

## Zadziwiająca własności atmosfery

JANINA PAWLIK, STEFANIA WIDUCH

Instytut Fizyki, Uniwersytet Śląski, ul. Uniwersytecka 4, 40-007 Katowice, Polska

Nasza atmosfera powstała w wyniku kompromisu między skłonnościami do ucieczki szybkimi cząsteczkami a grawitacją ściągnającą je jak najbliżej Ziemi. Gazy tworzące atmosferę ziemską, poddane działaniu pola grawitacyjnego Ziemi, wywierają na jej powierzchnię parcie. Związane z tym parciem ciśnienie nazywamy ciśnieniem atmosferycznym. Tak bardzo przyzwyczailiśmy się do niewidocznego powietrza, że zapominamy zupełnie, że ma ono ciężar. Ciężar powietrza znajdującego się nad powierzchnią  $1 \text{ m}^2$  odpowiada ciśnieniu 1013 hPa.

### Czy to dużo, czy mało?

Odpowiedzi na to pytanie dostarczył burmistrz Magdeburga Otto von Guericke, który w 1657 roku wykonał słynne doświadczenie z dwiema półkulami. Pokazało ono w spektakularny sposób wielkość ciśnienia atmosferycznego.



Nasze półkule wykonane są sposobem kuchennym. To dwa garny, pomiędzy które wkłada się gumową uszczelkę. Z boku jednego gara umocowany jest zawór umożliwiający wypompowanie powietrza z wnętrza garów za pomocą pompy rotacyjnej.

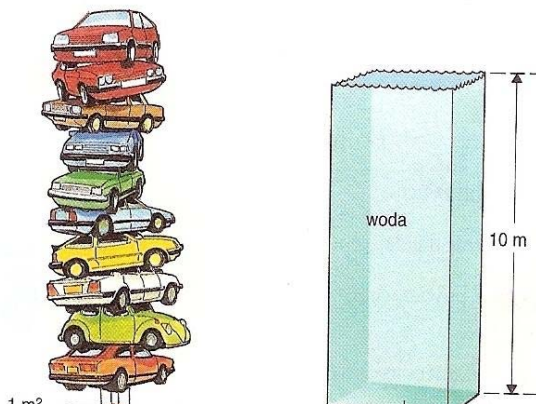
Wewnątrz garów powstaje ciśnienie mniejsze (podciśnienie) niż na zewnątrz. Ciśnienie atmosferyczne uniemożliwia rozdzielenie garnków.

Nasuwa się pytanie – jaki nacisk musi codziennie

Obr 1

utrzymywać nasze ciało?

Żyjemy przecież na dnie „oceanu powietrza”. Gruba warstwa atmosfery otaczająca Ziemię naciska na wszystkie ciała znajdujące się na Ziemi, a więc również na nas. Nasze ciało musi zatem utrzymać nacisk 10-cio metrowego słupa wody na każdy  $1 \text{ m}^2$  skóry! Stos 10-ciu samochodów (rys. obok <sup>[1]</sup>) przekonuje nas, że to naprawdę dużo!



Obr. 2

<sup>1</sup> S. Pople, P. Whitehead, *Vademecum ucznia. Fizyka*. Delta Świat Książki, 1996

Dlaczego więc nas „nie zgniata”? Zawdzięczamy to równowadze ciśnień – ciśnienie w naszym organizmach ma taką samą wartość, jak ciśnienie otaczającego nas powietrza. Nie mamy więc kłopotów ruchowych i oddechowych.

### Co się stanie, gdy ta równowaga zostanie naruszona?

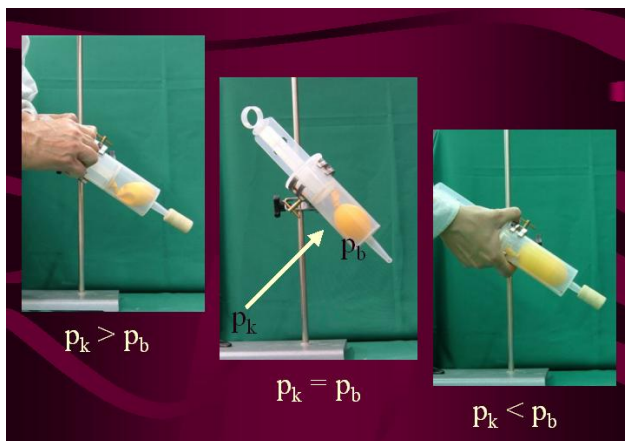


Obr. 3

1) Za pomocą pompy próżniowej obniżamy ciśnienie pod kloszem, wewnątrz którego znajdują się słabo napompowane baloniki. Baloniki powiększają swoją objętość zajmując całą dostępną przestrzeń.

