

# XXXVII OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP I

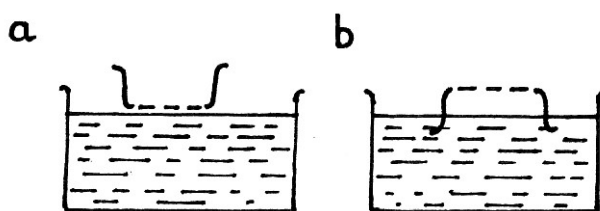
## Zadanie teoretyczne.

Poniższe pięć punktów stanowi łącznie jedno zadanie. Należy wybrać lub podać odpowiedź i krótko ją uzasadnić w każdym z pięciu punktów.

### ZADANIE T1

Nazwa zadania: „Tonące i pływające siteczka”

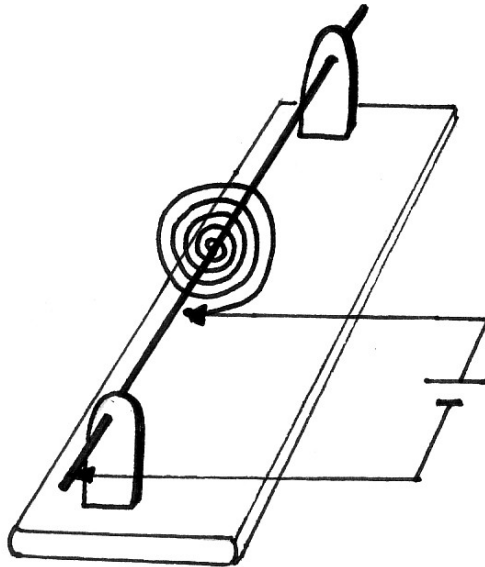
- A. Siteczko, położone na powierzchni wody w pozycji pokazanej na ryc. 1 a zatонуło. Wyłowiono je i położono ponownie, ale odwrotnie – ryc. 1 b. Okazało się, że teraz sitko pływa. Wyjaśnij różnicę zachowania się siteczka w obu przypadkach.



Ryc. 1.

Nazwa zadania: „Obracająca się sprężyna”

- B. Dany jest układ przedstawiony na ryc. 2. Spiralna sprężyna metalowa jednym końcem jest przymocowana do podstawy, a drugim końcem do metalowej osi umieszczonej na wspornikach i mogącej się obracać.



Ryc. 2.

Jak zachowa się sprężyna, jeżeli do metalowej osi i do unieruchomionego końca sprężyny przyłożymy źródło prądu?

Nazwa zadania: „Przepływ prądu stałego przez przewodnik”

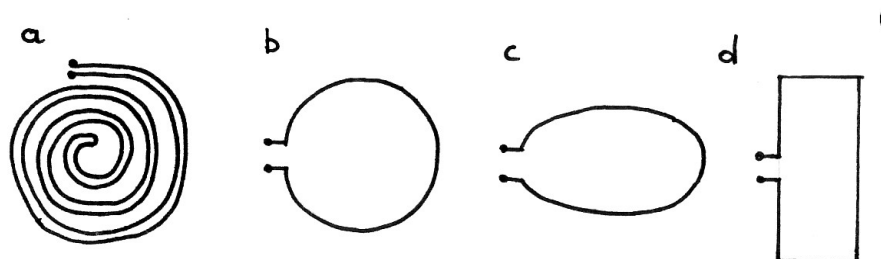
C. Przepływowi prądu stałego przez pewien przewodnik metalowy o przekroju kołowym odpowiada średnia prędkość elektronów równa  $v$ . Jeżeli średnicę tego przewodnika zmniejszymy dwukrotnie, to przepływowi prądu o tym samym natężeniu, co poprzednio, będzie odpowiadała średnia prędkość elektronów równa

- a)  $v/4$ ,   b)  $v/2$ ,   c)  $v$ ,   d)  $2v$ ,   e)  $4v$ .

Nazwa zadania: „Zmieniające kształty przewodniki z prądem”

D. Na poziomym gładkim stole leżą wiotkie ale nierozciągliwe przewodniki o kształtach pokazanych na rycinach 3 a – d. Który(e) z przewodników nie zmieni(a) kształtu po podłączeniu ich do źródła prądu?

(Rozszerzalność cieplną przewodników przy przepływie prądu zaniedbujemy)



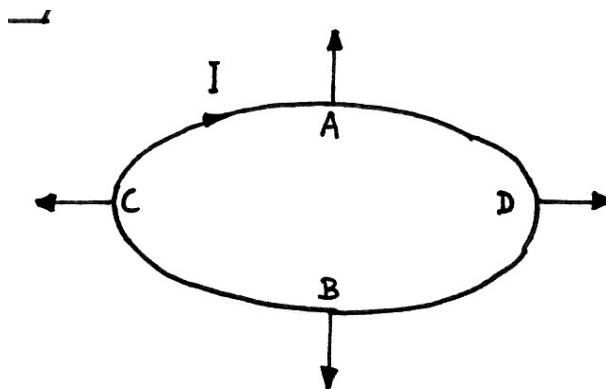
Ryc. 3.

