

Objętość, jaką zajmuje ciecz, zależy np. od temperatury, ale w niewielkim stopniu. Słupki cieczy w termometrze pokojowym rośnie wraz z temperaturą, ale jest to stosunkowo niewielka zmiana objętości. Widzimy tylko wąski „słupek”, a duża ilość cieczy jest ukryta w zbiorniczku termometru.

C. Przykładem gazu jest powietrze w Twoim oddechu. Gazy, podobnie jak ciecze, przyjmują kształt naczynia, w którym się znajdują, ale w odróżnieniu od cieczy, nie mają określonej objętości. Możliwe jest wtłoczenie dużej ilości tlenu, podawanego w szpitalach chorym z trudnościami w oddychaniu, do stosunkowo małej butli. W butlach szpitalnych tlen (i inne gazy) mogą być ściśnięte (sprężone) do 1/200 swojej objętości „normalnej”¹. W warunkach kosmicznych, ta sama ilość gazu (wyrażona np. w jednostkach masy) zajmuje znacznie większą objętość niż na powierzchni Ziemi. Z tego właśnie powodu balony stratosferyczne do obserwacji meteorologicznych (lejące na wysokość 20 km i więcej) na starcie wydają się puste.

Pojedyncze atomy lub cząsteczki w gazie są od siebie w dużych odległościach i bezustannie się ze sobą zderzają. Ten fakt wzajemnych zderzeń jest powodem, że gaz stara się zająć jak największą objętość, a jeśli zostanie zamknięty w zbiorniku, to wywiera na ściany tego zbiornika *ciśnienie*.

Gaz (doskonały) to zbiorowisko chaotycznie poruszających się cząsteczek, które oddziałują ze sobą tylko w momencie zderzeń. Materia w stanie gazowym *nie* ma określonego kształtu ani objętości.



Fot. 1.10. Stany skupienia materii (c.d.): a) gazy – nie mają określonej objętości. Ten sam, lekki gaz, hel, służący do napełniania balonów, zajmuje w stalowej butli znacznie mniejszą objętość, niż w balonie; z jednej małej butli można napełnić nawet 100 balonów. Podobnie samochodowe paliwo przyszłości, palny gaz wodór, jest upakowany w porowatym zbiorniku jak woda w gąbce; b), c) gazy, jak np. wodór i tlen zajmują w identycznych warunkach ciśnienia i temperatury identyczne *objętości* – w elektrolizie wody H_2O powstają zawsze dwie objętości wodoru i jedna objętość tlenu; d) jesienna mgła – gaz (para wodna), który zamienił się w maleńkie kropelki cieczy (wody)

1.6. Siły między cząsteczkami i atomami w różnych stanach skupienia

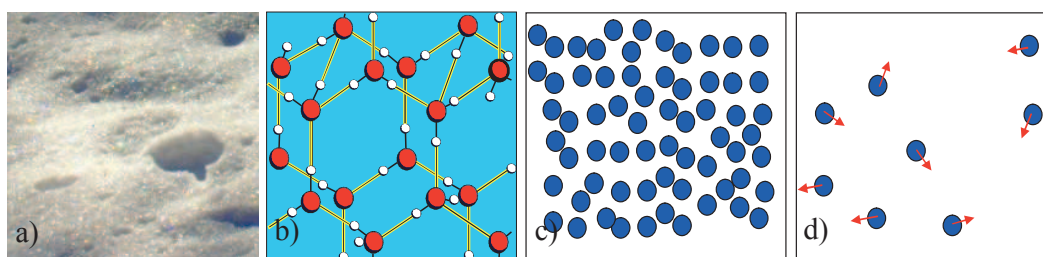
Jak już pewnie zauważyliście, różnice między stanami skupienia nie wynikają z rodzaju substancji (rodzaju atomów), ale z sił, jakie między tymi atomami występują. I tak woda w niskich temperaturach jest ciałem stałym, a w wysokich niewidzialnym gazem. (Zauważ, że para wodna jest w atmosferze zawsze obecna i jest niewidoczna. Jeśli widzisz „parę wodną”, np. w saunie lub w oddechu w mroźny dzień, to nie jest to już para wodna, ale małe kropelki ciekłej wody – mgła. Tak samo w chmurach, widoczna jest nie para wodna, ale kropelki wody lub kryształki lodu).

¹ Mówimy tu o standardowych butlach do użytku technicznego, za warunki „normalne” dla gazów uważa się temperaturę 20° C i ciśnienie atmosferyczne 1013 hPa.

Dlaczego lód jest twardy, a woda przelewa się „na życzenie”? Otóż w lodzie cząsteczki wody ułożone są blisko siebie, i to w ściśle określonym porządku. Mówimy, że cząsteczki H_2O tworzą kryształ. Cząsteczki blisko siebie (ale nie za blisko) przyciągają się tak jak ekran telewizora przyciąga kurz lub wełniany sweter przyciąga włosy. Siły oddziaływania między cząsteczkami są natury *elektrycznej* (będziemy o tym mówić w drugim tomie poręcznika).

W ciekłym stanie skupienia cząsteczki wody też są stosunkowo blisko siebie, ale poruszają się na tyle szybko, że siły przyciągające nie są w stanie nadać wodzie formy bryły sztywnej. Krople rosy i tzw. *menisk* na powierzchni wody świadczą, że i w cieczy cząsteczki przyciągają się wzajemnie.

W gazie cząsteczki poruszają się tak szybko i są tak daleko od siebie, że siły przyciągania są niewystarczające, aby atomy skupić wzajemnie blisko siebie. Ale jeśli obniżymy temperaturę, to z pary wodnej wytrąca się ciecz. Gazy zamieniają się w ciecze również pod wysokim ciśnieniem – tzw. gaz butlowy (propan i butan) pozostaje cieczą, tak długo jak jest zamknięty pod ciśnieniem w butli, ale przechodzi w stan gazowy, zaraz po wypuszczeniu go z butli. Jak widzicie, granice między stanami skupienia są bardzo umowne. Wróćmy do stanów skupienia nieco dalej, ale teraz zdefiniujemy, co fizycy uważają za „cząsteczki”, a właściwie *atomy*.



Fot. 1.11. W zależności od odległości (i wzajemnych położeń) *cząsteczek* ta sama substancja tworzy różne stany skupienia: a) b) w kryształach śniegu lub lodu cząsteczki wody są ułożone w ściśle określonych położeń; c) w wodzie (i szkle) cząsteczki są położone blisko siebie, ale nieregularnie; d) w gazie cząsteczki są daleko od siebie i poruszają się chaotycznie

1.7. Atomy i cząsteczki

Kryształ kwarcu, składnik wielu skał, można rozkruszyć na ziarenka piasku. Biała zawieszina niektórych płynów do mycia ceramiki to też ziarenka kwarcu, ale rozmiarów tysięcznych części milimetra. Czy można rozbić te ziarenka na jeszcze drobniejsze?



Fot. 1.12. Jak daleko można podzielić kryształ kwarcu? a) Duży kryształ kwarcu i mały ametystu z Brazylii; b) w płynie do szorowania kryształki kwarcu mają rozmiary tysięcznych części milimetra; c) mikroskopia siła atomowych (AFM) pozwala obserwować pojedyncze atomy na powierzchni kryształu soli kuchennej – w środku zdjęcia widoczny jest *defekt* w sieci krystalicznej. http://www.omicon.de/index2.html?rom/qplus_atomi_resolution/index.html~Omicron