Tak stałoby się z kosmonautami w przestrzeni kosmicznej. Tam panuje próżnia kosmiczna – nieprzyjazna dla naszych ciał. Dlatego kosmonauci wyposażeni są w skafandry wyrównujące ciśnienia – inaczej ich ciała eksplodowałyby.

### 2) Co jednak robić, gdy nie mamy pompy?



Obr. 4

Wystarczy duża strzykawka, balonik i korek.

W zależności od kierunku ruchu tłoka możemy obserwować zmiany wymiarów balonika. Zachowanie się balonika zależy od relacji między ciśnieniem wewnątrz balonika ( $p_b$ ) a ciśnieniem w komorze strzykawki ( $p_k$ ).

### 3a) Implozja puszeki.

Do puszeki nalewamy trochę wody i podgrzewamy puszkę. Para wodna wypełnia całą objętość puszeki wypychając z niej powietrze. Następnie szybkim ruchem wkładamy puszkę do zimnej wody, otworem w dół. Puszka nie wytrzymuje zewnętrznego ciśnienia powietrza i zostaje zgnieciona – imploduje.

3b) Nasze babcie po mistrzowsku potrafiły wykorzystać ciśnienie atmosferyczne robiąc przetwory na zimę.

Nalewały gorące konfitury do słoika i zamykały go szczelnie np. balonikiem. W trakcie stygnięcia konfitur balonik zostaje wepchnięty do wnętrza słoika.



Obr. 5

W obu doświadczeniach (3a i 3b) skroplenie pary wodnej przy oziębieniu wytworzyło podciśnienie wewnątrz puszkę i słoika. W rezultacie ciśnienie atmosferyczne zgniotło puszkę i wepchnęło balon do słoika.

Dziś robiąc przetwory korzystamy z pokrywy z gumową uszczelką. Działa ona jak zawór uniemożliwiając dostanie się powietrza do wnętrza słoika.

4) Jak z talerza wypełnionego wodą wyciągnąć suchą ręką monetę? Mamy do dyspozycji świeczkę, zapalnik i kolbę stożkową.

Zapalamy świecę i nakrywamy ją kolbą. Świeczka gaśnie, a woda wpływa do wnętrza kolby. Monetę możemy teraz wyjąć suchą ręką.

W tym przypadku podciśnienie wytworzone wewnątrz kolby spowodowane jest zarówno rozszerzalnością termiczną powietrza, jak i skropleniem pary wodnej powstałej w wyniku całkowitego spalania tlenu zawartego wewnątrz kolby.

Pijąc sok ze szklanki przez słomkę stosujemy zasadę działania pompy ssącej. Przez ssanie wytwarzamy w słomce niższe ciśnienie, a zewnętrzne ciśnienie, a więc atmosferyczne, działając na całą powierzchnię soku w szklance wciska sok do słomki.

5) Piłeczka pingpongowa spada ruchem jednostajnie przyspieszonym w plastikowej rurze.

Przytykając otwór powodujemy zmniejszenie ciśnienia nad piłeczką. W efekcie tego ciśnienie powietrza od dołu jest większe niż od góry i prowadzi to do zmniejszenia szybkości spadającej piłeczki.

6) Dzięki różnicy ciśnień pomiędzy płucami a wnętrzem jamy klatki piersiowej – oddychamy. Niebieski balon to przepona – główny mięsień oddechowy.



Obr. 8

Kurcząc się, opuszcza się ku dołowi, zwiększając pojemność klatki piersiowej. Spada więc ciśnienie powietrza w płucach w porównaniu z ciśnieniem atmosferycznym. Na skutek tej różnicy ciśnień, powietrze spieszenie wypełnia płuca – do momentu wyrównania ciśnień (wdech).

W czasie wydechu przepona rozluźnia się, zmniejsza się pojemność klatki piersiowej, ciśnienie w płucach wzrasta trochę powyżej

ciśnienia atmosferycznego. Z pęcherzyków płucnych uchodzi powietrze i ich wielkość maleje. Ciśnienia wyrównują się i płuca są gotowe do następnego wdechu.



Obr. 6



Obr. 7