klocka (w układzie nieruchomym) od czasu i przedstaw je graficznie. Jakie urządzenia można skonstruować wykorzystując występujący tu efekt? Amplituda ruchu posuwisto-zwrotnego wynosi  $d/2$ .

### ROZWIĄZANIE ZADANIA T2

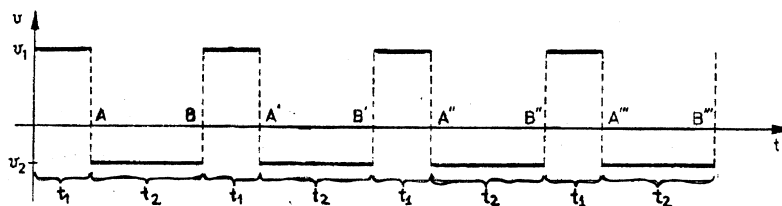
Prędkość płyty w okresach o długości  $t_1$  wynosi  $v_1$ , a w okresach o długości  $t_2$  jest równa  $v_2$ , przy czym  $v_1$  i  $v_2$  mają przeciwne zwroty i – jak wynika z rysunku – zachodzi nierówność

$$|v_1| > |v_2|$$

bo  $t_2 > t_1$ .

Zauważmy, że tuż po każdej zmianie prędkości z  $v_1$  na  $v_2$  lub odwrotnie klocek porusza się poślizgiem. Działa wtedy na niego przyspieszenia  $a = fg$  skierowane przeciwie do prędkości względnej klocka i płyty. Poślizg może zniknąć tylko wtedy, gdy względna prędkość płyty i klocka stanie się równa zero.

Zmiany prędkości płyty w czasie pokazano na ryc. 4. Zauważmy, że  $v_1 t_1 + v_2 t_2 = 0$ . Prędkość klocka wygodnie jest zaznaczyć na tle wykresu przedstawiającego prędkość płyty.



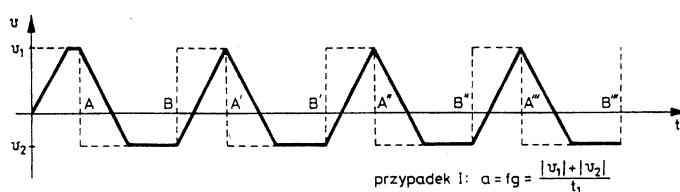
Ryc. 2

Z tego, co zostało powiedziane wyżej wynika, że prędkość klocka na wykresie musi składać się tylko z odcinków prostoliniowych, przy czym możliwe są tylko następujące odcinki:

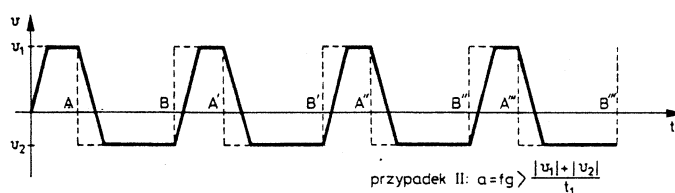
- odcinek poziomy na wysokości  $v_1$  lub  $v_2$ ,
- odcinek wznoszący się o nachyleniu  $fg$ ,
- odcinek opadający o nachyleniu  $-fg$ .

Z podanych wyżej rozważań wynika też, że odcinki pochyłe muszą zaczynać się w chwilach odpowiadających zmianie prędkości płyty (końce odcinków o długościach  $t_1$  lub  $t_2$  z ryc. 4), przy czym odcinki wznoszące się muszą zaczynać się w chwilach B, B', B'', B'''..., a opadające – w chwilach A, A', A'', A''' ... . Oczywiście odcinek pochyły dochodząc do odcinka poziomego z ryc. 4 załamuje się i do najbliższego punktu A lub B biegnie poziomo.

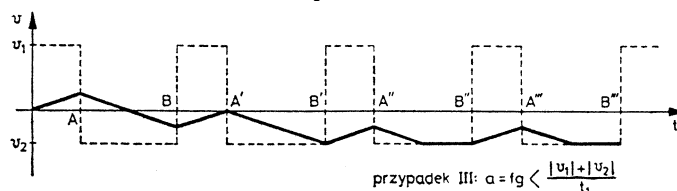
Szkice prędkości klocka w trzech charakterystycznych przypadkach pokazano na ryc. 3, 4 i 5.



Ryc. 3



Ryc. 4



Ryc. 5

W przypadkach I i II podczas każdego okresu  $t_1+t_2$  (z wyjątkiem części okresu pierwszego) ruchu klocka względem płyty jest takie samo. Ale położenie płyty względem układu nieruchomego po każdym okresie jest takie samo. Tak więc, jeżeli położenie klocka w chwili A' (względem układu nieruchomego) oznaczmy przez  $x_A$ , położenia klocka w chwilach A'', A''', A''', ... również będą równe  $x_A$ . Przebieg funkcji  $x(t)$  między tymi punktami nie ma istotnego znaczenia. Ważne jest, że w rozważanych przypadkach po ewentualnym początkowym przesunięciu średnio biorąc klocek przestał się przesuwać. Oscyluje on w jedną i drugą stronę, ale średnio biorąc nie przesuwa się.

Jeżeli chodzi o przypadek III, to po ustaleniu się okresowego przebiegu funkcji  $v(t)$ , w ciągu każdego okresu  $t_1+t_2$  klocek przesuwa się o taką samą odległość  $\Delta x$  w kierunku wyznaczonym przez kierunek prędkości  $v_2$ . Nie jest to jednak ruch jednostajny, gdyż prędkość klocka, zgodnie z ryc. 7, nie jest stała, ważne jest jednak to, że średnio biorąc klocek przesuwa się jednostajnie w tę samą stronę.

Opisane w zadaniu urządzenie można wykorzystać do separacji materiałów o różnych współczynnikach tarcia o płytę, a w szczególności do usuwania niektórych zanieczyszczeń.

Kryteria ocen:

analiza prędkości	6 pkt.
analiza zmian położenia	3 pkt.
wskazanie zastosowania	1 pkt.

Zadanie powyższe było zdecydowanie najmniej popularne. Poza tym niewielu uczniów, którzy je wybrali, dotarło do istoty rzeczy. Większość gubiła się w rozważaniach poszczególnych przypadków. Prac przejrzystych, doprowadzonych do końca było bardzo mało.

Źródło:  
Zadanie pochodzi z czasopisma „Fizyka w Szkole”  
Komitet Okręgowy Olimpiady Fizycznej w Szczecinie  
[www.of.szc.pl](http://www.of.szc.pl)