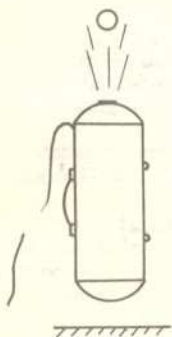


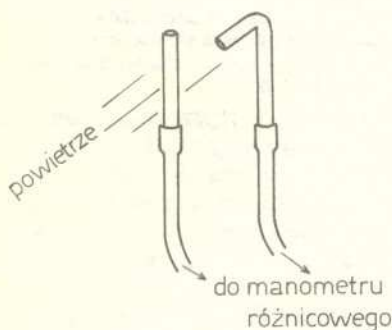


Wierzę, że fizycy amatorzy poradzą sobie z tym bez uciekania się do praktyk magicznych.



Rys. 1

Ciecz znana pod potoczną nazwą denaturatu.



Rys. 2

Daniel Bernoulli (1700–1782) — matematyk i fizyk szwajcarski. Prawo Bernoulliego, jako forma zasady zachowania energii, jest spełnione ściśle tylko w przypadku ruchu bez żadnych oporów. W sytuacjach rzeczywistych jest ono zawsze przybliżeniem. Stosując je musimy więc oceniać, w jakim stopniu to przybliżenie jest słuszne.

KRÓTKI KURS PILOTAŻU DLA CZAROWNIC

CZEŚĆ TEORETYCZNA: AERODYNAMIKA

Pozwólcie zaprezentować sobie fragmenty obszerniejszej pracy, która ma się niebawem ukazać w druku. Fragmenty te, jak mi się wydaje, mogą zainteresować Czytelników naszej rubryki, także spoza kręgu, do którego adresowana jest całość.

„DEFINICJE”

[...] Podstawowy Przyrząd Latający (PPL) znany jest pod potoczną nazwą odkurzacza albo elektrołuksu. Pewne starsze źródła utożsamiają PPL z miotłą. Niniejszy podręcznik stoi konsekwentnie na stanowisku, że prawdziwie nowoczesna czarownica używa wyłącznie odkurzacza [...]

DOŚWIADCZENIE

Umieszczamy PPL w stacjonarnym polu sił magicznych utrzymujących go nieruchomo w położeniu pionowym wylotem w górę. Zakłębem nr 27/PPL wprawiamy w ruch silnik przyrządu. W strumieniu powietrza umieszczamy piłeczkę pingpongową. Obserwujemy, że piłeczka utrzymuje się na pewnej wysokości nad PPL (rys. 1) wykonując większe lub mniejsze wahania wokół położenia równowagi.

Wniosek: Na piłeczkę działa najwidoczniej jakaś siła sprawiająca, że przy drobnych odchyleniach od osi strumienia powietrza piłeczka jest wciągana z powrotem w obszar największej prędkości [...]

PRĘDKOŚCIOMIERZ

Jest on ważnym elementem wyposażenia PPL. Umożliwia on stałą kontrolę prędkości w czasie lotu, co jest szczególnie ważne dla uniknięcia przekroczenia prędkości fal magicznych, co może spowodować utratę łączności z Centralą. Prędkościomierz składa się z czujnika i manometru różnicowego. Czujnikiem są dwie rurki szklane: prosta i zagięta umieszczone w strumieniu powietrza, względem którego PPL się porusza (rys. 2). Są one połączone przewodem z manometrem różnicowym, którym jest odpowiednio zgięta rurka (rys. 3) napelniona wodą piekielną [...]

My użyjemy prędkościomierza do pomiaru prędkości strumienia powietrza.

„OPÓR POWIETRZA

W czasie lotu nie możemy zapominać o włączeniu ochronnego pola sił magicznych o opływowym kształcie. W przeciwnym razie opór powietrza rosnący proporcjonalnie do kwadratu prędkości może doprowadzić do oderwania mniej wprawnych pilotek od PPL [...]

Tyle cytowany podręcznik. Na pewno wielu z Was zauważyło, że w opisanym doświadczeniu uzewnętrznia się

PRAWO BERNOULLIEGO

Wyraża ono zasadę zachowania energii w poruszającym się gazie lub cieczy:

$$\frac{1}{\rho} p + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{const};$$

p jest tu oczywiście ciśnieniem, ρ — gęstością, a v — prędkością. Wzdłuż osi strumienia powietrza, gdzie prędkość jest największa, człon energii kinetycznej

$\frac{1}{2} \rho v^2$ jest duży, a zatem ciśnienie p , reprezentujące energię potencjalną, jest

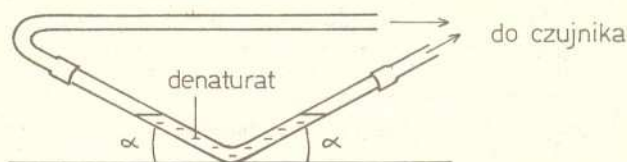
odpowiednio mniejsze niż poza osią, aby suma mogła pozostać stała. Piłeczka jest spychana do obszaru o najniższym ciśnieniu.

