

XXVII OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP WSTĘPNY

Zadanie doświadczalne

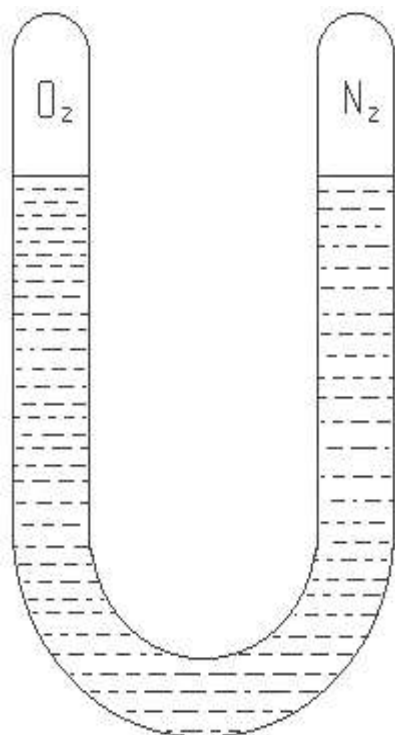
Podaj i krótko uzasadnij odpowiedź na siedem wybranych przez siebie punktów spośród poniższych dziesięciu:

ZADANIE D2

Nazwa zadania: „Rurka w kształcie litery U”

- 1) Sytuacja początkowa pokazana jest na rysunku 5. W zatopionej z obu stron rurce w kształcie litery U znajduje się woda. Układ znajduje się w termostacie. W lewym ramieniu rurki nad wodą znajduje się tlen, a w prawym azot. Ciśnienia obu gazów są jednakowe. Czy układ znajduje się w równowadze termodynamicznej? Jeżeli nie, to jak będzie wyglądała sytuacja po bardzo długim czasie.

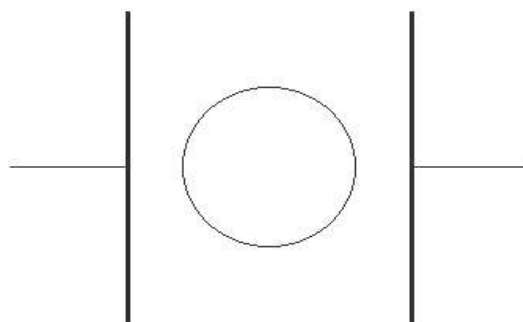
Nazwa zadania: „Kulka między okładkami kondensatora”



Rys. 5

- 2) Jeżeli między okładki kondensatora wprowadzimy metalową kulę, tak jak na rysunku 6, tak jak pojemność kondensatora:

- zmaleje,
- nie zmieni się,
- wzrośnie



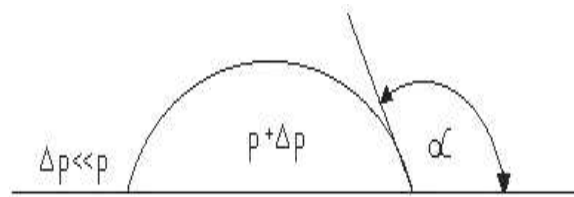
Rys. 6

Nazwa zadania: „Bańka mydlana na powierzchni szkła”

3) Na zwilżonej wodą z mydłem powierzchni szkła zrobiono bańkę mydlaną. Jaki kąt tworzy powierzchnia bańki z szybą, w miejscu zetknięcia (kąt α na rysunku 7):

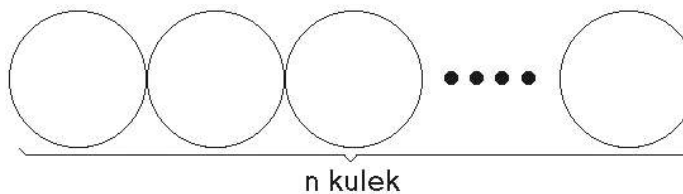
- a. ostry,
- b. prosty,
- d. rozwarty.

