

# XXIX OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP III

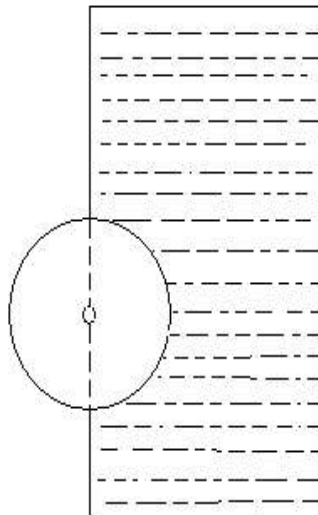
## Zadanie teoretyczne

Podaj i krótko uzasadnij właściwą odpowiedź:

### ZADANIE T1

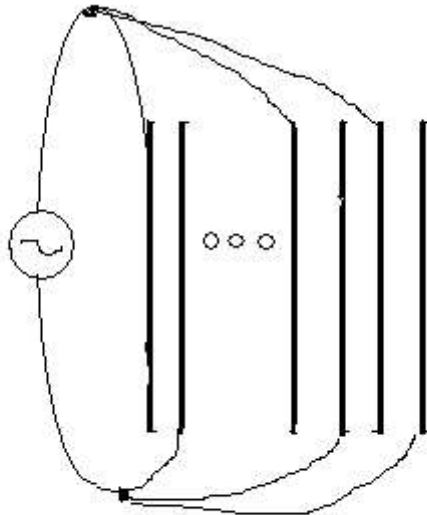
**A.**Dany jest wielościan wypukły.Wykaż, że co najmniej dla jednej ściany prosta przechodząca przez środek masy wielościanu i prostopadła do płaszczyzny zawierającej rozważaną ściankę, przechodzi przez tę ścianę lub jej brzeg.

**B.**W ściance naczynia z cieczą umocowano na osi jednorodnej walec tak, jak na rysunku 1. Walec ściśle wypełnia otwór, a jednocześnie może on poruszać bez tarcia wokół osi.Na każdą z połówek walca, oddzielonych linią przerywaną działa siła ciężkości.Siły te z oczywistych powodów nie mogą spowodować obrotu walca.Jednakże na połówkę walca, znajdującą się wewnątrz naczynia, ze strony cieczy działa siła wyporu skierowana ku górze. Zatem walec powinien się obracać. Gdzie tu tkwi błąd?



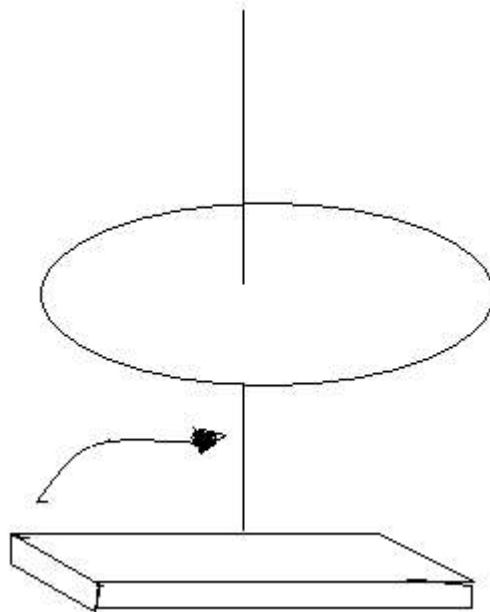
Rys.1

**C.** $2n$  płytek kwadratowych, każda o powierzchni  $S$ ,ustawiono jedna za drugą,po czym włączono do źródła napięcia(rys.2).Odległości między płytkami są równe  $d \ll \sqrt{S}$ .Ile wynosi pojemność tak zbudowanego kondensatora?



Rys.2

**D.** Dana jest tarcza miedziana osadzona na osi i mogąca obracać się bez tarcia. Pod tarczą, również na osi, znajduje się magnes sztabkowy (rys.3). jak będzie zachowywać się tarcza, jeżeli magnes wprawimy w ruch obrotowy ze stałą prędkością kątową?

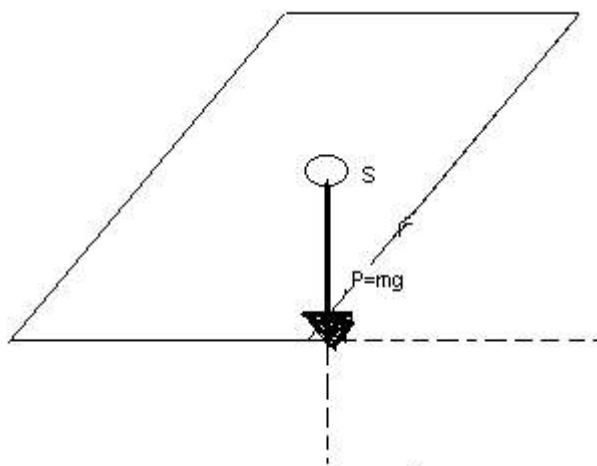


Rys.3

**E.** Dlaczego gęstym sitem można czasem zaczerpnąć wody?

## ROZWIĄZANIE ZADANIA T1

**A.** Twierdzenie łatwo dowieść metodą sprawdzenia do niedorzeczności. Gdyby bowiem tak nie było, to wielościan, leżąc na którejkolwiek ze ścian, byłby w sytuacji pokazanej na rysunku 4.



