

XLIII OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP WSTĘPNY

Zadanie teoretyczne

ZADANIE T3

Nazwa zadania: „Zderzenia koralików”

A) Na długim, prostym pręcie, nachylonym pod pewnym kątem do poziomu, nanizanych jest n identycznych, bardzo małych koralików. W chwili początkowej koralikom nadano przypadkowe prędkości. Ruch koralików odbywa się bez tarcia, zaś zderzenia między nimi są doskonale sprężyste. Podaj największą możliwą liczbę zderzeń między koralikami. Przyjmij, że w każdym zderzeniu mogą brać udział tylko dwa koraliki, oraz że pole grawitacyjne jest jednorodne.

Nazwa zadania: „Silnik prądu stałego”

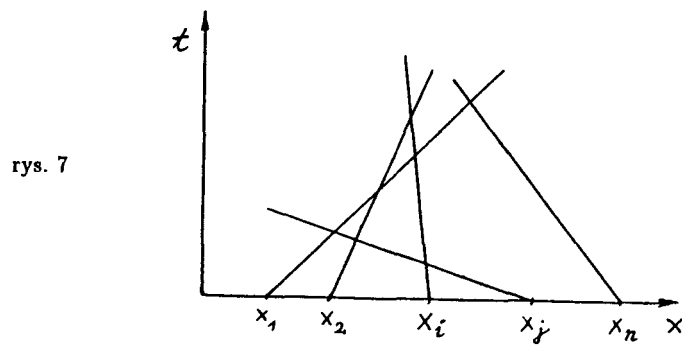
B) Skąd silnik prądu stałego zasilany źródłem o stałej SEM „wie”, że ma pobierać większy prąd, gdy większe jest jego mechaniczne obciążenie?

Nazwa zadania: „Przedmioty widziane przez szybę i lornetkę”

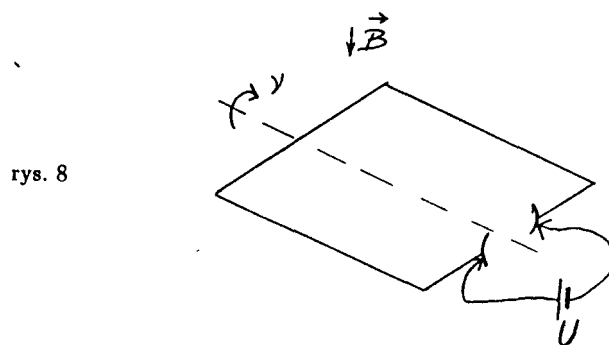
C) Dlaczego patrząc „gołym okiem” przez zwykłą szybę okienną na odległe przedmioty widzimy je wyraźnie, natomiast gdy patrzymy na nie przez szybę i lornetkę o dużej średnicy obiektywu, na ogół widzimy je znacznie gorzej — nic udaje się ustawić dobrej ostrości obrazu.

ROZWIĄZANIE ZADANIA T3

A) W układzie odniesienia związanym z przesuwającym się wzdłuż pręta środkiem masy koralików ruch dowolnego koralika, w czasie między zderzeniami, odbywa się ze stałą prędkością. Ponieważ podczas zderzenia sprężystego identyczne koraliki wymieniają między sobą prędkości, ruch koralików w tym układzie odniesienia przedstawia diagram z rys.7, na którym na osi x odkładamy położenia koralików, zaś na osi t - czas. W dowolnej chwili na każdej z prostych znajduje się jakiś koralik. Po zderzeniu koralików i i j , któremu odpowiada punkt przecięcia odpowiednich prostych, koralik i porusza się po tej prostej, po której poruszał się przed zderzeniem koralik j i odwrotnie. Liczba wszystkich zderzeń między koralikami zależy od początkowych prędkości koralików. Ponieważ każda z prostych może się przecinać z inną prostą co najwyżej raz, maksymalna liczba zderzeń koralików jest równa $n(n - 1)/2$.