Nazwa zadania: „Kulka uderzająca w inne nieruchome kulki”

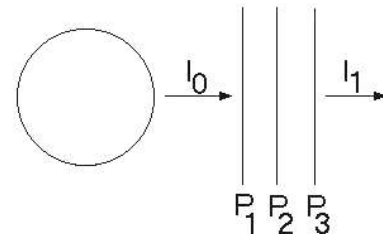


4) W n jednakowych, jednorodnych, stykających się, nieruchomych kulek uderza z prędkością v kulka $(n+1)$ -sza. Środki wszystkich kulek leżą na jednej prostej. Zderzenie kulek jest zderzeniem sprężystym. Czy informacje powyższe pozwalają jednoznacznie wyznaczyć prędkość kulek po zderzeniu dla $n > 1$ (rys. 8)?

Zakładamy, że kulki nie obracają się ani przed zderzeniem, ani po zderzeniu.



Rys. 8



Rys.9

Nazwa zadania: „Wiązka światła padająca na polaryzatory”

5) Wiązka światła niespolaryzowanego o natężeniu I_0 pada prostopadle na układ polaryzatorów ustawionych jeden za drugim, tak jak na rysunku 9. Jeżeli nie zmieniając orientacji przestrzennej polaryzatorów P_2 i P_3 zamienimy je miejscami, to natężenie I_1 wiązki wychodzącej z układu

- a. nie zmieni się,
- b. może się zmienić.

Nazwa zadania: „Promień światła padający na izotropową kulę szklaną”

6) Dana jest jednorodna, izotropowa kulka szklana o współczynniku załamania $n > 1$ znajdująca się w powietrzu o współczynniku załamania równym 1. Na kulę tę puszczamy promień światła:

Promień padający, promień wychodzący z kuli i promień biegnący wewnątrz kuli

- a. leżą w jednej płaszczyźnie,
- b. mogą nie leżeć w jednej płaszczyźnie.

7) Moment bezwładności jednorodnej elipsoidy obrotowej o półosiach a , b i masie m względem osi symetrii jest (rys. 10).

- a. większy niż
- b. taki sam jak
- c. mniejszy niż

moment bezwładności jednorodnej kuli o masie m i promieniu a względem osi przechodzącej przez jej środek.

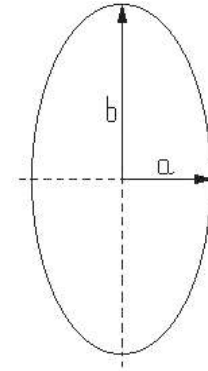
Nazwa zadania: „Wiązka światła monochromatycznego padająca na” Rys. 10

siatkę dyfrakcyjną”

8) Dana jest siatka dyfrakcyjna, na którą puszcza się wiązkę światła monochromatycznego. Na ekranie za siatką

a. zawsze powstaje nieskończenie wiele coraz słabszych obrazów,

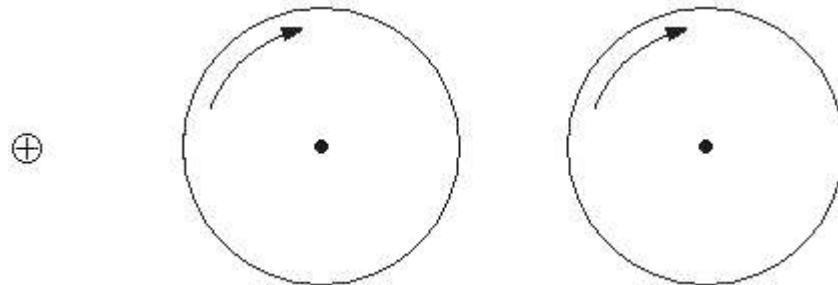
b. powstaje tylko skończona liczba obrazów zależna od stałej siatki i długości fali światła.



9) Czy każdy proces termodynamiczny przebiegający dostatecznie wolno jest procesem odwracalnym?

