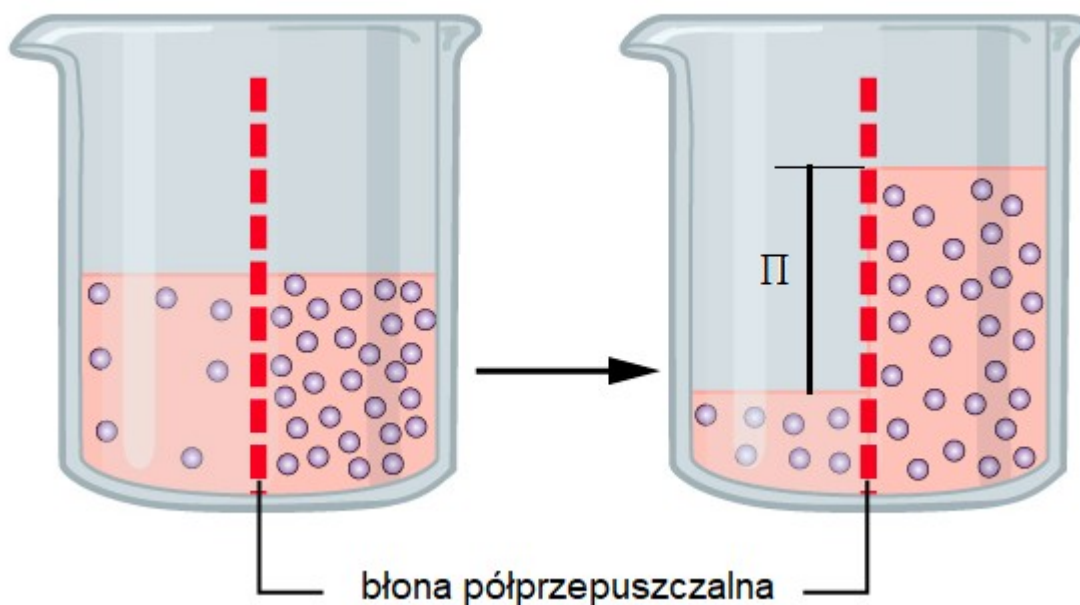


ZJAWISKO OSMOZY

Osmoza jest zjawiskiem powszechnie występującym w przyrodzie. Polega na spontanicznym przechodzeniu cząsteczek rozpuszczalnika przez półprzepuszczalną błonę z obszaru o niższym stężeniu do obszaru o wyższym stężeniu.



W naczyniu z półprzepuszczalną błoną zostały umieszczone dwa roztwory. Po lewej stronie błony półprzepuszczalnej roztwór rozcieńczony a po prawej roztwór stężony. Półprzepuszczalna błona (membrana) jest przepuszczalna tylko dla cząsteczek rozpuszczalnika. W procesie osmozy rozpuszczalnik dążąc do wyrównania ciśnienia osmotycznego będzie dążył do rozcieńczenia stężonego roztworu, dlatego poziom roztworu po prawej stronie membrany po pewnym czasie się podniesie.

Przepływ rozpuszczalnika jest skierowany od stężenia niższego do wyższego i będzie wywoływał ciśnienie π proporcjonalne do różnicy stężeń:

$$\Pi = \Delta c \cdot R \cdot T$$

Gdzie:

Π – ciśnienie osmotyczne

R – stała gazowa

T – temperatura

Δc – różnica stężeń.

Ciśnienie osmotyczne jest zatem proporcjonalne do różnicy stężeń.

https://www.youtube.com/watch?v=zL_-J--vTmo

MECHANIZM OSMOZY W UPROSZCZENIU

Aby doszło do osmozy błona rozdzielająca roztwory musi mieć inną przepuszczalność dla rozpuszczalnika i inną dla substancji rozpuszczonej. W różnych błonach wynika to z różnych przyczyn. Dla uproszczenia można sobie błonę wyobrazić jako rodzaj cienkiej gąbki o takich rozmiarach porów, że mniejsze cząsteczki są przepuszczane a większe zatrzymywane. Cząsteczki rozpuszczalnika i substancji rozpuszczonej wewnątrz objętości cieczy pozostają w ciągłym, spontanicznym, chaotycznym ruchu we wszystkich kierunkach. Każda cząsteczka wcześniej czy później zderza się z membraną i jeśli trafi w miejsce gdzie jest otwór przepływa przez membranę na drugą stronę.

Po przyjęciu, że błona swobodnie przepuszcza mniejsze cząsteczki rozpuszczalnika i całkowicie zatrzymuje większe cząsteczki substancji rozpuszczonej zjawisko osmozy można sobie w dużym uproszczeniu wyobrazić następująco:

- Po obu stronach membrany mamy czysty rozpuszczalnik:

Liczba cząsteczek rozpuszczalnika przenikających przez membranę w obie strony jest jednakowa i układ znajduje się w stanie równowagi.

