

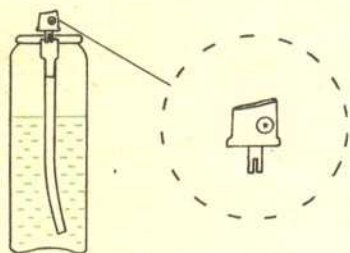
Dr Jan A. GAJ

## TERMODYNAMIKA W AEROZOLU

Zawrotna kariera, jaką zrobili w życiu codziennym opakowania aerozolowe, nie ogranicza się do farb, kosmetyków czy leków, ale rozciąga się nawet na język. Aerozol bywa symbolem kogoś, kto wie czy nie demoralizujących ułatwień, jakie niesie z sobą cywilizacja. Możemy także mówić o czymś w aerozolu mając na myśli znikomą, symboliczną ilość tej rzeczy — na przykład tytułem „Usługi w aerozolu” mógłby dziennikarz opatrzyć artykuł opisujący sytuację w niektórych nowo wybudowanych osiedlach mieszkaniowych. Jak się z pewnością Czytelniku domyślasz, my spróbujemy zastosować aerozol w fizyce, a konkretnie — do kilku prostych doświadczeń z dziedziny nauki o cieple.

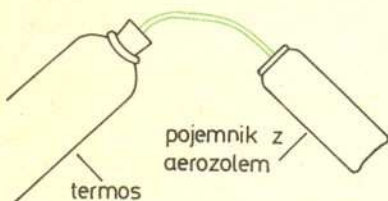
## WIADOMOŚCI WSTĘPNE: CO SIEDZI W ŚRODKU?

Przekrój opakowania aerozolowego przedstawia rysunek. Wewnątrz hermetycznego pojemnika metalowego znajduje się ciecz zawierająca składnik użytkowy (np. farbę) zmieszany z cieczą o dużym ciśnieniu par nasyconych (kilka atmosfer). Naciśnięcie przycisku powoduje otwarcie zaworka i wypłynięcie cieczy przez rurkę. Rozpylanie ułatwia natychmiastowe wrzenie cieczy po wydostaniu się jej do obszaru ciśnienia atmosferycznego. Poznanie konstrukcji zaworka ułatwi Ci wyjęcie przycisku. Zakończony jest on rozciętą rurką (rys. 2). Jeśli ciekawość każe Ci zajrzeć do środka pojemnika, pamiętaj aby rozcinać go tylko wtedy, kiedy jest całkowicie pusty — w przeciwnym razie może to być niebezpieczne.

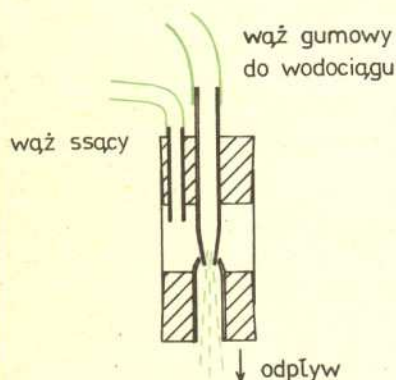


Rys. 1

Rys. 2



Rys. 3



Rys. 4

K. Olszewski i Z. Wróblewski — polscy fizycy, którzy w 1883 r. otrzymali po raz pierwszy ciekłe powietrze w makroskopowych ilościach.

Niską temperaturę można też uzyskać przy pomocy pełnego naboju do syfonu. Zróbcie w nim otwór i zobaczcie, co się stanie.

## DOŚWIADCZENIE I: LODÓWKA W AEROZOLU

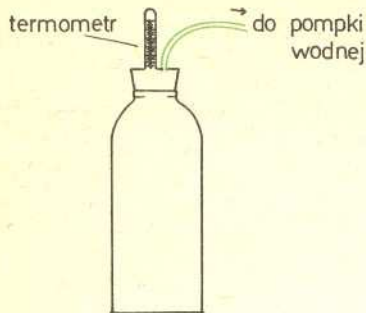
Tak, nie mylisz się. Ciecz szybko parująca obniża znacznie swoją temperaturę. Możesz to sprawdzić w bardzo prostym doświadczeniu, kierując strumień aerozolu na zbiorniczek termometru — słupek rtęci spadnie znacznie poniżej zera. Uwaga: nie chcąc narażać się domownikom wytworzeniem w mieszkaniu zapachu na przykład dezodorantu w stężeniu przekraczającym granice ludzkiej wytrzymałości, najlepiej wykonywać nasze doświadczenia na dworze lub ostatecznie na parapecie szeroko otwartego okna.