Nazwa zadania: „Ładunek elektryczny umieszczony w pobliżu wirujących tarcz miedzianych”

10) Dane są dwie jednakowe, jednakowo zawieszony wirujące tarcze miedziane. Początkowe prędkości kątowe tarcz są równe. W pobliżu jednej z nich umieszczono ładunek elektryczny (rys. 11). Która z tarcz powinna się szybciej zatrzymać?

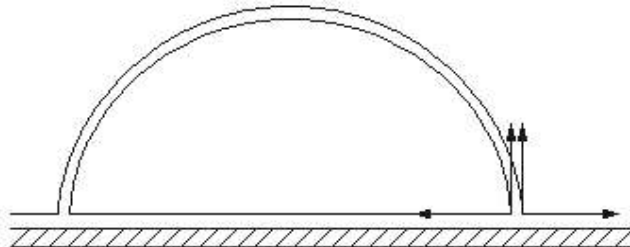


Rys. 11

ROZWIĄZANIE ZADANIA D2

1) Układ wprowadzić znajduje się w równowadze mechanicznej, ale nie jest stan równowagi termodynamicznej. Zarówno azot jak i tlen rozpuszczają się nieco w wodzie. Rozpuszczone gazy dyfundują do przeciwległego ramienia, gdzie zachodzi częściowo proces odwrrotny. W rezultacie tlen z lewego ramienia stopniowo przechodzi do prawego, a azot — odwrotnie — z prawego do lewego. Proces ten zachodzić będzie dotąd, aż po lewej i prawej stronie powstanie taka sama mieszanina tlenu z azotem. Wtedy szybkość przechodzenia każdego z gazów w jedną i drugą stronę będzie taka sama.

2) Pojemność kondensatora wzrośnie wskutek tego, że metalowa kula ulega polaryzacji. Jakościowo wprowadzenie do kondensatora kuli metalowej przypomina wstawienie doń dielektryka.



Rys. 12

3) Prawidłową odpowiedź podaje punkt b. Rozkład sił napięcia powierzchniowego „na styku” bańki z cieczą pokrywającą szkło pokazano na rysunku 12. Wszystkie cztery siły działające na element długości obwodu mają tę samą wartość charakterystyczną, dla wody z mydłem. Siły poziome równoważą się wzajemnie. Pozostałe dwie siły

(równoległe) nie mogą mieć składowej poziomej: muszą one być pionowe. W przeciwnym bowiem wypadku błonka bańki musiałaby się przesunąć. Oznacza to, że

kąt α musi być kątem prostym.

4) Nie. podane informacje nie pozwalają wyznaczyć prędkości kul po zderzeniu. Informacje te nie podają mechanizmu zderzenia kul. Jedyne, co można zrobić, to skorzystać z zasad zachowania pędu i energii. Otrzymujemy stąd 2 równania, a niewiadomych prędkości po zderzeniu mamy $n+1$. Dla $n > 1$ niewiadomych jest więcej niż równań. Do wyznaczenia prędkości kul po zderzeniu potrzebne byłyby dodatkowe wiadomości o materiale, z którego zrobiono kule, o ich wielkości itp.

5) Prawidłową odpowiedź podaje punkt b. Oto przykład. Niech P_3 będzie polaryzatorem o osi przepuszczania prostopadłej do osi przepuszczania polaryzatora P_1 , a oś przepuszczania P_2 niech tworzy z osiami przepuszczania P_1 i P_2 kąt 45° . Jasne jest, że w konfiguracji $P_1P_2P_3$ przez układ przejdzie część światła (spróbujcie ją policzyć), bo żadne 2 kolejne polaryzatory nie są skrzyżowane, natomiast w konfiguracji $P_1P_2P_3$ przez układ wcale światło nie przejdzie, gdyż światło, które przejdzie przez P_1 zostanie zatrzymane przez P_3 .