To samo prawo Bernoulliego rządzi działaniem prędkościomierza. W rurce, której wylot jest skierowany prostopadle do kierunku przepływu gazu, panuje ciśnienie równe ciśnieniu poruszającego się gazu. Inaczej z drugą zgiętą rurką; zatrzymuje ona wpadający do niej gaz, a więc, zgodnie z prawem Bernoulliego,

przy $v = 0$ ciśnienie w rurce będzie równe sumie $p + \frac{1}{2} \rho v^2$ gazu poruszającego się.

Manometr różnicowy wyznacza więc $\frac{1}{2} \rho v^2$, a stąd możemy łatwo określić

prędkość gazu. Taka zgięta rurka nosi nazwę rurki Pitota. Pochylenie rurek manometru ma na celu zwiększenie dokładności pomiaru (większe przesunięcia). Oczywiście przesunięcie poziomu denaturatu mierzone wzdłuż rurki x_1 wiąże się przy stałym przekroju rurki z różnicą poziomów x mierzoną pionowo, a więc będącą miarą ciśnienia cieczy w obu ramionach rurki prostą zależnością: $x = 2x_1 \sin \alpha$ (którą łatwo możecie wyprowadzić), gdzie α jest kątem nachylenia rurki do poziomu (rys. 3).



Rys. 3

Sądzę, że potraficie zrobić sobie taki prędkościomierz i wyznaczyć nim zależność prędkości v strumienia powietrza wypływającego z odkurzacza od odległości od wylotu y . Wyniki nanosimy na wykres.

A teraz wykonujemy inny eksperyment: zmieniając ciężar piłeczki notujemy za każdym razem, na jakiej wysokości y unosi się ona nad wylotem odkurzacza. Ze sporządzonego wykresu możemy teraz odczytać, przy jakiej prędkości strumienia powietrza ciężar piłeczki i siła oporu aerodynamicznego równoważą się. Możemy więc ostatecznie sprawdzić, czy teza z cytowanego podręcznika, że opór powietrza jest proporcjonalny do kwadratu prędkości, jest prawdziwa. W praktyce najwygodniej sprawdzić to przedstawiając na wykresie siłę oporu (ciężar) po prostu jako funkcję różnicy poziomów z manometru. Jeżeli zależność kwadratowa jest prawdziwa, powinniśmy otrzymać prostą. Nieco więcej na temat przedstawiania wyników pomiarów w różnych skalach możecie znaleźć w październikowym numerze «Deltę» z ubiegłego roku.

Zapytacie pewnie jeszcze, dlaczego czasem mówią, że opór ośrodka (na przykład wody dla płynącej łódki) jest proporcjonalny do prędkości, a czasem, że do jej kwadratu. Czy różnica tkwi w tym, że raz mamy do czynienia z wodą, a raz z powietrzem? Zastanowimy się nad tym wspólnie innym razem.

Henri Pitot (1696–1771) — fizyk i inżynier francuski.

Można to zrobić wkładając kawałki drutu do małego otworka wykonanego w piłeczce.



Zadania

Redaguje mgr Andrzej MAKOWSKI

M 43. Udowodnić, że jeżeli $ABCD$ jest czworokątem wypukłym i $AC + CD \geq AB + BD$, to $AB < AC$.

Rozwiązanie na str. 5

M 44. Udowodnić, że dla nieskończenie wielu wartości naturalnych n liczby n oraz $2^n - 1$ nie są względnie pierwsze.

Rozwiązanie na str. 14

M 45. Udowodnić, że istnieją liczby niewymierne dodatnie x i y , dla których x^y jest liczbą wymierną.

Rozwiązanie na str. 7

Redaguje dr Andrzej ZIEMIŃSKI

F 15. W zadaniach z elektrostatyki często stosuje się metodę zastępowania danego układu innym, równoważnym układem, dla którego łatwiej jest rozwiązać postawiony problem. Przykładem takiego postępowania może być rozwiązanie następującego zadania.

W przestrzeni między dwiema okładkami kondensatora płaskiego zostało umieszczone punktowe ciało o ładunku elektrycznym Q . Okładki kondensatora zostały połączone drutem, a odległość między nimi wynosi a . Jaki ładunek przepłynie przez drut jeżeli przesuniemy ciało o ładunku Q o odcinek Δy w kierunku prostopadłym do powierzchni okładek kondensatora?

Rozwiązanie na str. 6