## DOŚWIADCZENIE II: AEROZOL W LODÓWCE

Spróbujmy teraz otrzymać makroskopową ilość cieczy „aerozolowej” pod ciśnieniem atmosferycznym. Ponieważ będzie ona bardzo zimna, umieścimy ją w termosie. Dla osiągnięcia maksimum wydajności (nie jest to jednak niezbędne) warto przedtem ochłodzić nasz aerozol a także termos (otwarty) w zamrażalniku lodówki domowej przez parę godzin (najlepiej z dnia na dzień). Dla przelania cieczy z pojemnika do termosu musimy zaopatrzyć się w rurkę, która pasuje do zaworka pojemnika. Dobre są czasem rurki wkładów do długopisów, a na ogół plastikowe „słomki” do picia zimnych napojów. Oczywiście rurkę należy na końcu lekko naciąć na przykład nożem do pomidorów. Rurkę wyginamy, jeden koniec wprowadzamy do termosu, a drugi (ten rozcięty) wciskamy do zaworka ręką w rękawiczce (zimne!) — rys. 3. Przy odpowiedniej sile nacisku ciecz zacznie wypływać do termosu. Kiedy zbierze się jej dostatecznie dużo, możemy zmierzyć temperaturę termometrem — powinno być około  $-30^{\circ}\text{C}$ ! Idziemy w tym momencie śladem znakomitych poprzedników — Olszewskiego i Wróblewskiego — przez gwałtowne parowanie obniżamy temperaturę. Z pewnością zapytasz, Czytelniku, zachęcony powodzeniem:

## A NIE MOŻNA ZEJŚĆ JESZCZE NIŻEJ?

Można. Dla zachęcenia cieczy do dalszego intensywnego parowania należy jeszcze bardziej obniżyć jej ciśnienie. Do tego celu posłuży nam pompka wodna, którą nietrudno zrobić samemu. Przekrój pompki wodnej widać na rysunku 4. Widać, że do jej wykonania potrzebne są następujące materiały: mocna rurka metalowa lub z tworzywa sztucznego o średnicy paru cm, dwa korki gumowe, parę cieńszych rurek (z zużytego flamastra) oraz kawałki węża gumowego. Decydujące o działaniu pompki będzie współdziałanie dyszy, z której wypływa woda, z rurką, do której woda trafia.

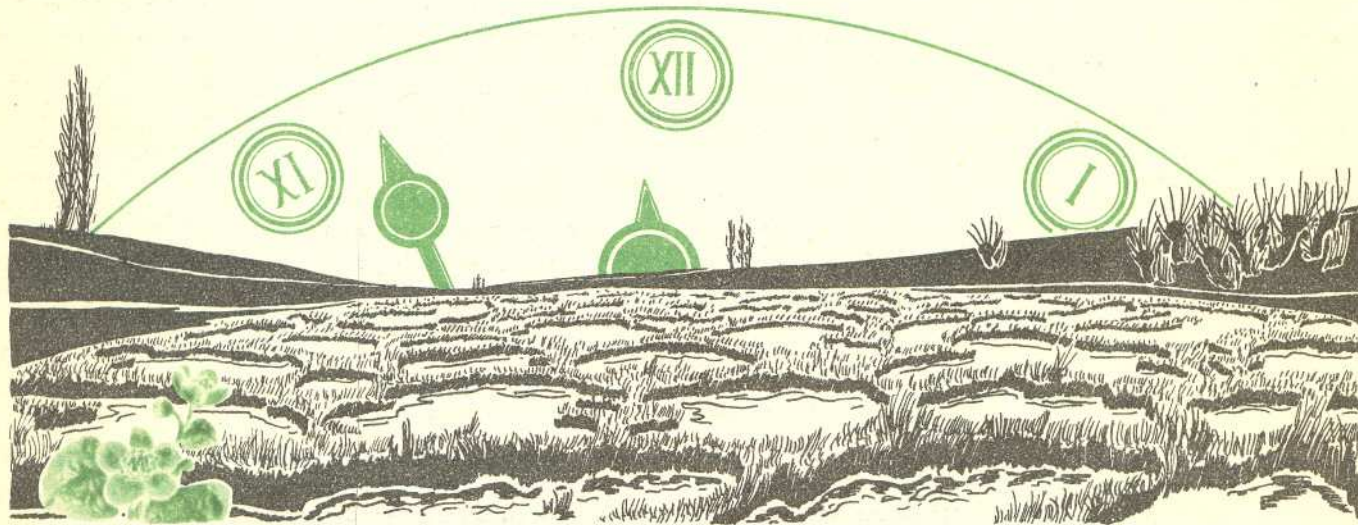


Rys. 5

Jeśli strumień wody będzie za cienki w stosunku do tej rurki — nie będzie zasysał powietrza; jeśli rurka będzie zbyt wąska — może hamować przepływ wody i też uniemożliwić działanie pompki. Przy prawidłowym działaniu pompki można rozrzedzać nią powietrze do ciśnień rzędu kilku centymetrów słupa rtęci! Jeżeli teraz zamkniemy naszą zimną ciecz szczelnie w termosie i przez rurkę w korku odpompujemy powietrze (rys. 5) — obniżymy temperaturę jeszcze bardziej. Chcesz sprawdzić swoje kwalifikacje eksperymentatora? Oto szansa, czyli — podobnie jak w poprzednim numerze —

