

# XXXIV OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP I

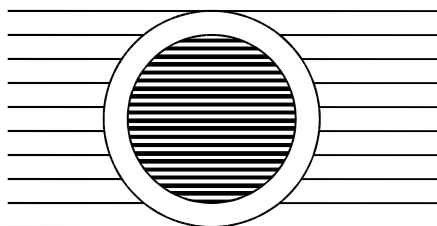
## Zadania teoretyczne

### ZADANIE T5

(Wszystkie pięć punktów podanych niżej stanowi łącznie jedno zadanie)

Nazwa zadania: „Test”

- A. W kulistej wnęcie znajduje się umieszczona w niej współśrodkowo mniejsza kula (rys.16). Niech początkowo temperatury ścian wnęki i kuli będą równe  $T$ . Dla uproszczenia przyjmujemy, że zarówno kula jak i ściany wnęki są doskonale czarne. Jasne jest, że moc wypromieniowana przez powierzchnie kuli jest mniejsza niż przez ściany wnęki, ze względu na większą powierzchnie ścian wnęki. W rezultacie kula powinna ogrzewać się dotąd aż moc promieniowania wysyłanego przez powierzchnie kuli i przez powierzchnie wnęki zrównoważą się. Inaczej mówiąc w rozpatrywanym układzie samoistnie powinna powstać różnica temperatur między kulą a wnęką wbrew II zasadzie termodynamiki. Wskaż błąd w powyższym rozumowaniu.



Rys.16

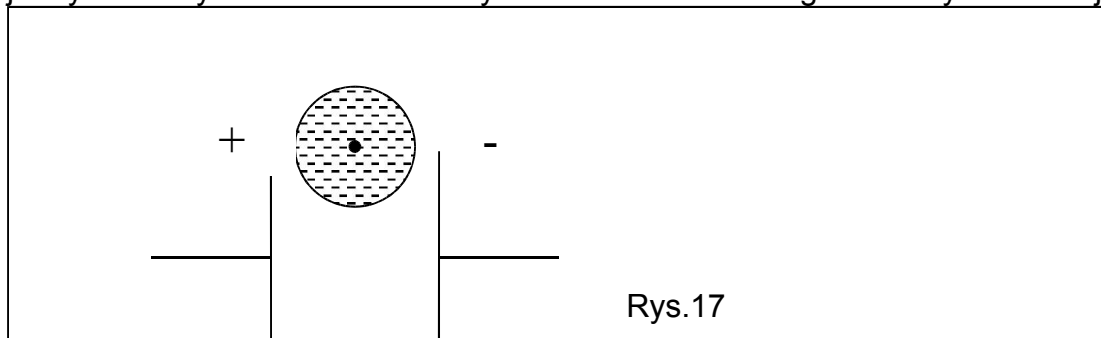
- B. Do pomiaru bardzo niskich temperatur w kriogenice stosuje się termometry wykorzystujące zależność ciśnienia pary nasyconej od temperatury. Jako substancje termometryczną wykorzystuje się np. hel, wodór, argon, neon itp. Zaproponuj konstrukcje takiego termometru i objaśnij jego działanie. W jakim zakresie temperatur termometr taki może działać?
- C. Stosunek natężenia odbitej fali elektromagnetycznej do natężenia fali padającej prostopadle na powierzchnie dielektryka (współczynnik odbicia) wynosi

$$\left( \frac{n-1}{n+1} \right)^2$$

gdzie  $n$  jest współczynnikiem załamania dielektryka dla rozważanej fali elektromagnetycznej. Odpowiedni stosunek natężeń dla padania niemal stycznego wynosi 1. Czy współczynnik odbicia niespolaryzowanej wiązki padającej zawsze musi być rosnącą funkcją kąta padania? **Uwaga:** Fale spolaryzowane prostopadle i równoległe do płaszczyzny padania nie zmieniają swych polaryzacji podczas odbicia.

- D. Dana substancja w pewnym zakresie temperatur może występować w dwóch fazach: A i B. Ciśnienia par nasyconych tych substancji nad fazą A i nad fazą B zależą w różny sposób od temperatury. Czy po umieszczeniu obu faz w

jednym naczyniu układ może być w stanie równowagi termodynamicznej?