B) Rozważmy przewodnik w kształcie ramki, znajdujący się w jednorodnym polu magnetycznym. Ramka, mogąca się obracać wokół ustalonej osi, rys.8, jest zasilana stałym napięciem U poprzez komutator. Średni moment siły, jaki może przenosić ramka na inne urządzenia mechaniczne wyraża się wzorem $M = C_1 I \Phi_0$ gdzie I jest natężeniem prądu płynąc przez ramkę, zaś Φ_0 jest maksymalnym strumieniem indukcji pola magnetycznego przez powierzchnię ograniczoną ramką.



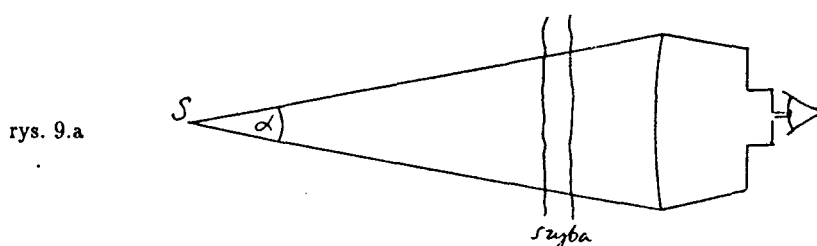
Podczas obrotu ramki w polu magnetycznym indukuje się w niej siła elektromotoryczna o przeciwnym do napięcia U znaku. Średnia wartość tej siły jest proporcjonalna do szybkości zmian strumienia indukcji i można ją wyrazić wzorem $\varepsilon = C_2 \Phi_0 \nu$, gdzie ν jest częstością obrotów ramki. Wielkości C_1 i C_2 są pewnymi stałymi. Natężenie prądu płynącego przez ramkę spełnia zatem równanie $I = (U - \varepsilon) / R = (U - C_2 \Phi_0 \nu) / R$, gdzie R jest oporem ramki. Indukowana siła elektromotoryczna, jak widać z powyższego wzoru, decyduje o natężeniu prądu I . Przy małym obciążeniu mechanicznym (mała wartość M) ramka szybko się obraca (duża wartość ν) i płynie mały prąd I . Im większe jest obciążenie mechaniczne ramki (M), tym wolniej się ona obraca i różnica $U - \varepsilon$, a wraz z nią natężenie prądu I oraz moc pobierana $U \times I$ rośnie.

C) Gdy patrzymy na mały przedmiot przez lornetkę, widzimy jego obraz, który tworzą promienie przechodzące przez stosunkowo dużą powierzchnię szyby, zawierającą wiele niejednorodności np. nieregularny kształt powierzchni, rys.9a. Wypadkowy obraz powstaje z nałożenia na siebie wielu obrazów utworzonych przez promienie przechodzące przez małe, w przybliżeniu jednorodne fragmenty szyby (powierzchnie po obu stronach fragmenty szyby nie muszą być koniecznie równoległe, by obraz

przedmiotu był wyraźny). Nałożenie na siebie wielu obrazów utworzonych przez promienie przechodzące przez różne fragmenty szyby, różniące się między sobą grubością szkła oraz nachyleniem powierzchni do osi optycznej lornetki, powoduje rozmycie szczegółów wypadkowego obrazu.

Gdy patrzymy na dany przedmiot gołym okiem, rys.9b, widzimy promienie przechodzące przez znacznie mniejszą powierzchnię szyby, gdyż średnica źrenicy oka jest znacznie mniejsza od średnicy obiektywu lornetki. Mała powierzchnia szyby jest w przybliżeniu płaska, zaś mały fragment szkła jest prawie jednorodny, zatem obraz przedmiotu jest wyraźny.

Zauważmy też, w związku z rozwiązaniem zadania 2E, że nawet w przypadku doskonale jednorodnej szyby obraz widziany przez lornetkę o dużej średnicy obiektywu (duży kąt α) może być mniej wyraźny niż widziany gołym okiem (mały kąt α).



Punktacja:

a)

- uzasadnienie –0,5 p.
- rysunek –1 p.

b)

- uzasadnienie –0,5 p.
- rysunek –1 p.
- podanie wzoru – 1 p.

c)

- uzasadnienie –0,5 p.
- rysunek –1 p.

Komitet Okręgowy Olimpiady Fizycznej w Szczecinie
www.of.szc.pl