6) Poprawną odpowiedź podano w punkcie a. Płaszczyzną padania jest płaszczyzna wyznaczona przez promień kuli przechodzący przez punkt padania oraz promień padający. Promień biegnący w środku kuli leży w tej płaszczyźnie, zgodnie z prawem załamania. Płaszczyzna padania musi więc zawierać również, promień kuli przechodzący przez ten jej punkt, w którym promień światła wychodzi z kuli. Z prawa załamania wynika dalej, że promień wychodzący z kuli musi leżeć w płaszczyźnie wyznaczonej przez promień światła biegnący w kuli i promień kuli w punkcie padania. Tak więc ostatecznie promień padający, promień biegnący w środku kuli i promień wychodzący z kuli leżą w tej samej płaszczyźnie (płaszczyźnie padania).

7) Poprawna jest odpowiedź b. Wiadomo, że jednorodne rozciągnięcie kuli daje w rezultacie elipsoidę obrotową. Odwrotnie, przez odpowiednie rozciągnięcie lub skurczenie elipsoidy obrotowej wzdłuż osi obrotu można otrzymać kulę. Jest oczywiste, że rozciągnięcie bądź skurczenie się układu wzdłuż osi obrotu nie ma wpływu na jego moment bezwładności względem tej osi. Zatem przez, odpowiednie skurczenie lub wydłużenie można elipsoidę rozważaną w tekście przekształcić w kulę nie zmieniając przy tym jednorodności ciała i nie zmieniając jego momentu bezwładności.

8) Poprawna odpowiedź jest zawarta w punkcie b. Na ekranie może powstać tylko skończona liczba obrazów, gdyż różnica dróg optycznych od dowolnego punktu ekranu do dwu sąsiednich szczelin nie może przekraczać odległości a między szczelinami. Maksymalny rząd obrazu dany jest przez maksymalną wartość liczby całkowitej n spełniającej warunek

$$n\lambda < a_0$$

gdzie λ jest długością fali światła.

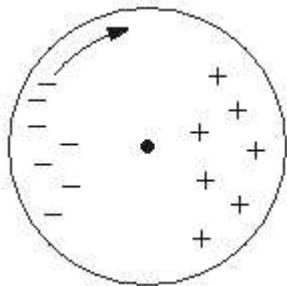
9) Nie każdy bardzo wolny proces termodynamiczny jest procesem odwracalnym. Przykłady procesów nieodwracalnych:

a) Jeżeli w przegrodzie, oddzielającej dwie części naczynia zawierającego dwa różne gazy pod tym samym ciśnieniem, zrobimy niewielki otworek, to gazy zaczną się powoli mieszać. Szybkość mieszania się gazów będzie tym mniejsza im otworek będzie mniejszy. Niezależnie jednak od tego, czy szybkość mieszania

będzie duża, czy bardzo mała, proces mieszania gazów jest procesem nieodwracalnym.

b) Jeżeli w przegrodzie oddzielającej dwie części naczynia, z których jedna zawiera gaz a druga jest pusta, zrobimy mały otworek, to gaz z jednej części zacznie powoli przechodzić do drugiej i w stanie końcowym w obu częściach naczynia ciśnienie będzie takie samo. Proces rozprężania gazu jest oczywiście również procesem nieodwracalnym.

10) Szybciej zatrzyma się tarcza, przy której umieszczono ładunek elektryczny (tarcza lewa). Rozważmy przypadek, gdy ładunek znajdujący się przy tarczy ma znak dodatni. Ładunek ten wskutek oddziaływania elektrostatycznego będzie polaryzował tarczę: nośniki ładunku ujemnego będą gromadzić się w większym stopniu w lewej



części, a nośniki ładunku dodatniego — w prawej (rys. 13). Względem tarczy nośniki zgromadzonego lewej i prawej stronie będą się poruszać; ale ruch nośników względem tarczy musi powodować dodatkowe jej opóźnienie wskutek oporu lepkiego, jakiego doznają nośniki w swym ruchu względem tarczy.

Rys. 13

Źródło:
Zadanie pochodzi z „Druk z OF”77/78R.

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