

XLII OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP I

Zadanie teoretyczne

Poniżej pięć problemów stanowi łącznie jedno zadanie. Podaną przez siebie odpowiedź krótko uzasadnij.

ZADANIE T1

Nazwa zadania: „Naelektryzowany pręt”

A) Bardzo cienki, długi przewodzący pręt o zaokrąglonych końcach zawieszono na jedwabnych (nieprzewodzących nitkach tak jak na ryc.1. Następnie pręt naelektryzowano pewnym ładunkiem. Gęstość liniowa ładunku zgromadzonego na pręcie jest:

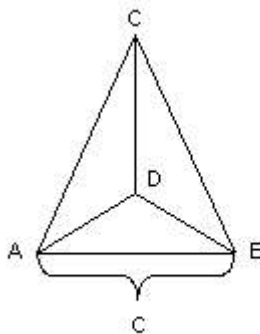
- a) stała na całej jego długości,
- b) w jego środkowej części większa niż poza nią,
- c) w jego środkowej części mniejsza niż poza nią.



Ryc.1

Nazwa zadania: „Czworościan foremny”

B) Sześć identycznych drutów stanowi krawędzie czworościanu foremnego. Do wierzchołków A i B jest przyłączone ogniwo o pewnej sile elektromotorycznej i oporze wewnętrznym, ryc.2. Którą krawędź czworo – ścianu należy usunąć, by prąd płynący ze źródła był najmniejszy?



Ryc.2

Nazwa zadania: „Opadające pręty”

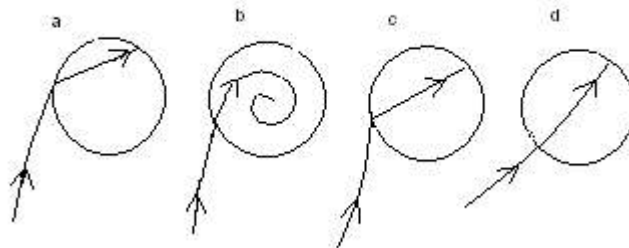
- C) Dwa cienkie jednorodne pręty o długości l i $2l$ są początkowo podtrzymywane pod kątem α do podłoża ryc.3. Pewnej chwili pręty zwolniono i zaczęły one opadać. Który z nich wcześniej przyjmie pozycję poziomą? Zakładamy, że punkty podparcia nie przesuwają się.



Ryc.3

Nazwa zadania: „Ruch cząstki α w polu elektrycznym”

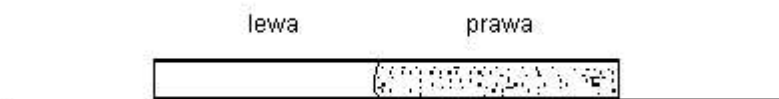
- D) Cząstka α zbliża się do dodatnio naładowanej powłoki kulistej wykonanej z bardzo cienkiej folii metalowej, a następnie przedostaje się do jej wnętrza. Który rysunek przedstawia możliwy tor cząstki?



Ryc.4

Nazwa zadania: „Gazowa rura”

- E) Na poziomym, gładkim stole spoczywa długa lekka rura o zamkniętych końcach przedzielona wewnątrz nieważką błoną, ryc.5. W prawej części rury znajduje się gaz, w lewej części panuje próżnia. W pewnym momencie błona pęka. Po rozprężeniu się gazu do całej objętości rury i osiągnięciu przezeń stanu równowagi

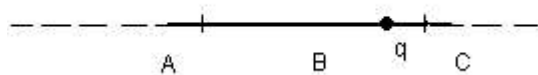


Ryc.5

- rura znajdzie się na lewo względem pierwotnego położenia,
- rura znajdzie się w tym samym położeniu co pierwotnie,
- rura znajdzie się na prawo względem pierwotnego położenia.

ROZWIĄZANIE ZADANIA T1

- A) Odpowiedź c jest prawidłowa. Możemy traktować naładowany pręt (B) jako pozostałość po nieskończonej, jednorodnie naładowanej, prostoliniowym przewodniku, którego dwie części A i C (ryc. 6) zostały oddalone



do nieskończoności. Przed ich oddaleniem (gdy rozkład ładunków był jednorodny) na ładunek q znajdujący się w dowolnym miejscu prawej części pręta działały siły elektryczne pochodzące od pozostałych ładunków pręta oraz równoważące je siły odpychające, pochodzące od części A i C przewodnika – siła pochodząca od C była większa od siły pochodzącej od A. Po oddaleniu przewodników

A i C siły elektryczne działające na ładunek q nie będą dalej zrównoważone i spowodują przemieszczenie ładunku q bardziej na prawo. Analogicznie, ładunki znajdujące się w lewej części pręta B po oddaleniu części A i C przemieszczą się bardziej na lewo.

- B) Należy usunąć krawędź AB. Gdy usuniemy krawędź CD, opór między punktami AB nie zmieni się i pozostanie równy $R/2$ (opór każdej krawędzi wynosi R), jeżeli usuniemy jedną z krawędzi AC, AD, BC lub BD, opór między punktami AB zwiększy się do wartości $(5/8)R$, zaś po usunięciu krawędzi AB przyjmie wartość największą, równą R i w tym przypadku prąd płynący ze źródła będzie najmniejszy.
- C) Pręt krótszy wcześniej pozycję poziomą. Odpowiedź można uzasadnić, na przykład, korzystając z analizy wymiarowej. Z wielkości mianowanych g (przyspieszenie ziemskie) i l (masa pręta jest rozłożona równomiernie i ma wpływ na ruch pręta) można utworzyć tylko jedno wyrażenie o wymiarze czasu $(l/g)^{1/2}$. Czas obrotu pręta do pozycji poziomej wynosi więc $t_1 = k_\alpha (l/g)^{1/2}$, gdzie k_α jest bezwymiarowym współczynnikiem, zależnym od (bezwymiarowego) kąta α . Dla dwa razy dłuższego pręta mamy $t_{2l} = k_\alpha (2l/g)^{1/2}$.
- D) Możliwy tor cząstki przedstawia jedynie ryc.4c. Cząstka α zbliżając się do powłoki jest odpychana przez ładunek rozłożony równomiernie na tej powłoce, następnie, podczas zderzenia z jądrem jakiegoś atomu powłoki, zmienia kierunek ruchu, by dalej poruszać się swobodnie wewnątrz ograniczonego naładowanym przewodnikiem obszaru, gdzie wypadkowe pole elektryczne jest równe zero. Ponieważ ładunek cząstki α jest znikomy w porównaniu z makroskopowym ładunkiem powierzchni przewodnika, wpływ cząstki α na rozkład ładunku na powłoce został pominięty.
- E) Odpowiedź c jest prawidłowa. Początkowo środek masy układu rura – gaz znajduje się na prawo od środka geometrycznego samej rury. Po pęknięciu błony, gdy gaz wypełniający całą rurę osiągnie już równowagę, środek masy układu będzie się pokrywał ze środkiem samej rury. Ponieważ środek spoczywającego układu nie może ulec przemieszczeniu bez działania sił zewnętrznych, po pęknięciu błony rura przesunie się w prawo względem początkowego położenia.

PUNKTACJA

Za każdy z problemów A, B, C, D, E, ... do 2 punktów.

Źródło:

Zadanie pochodzi z czasopisma „Fizyka w Szkole”
Komitet Okręgowy Olimpiady Fizycznej w Szczecinie
www.of.szcz.pl