Nazwa zadania: „Zakręcony drucik”

- E. Cienki drut ulega skręceniu o kąt  $\alpha$  pod wpływem momentu siły  $M$ . Długość tego drutu wynosi  $l$ , a jego grubość –  $d$ .  
O jaki kąt skręci się drut wykonany z tego samego materiału, ale dwukrotnie grubszy, jeżeli wartości  $M$  i  $l$  pozostaną niezmiennione?  
Zakładamy, że kąt skręcenia jest proporcjonalny do długości  $l$  i do momentu siły  $M$ .

### ROZWIĄZANIE ZADANIA T1

- A. Zatonięcie siteczka w położeniu a świadczy o tym, że średnia jego gęstość jest większa od gęstości wody. Gdyby powietrze mogło przez otworki siteczka swobodnie przepływać, to siteczko zatonęłoby również w przypadku b, gdyż położenie siteczka nie ma przecież wpływu na jego średnią gęstość. Okazuje się jednak, że w przypadku b siteczko pływa. Oznacza to, że w tym przypadku z obszaru między sitczkiem a powierzchnią wody powietrze nie uchodzi na zewnątrz, dzięki temu średnia gęstość „obiektu pływającego” złożonego z siteczka i zamkniętego przezeń powietrza nad wodą jest mniejsza niż gęstość wody. Powietrze spod siteczka nie ucieka przez otworki, gdyż po pierwszym zanurzeniu siteczka w wodzie otworki te zostały pozamykane błonkami z wody.  
Opisane w tekście zjawisko może wystąpić jeszcze z następującego powodu (nawet gdyby oczka sitka nie zostały zamknięte błonkami). Otóż w drugim przypadku większa niż w pierwszym siła wyporu może łącznie z napięciem powierzchniowym spowodować pływanie bez „poduszki” powstałej między sitkiem a wodą.
- B. Po podłączeniu źródła prądu przez spiralną sprężynkę płynie prąd elektryczny. Poszczególne elementy spiralnego przewodu oddziałują na siebie wzajemnie, przy czym oddziaływanie to jest tym większe im dane elementy są bliżej siebie. W efekcie kolejne zwoje spiralki przyciągają się (płynie przez nie prąd w tym samym kierunku). Powoduje to zmianę kształtu spiralki, czemu towarzyszy obrót osi, do której spiralka jest przymocowana jednym z końców (drugi koniec jest przymocowany do nieruchomego podłoża). Kierunku obrotu z prostych rozważań nie da się określić.
- C. Niezmiennosc natężenia prądu oznacza, że iloczyn  $S \cdot v$ , gdzie:  $v$  - średnia prędkość elektronów,  $S$  - poprzeczny przekrój przewodnika, ma być stały. Dwukrotnemu zmniejszeniu średnicy odpowiada czterokrotne zmniejszenie  $S$ . Prędkość  $v$  musi więc wzrosnąć czterokrotnie. Odpowiedź  $e$ .
- D. Poszczególne elementy przewodnika z prądem oddziałują wzajemnie. W przypadku a odpychanie przewodników z prądem (płynącym w przeciwnych kierunkach), tworzących zwoje spirali spowoduje ich odchylenie się od siebie. W przypadku c (elipsa) oddziaływanie elementów A i B jest większe niż C i D, gdyż elementy A i B są bliżej siebie niż C i D (ryc. 4).



Ryc. 4.

Z tego względu podczas dążenia układu do stanu równowagi elementy A i B będą się oddalać, a C i D przybliżać. Podobną niezrównoważoną sytuację mamy w przypadku d. Jedynie w przypadku pętli kolistej oddziaływanie jednakowej długości elementów z prądem położonych symetrycznie względem środka będzie dla wszystkich takich par stałe i układ będzie w równowadze. Odpowiedź *b*.

- E. Kąt skręcenia  $\alpha$  (o wymiarze 1), zgodnie z założeniem w treści zadania, dany jest wzorem

$$\alpha = AMl,$$

gdzie wielkość  $A$  może zależeć jedynie od średnicy drutu  $d$  (o wymiarze m) i modułu Younga  $E$  (o wymiarze N/m<sup>2</sup>). Zatem

$$\alpha = kE^p d^q l M \quad (k - \text{stała bezwymiarowa}).$$

Uwzględniając wymiary  $M$  oraz  $l$  (odpowiednio Nm i m) dostajemy  $p = -1$  i  $q = -4$ . Zatem  $\alpha \sim d^{-4}$ , wobec tego drut dwukrotnie grubszy ulegnie skręceniu 16 razy mniejszemu.

### Punktacja:

Za każdy z poszczególnych punktów można było przyznać do 2 pkt. Łącznie za całe zadanie można więc było zdobyć 10 pkt.

Źródło:  
Zadanie pochodzi z czasopisma „Fizyka w Szkole” maj-czerwiec 1988

Komitet Okręgowy Olimpiady Fizycznej w Szczecinie  
[www.of.szc.pl](http://www.of.szc.pl)