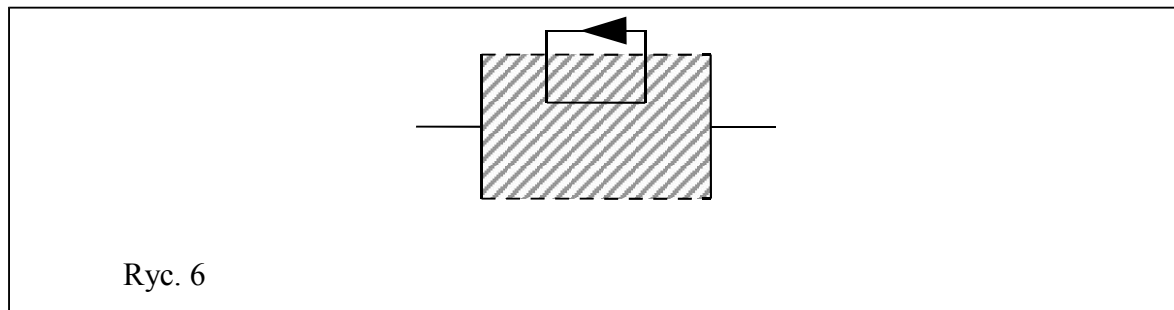
- E. Między okładki płaskiego kondensatora powietrznego wstawiono jednorodnie naelektryzowany ujemnie krążek dielektryczny mogący obracać się wokół własnej osi – rys.17. Dolna część krążka znajduje się w polu elektrycznym kondensatora i podlega niezrównoważonej sile elektrycznej, której moment względem osi krążka jest różny od zera. Oznacza to, że krążek powinien się obracać i to coraz szybciej. Wskaż błąd w powyższym rozumowaniu.

### ROZWIĄZANIE ZADANIA T5

- A. Każdy punkt ściany wnęki promieniuje do wnętrza kąta półpełnego skierowanego do środka wnęki. Część tego promieniowania trafia w umieszczoną w środku kulę i zostaje pochłonięta, ale część przechodzi obok kuli i zostaje pochłonięta przez ścianę wnęki, co nie zostało uwzględnione w rozumowaniu przytoczonym tekście zadania.
- B. Substancje wymienione w zadaniu po zestaleniu mają bardzo małe ciśnienie par nasyconych. Należy więc oczekiwać, że najniższy punkt pracy termometru wykorzystującego zależność ciśnienia pary nasyconej od temperatury powinien znajdować się trochę powyżej punktu potrójnego. Najwyższy zaś punkt pracy nie może przewyższać temperatury krytycznej.  
W termometrze musi być tyle cieczy, by w całym zakresie pracy termometru była i ciecz i para nasycona.  
Konstrukcja termometru: w miejscu gdzie mierzy temperaturę, zbiornik z cieczą; od zbiornika na zewnątrz wyprowadzona rurka odizolowana cieplnie i wytrzymała mechanicznie; do rurki dołączony manometr wyskalowany w jednostkach temperatury i mogący pracować w zakresie mierzonych temperatur.
- C. Dla odpowiednio dużego  $n$  współczynnik odbicia przy padaniu prostopadłym może być większy od 0,5. Dla kąta Brewstera współczynnik ten z pewnością 0,5 nie przekracza. Zatem współczynnik odbicia nie musi być monotoniczną funkcją kąta padania.
- D. Niech nad fazą A ciśnienie pary nasyconej będzie wyższe niż nad fazą B. Para z nad A będzie przechodzić od obszaru przy fazie B i ulegać kondensacji (w tym obszarze bowiem byłaby przesycona, gdyby kondensacji nie było). Układ może być w równowadze tylko wtedy, gdy ciśnienia par nad obu fazami są równe. (W przeciwnym wypadku faza trwałą jest faza, dla której ciśnienie pary nasyconej jest niższe.)
- E. Gdyby pole między okładkami kondensatora było różne od zera tylko w obszarze zakreskowanym (ryc. 6), to ruch ładunku po zaznaczonej drodze wymagałby pracy różnej od zera. Tymczasem wiadomo, że praca ta jest równa zeru. Pole elektryczne nie „urywa się”, nagle lecz stopniowo zmienia się

przy wychodzeniu z kondensatora. Błąd w rozumowaniu polega na uwzględnieniu tego faktu.

Za każdą powyższych odpowiedzi mógł otrzymać do 2 punktów. A za całe zadanie – do 10 punktów.



Źródło:  
Zadanie pochodzi z czasopisma „Fizyka w Szkole” 84/85 r.

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