Rys.4

Moment siły zacząłby obracać wielościan wokół krawędzi, przy czym jak widać z rysunku, ramię siły ciężkości wzrastałoby. Obrót trwałby aż do zetknięcia się całej nowej ściany z płaszczyzną poziomą. Ale to nowe położenie znów nie byłoby położeniem równowagi. Wielościan położony na poziomej płaszczyźnie cały czas by się poruszał, przewracając ze ściany na ścianę. Przy ruchu chociażby wskutek oporów powietrza, wydzielalaby się energia, która rozpraszając się ogrzewałaby otoczenie. Wykorzystując ten fakt można by zbudować urządzenie wbrew zasadzie zachowania energii.

**B.** Siła wyporu (niezależnie od prostoty i sugestywności prawa Archimedesa) jest wypadkową sił powierzchniowych, prostopadłych (dzięki prawu Pascala) do powierzchni ciała. Gdy ciało jest otoczone cieczą ze wszystkich stron, wypadkowa takich sił skierowana jest do góry i równa ciężarowi wypartej cieczy. W opisanej sytuacji siły parcia cieczy działające na poszczególne elementy powierzchni walca skierowane są wzdłuż promienia walca. Moment każdej takiej siły względem osi obrotu walca wynosi zero (bo ramię jest równe zero). Zatem moment siły wypadkowej też jest równy zero, a więc oddziaływanie cieczy na walec nie może spowodować jego obrotu.

**C.** Układ jest równoważny równoległemu połączeniu  $(2n-1)$  kondensatorów utworzonych przez kolejne dwie płytki.

Zatem szukana pojemność wynosi:

$$C_{\text{całk}} = (2n-1) \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

Można też znaleźć pojemność układu, korzystając z rozważań energetycznych. Między kolejnymi płytkami mamy napięcie  $U_0$ , zatem energia  $E_1$  w pojedynczym kondensatorze wynosi

$$E_1 = C_1 \frac{U_0^2}{2}$$

gdzie  $C_1$  – pojemność kondensatora płaskiego zbudowanego z dwu płyt o powierzchni  $S$  umieszczonych w odległości  $d$ , równa  $C_1 = \frac{\epsilon_0 S}{d}$

Obszarów takich między płytkami jest  $(2n-1)$ , stąd całkowita energia

$$E_{\text{całk}} = (2n-1)E_1 = (2n-1)C_1 \frac{U_0^2}{2} = C_{\text{całk}} \frac{U_0^2}{2}$$

Zatem

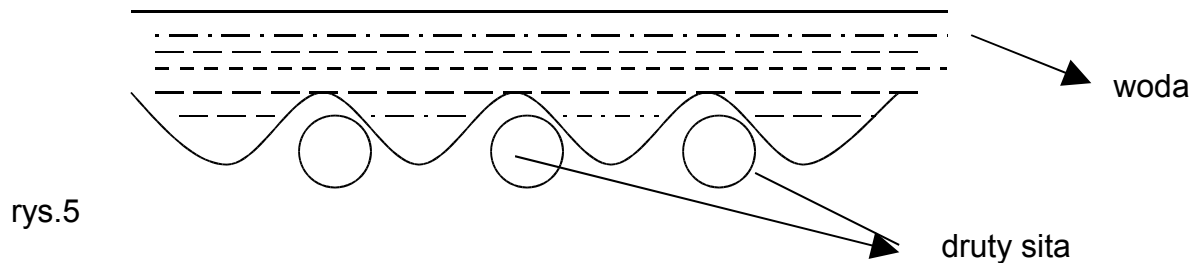
$$C_{\text{całk}} = (2n-1)C_1$$

Ostatecznie

$$C_{\text{całk}} = (2n-1) \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

**D.** Wskutek ruchu magnesu elementy tarczy znajdują się w zmiennym polu magnetycznym. Indukują się w niej prądy wirowe polegające na ruchu nośników ładunku, w tym wypadku elektronów. Oddziaływanie elektronów z siecią krystaliczną powoduje ruch tarczy. Zgodnie z regułą Lenza skutki indukcji starają się osłabić przyczynę (ruch względny tarczy i magnesu), – zatem tarcza będzie pociągana za magnesem. Bez tarcia mechanicznego, graniczne prędkości kątowe zrównałyby się i po pewnym czasie tarcza obracałaby się z prędkością kątową  $\omega$ . Przy tej prędkości nastąpiłby zanik prądów wirowych odpowiedzialnych za przyspieszenie tarczy.

**E.** Aby sitem można było zaczerpnąć wodę, nie powinna ona zwilżać drutów. Powinny one być na przykład lekko tłuste. Woda utrzymuje się na sicie dzięki temu, że między drutami powierzchnia cieczy jest zwrócona wypukłością w dół (rys. 5). Ciśnienie związane z zakrzywieniem powierzchni cieczy między drutami równoważy ciśnienie hydrostatyczne. Szczegółową analizę warunków równowagi pozostawiamy Czytelnikowi. Warto zwrócić uwagę, że otrzymanie konfiguracji pokazanej na rysunku 5 w przypadku cieczy zwilżającej jest niemożliwe.



Źródło:  
Zadanie pochodzi z „Druk OF”