## KONKURS SAMYCH ZWYCIĘZCÓW

Każdy, kto do 15 kwietnia br. nadeśle do redakcji działającą pompkę wodną zbudowaną samodzielnie w warunkach i z materiałów ogólnie dostępnych, otrzyma nagrodę książkową. Wszystkie pompki zostaną sprawdzone przy jednakowym ciśnieniu wody i konstruktor najlepszej z nich (to znaczy tej, która wytworzy najniższe ciśnienie) otrzyma nagrodę główną — zestaw do eksperymentów elektrycznych. Powodzenia!



## O zasadach w kosmologii

### Dr Bronisław KUCHOWICZ

W poprzednich artykułach podaliśmy w zarysie najważniejsze fakty, odnoszące się do Wszechświata jako całości, nie wymieniając faktu naszego istnienia (choć gdyby nie ten fakt, nie powstałby i mój artykuł). Cóż, rację miał chyba Thornton Wilder, wkładając w „Idach marcowych” w usta Cezara stwierdzenie, że „Wszechświat nie wie nawet, że żyją w nim ludzie” (Księga I, List X).

Zdanie powyższe nie uwłacza godności człowieka, choć w sposób może dla niejednego aż zbyt jaskrawy występuje przeciwko antropocentryzmowi. Pierwsze naiwne wyobrażenia o budowie Wszechświata, modele geocentryczne, dawały wyraz przekonaniu o centralnej roli człowieka we Wszechświecie. Zasadnicze zerwanie z tą koncepcją stanowiło usunięcie przez Kopernika Ziemi z jej centralnej, specjalnie wyróżnionej pozycji. Uznanie, że Ziemia jest jedną z planet nie różniącą się w zasadzie od pozostałych, stanowiło pierwszy krok do uznania, że nasze Słońce jest jednym z wielu słońc w Galaktyce, nasza Galaktyka — jedną z wielu we Wszechświecie. Istotnym w koncepcji naszego wielkiego rodaka było nie to, że „wstrzymał Słońce”, a to że „ruszył Ziemię”, spychając ją z pozycji wyróżnionej na niemal typową. Nic więc dziwnego, że we współczesnej kosmologii *zasadą Kopernika* nazwano stwierdzenie, iż Ziemia nie zajmuje wyróżnionego położenia nie tylko w Układzie Słonecznym, ale i we Wszechświecie. Stwierdzenie to daje się uogólnić na coraz to większą skalę. Można więc mówić, że ani Układ Słoneczny, ani Galaktyka, ani Lokalna Grupa Galaktyk (w skład której nasza Galaktyka wchodzi) nie znajdują się w wyróżnionej pozycji. Stąd jeszcze dalsza ekstrapolacja prowadzi do uznania, iż we Wszechświecie nie ma żadnych miejsc zasługujących na wyróżnienie pod jakimkolwiek względem. Wszechświat ma być taki sam w każdym punkcie, jeśli tylko nie bierzemy pod uwagę lokalnych nieregularności. Gwiazdy, galaktyki i ich gromady stanowiąc mają tylko lokalne fluktuacje, odgrywające w skali Wszechświata rolę nie większą niż góry i doliny na powierzchni Ziemi dla obserwującego ją z oddali kosmonauty. Tak uogólnioną zasadę Kopernika zwykło się nazywać *zasadą kosmologiczną*.

Rozwiązanie zadania M 116. Zbiorem takim jest  $(A) \cup (B) \cup (C)$ , gdzie  $A, B, C$  są trzema niewspółliniowymi punktami płaszczyzny,  $(X)$  zaś oznacza zbiór wszystkich prostych przechodzących przez  $X$ . Jeżeli bowiem pewna prosta ma punkt wspólny z każdą prostą pęku  $(X)$ , to jest prostą tego pęku. Prosta mająca punkt wspólny z każdą prostą zbioru  $(A) \cup (B)$ , to wobec tego prosta  $AB$ . Jest ona jednak rozłączna z prostą przechodzącą przez  $C$  i równoległą do  $AB$ .