- Po jednej stronie jest czysty rozpuszczalnik a po drugiej roztwór:

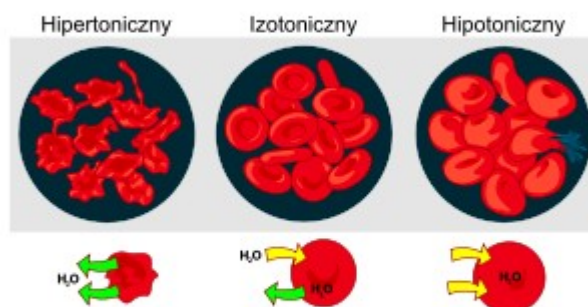
Na skutek tego, że po stronie roztworu jest w jednostce objętości nieco mniej cząsteczek rozpuszczalnika niż po stronie czystego rozpuszczalnika, statystycznie cząsteczki rozpuszczalnika nieco częściej trafiają w pory niż po drugiej stronie i w efekcie nieco więcej przenika ich w kierunku do roztworu niż w drugą stronę. W efekcie cząsteczek rozpuszczalnika po stronie "czystej" stopniowo zaczyna ubywać, a po stronie roztworu stopniowo zaczyna przybywać.

- Po obu stronach mamy roztwory o różnych stężeniach.

Podobnie jak w poprzednim przypadku w jednostce objętości w roztworze o wyższym stężeniu jest mniej cząsteczek rozpuszczalnika niż po drugiej stronie; stąd statystycznie rzadziej zdarza się aby trafiły one w pory membrany niż po drugiej stronie i w efekcie mniej ich przepływa w stronę roztworu o mniejszym stężeniu niż w drugą stronę; w efekcie z roztworu o niższym stężeniu stopniowo ubywa cząsteczek rozpuszczalnika i w końcu dochodzi do stanu, w którym stężenia po obu stronach membrany się wyrównują.

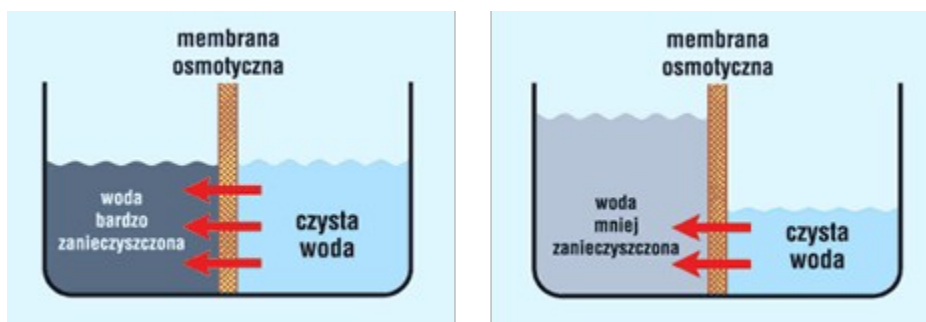
W kontekście osmozy roztwór z którego ubywa rozpuszczalnika nazywa się **hipotonicznym**, tego w którym przybywa nazywa się **hipertonicznym**. Gdy roztwory pozostają w równowadze osmotycznej, mówi się że są wzajemnie **izotoniczne** względem siebie.

Zachowanie komórki roślinnej znajdującej się w roztworze hiper-, izo- i hipotonicznym



Zachowanie komórki zwierzęcej (erytrocytu) znajdującej się w roztworze hiper-, izo- i hipotonicznym

Żeby wyjaśnić zjawisko osmozy musimy sobie wyobrazić następujące doświadczenie. W jednym zbiorniku z wodą na środku umieszczamy półprzepuszczalną błonę. Z jednej strony membrany mamy wodę z dużą ilością soli, a z drugiej wodę czystą. Zgodnie z zasadą naczyń połączonych przypuszczalibyśmy, że poziom wody się wyrówna. Po pewnym czasie jednak poziom wody z solą wzrósł, natomiast poziom wody czystej zmniejszył się. Było to dużym zaskoczeniem. Membrana próbuje wyrównać poziom soli/stężenia po obydwu stronach dlatego woda przepływa w kierunku większego zasolenia. Było to zjawisko nietypowe dla naszych przewidywań, bo patrząc na zasadę naczyń połączonych naturalnym wydaje się wyrównanie poziomów wody. W przypadku więc pojawienia się wody o dwóch stężeniach (zanieczyszczonej i czystej) i rozdzieleniu ich błoną osmotyczną, na powierzchni membrany pojawia się tzw. ciśnienie osmotyczne, które powoduje ruch wody z roztworu mniej stężonego (woda czysta) do roztworu gęstego (woda brudna). Aby zrozumieć dlaczego tak się dzieje, musimy wiedzieć, że błona osmotyczna to bardzo cienki materiał o wyjątkowo małej porowatości. Dokładność filtracyjna błony (wielkość pór przez które przepływa woda) to 0,0001 mikrona. Żeby sobie to bardziej uświadomić wielkość ta jest 10 000 000 razy mniejsza niż jeden milimetr. Okazuje się, że czysta cząsteczka wody ma wielkość bardzo podobną właśnie do porowatości membrany osmotycznej. To jednocześnie jedna z najmniejszych cząsteczek chemicznych jaką znamy, a wodór z którego zbudowana jest między innymi cząsteczka wody to najmniejszy pierwiastek jaki znamy. Dzięki właśnie tak małej porowatości przez błonę osmotyczną przedostają się cząsteczki wody, natomiast większość zanieczyszczeń pozostaje na membranie. Półprzepuszczalne błony osmotyczne to materiał, z którego zbudowane są między innymi nasze jelita, korzenie roślin i wiele innych.

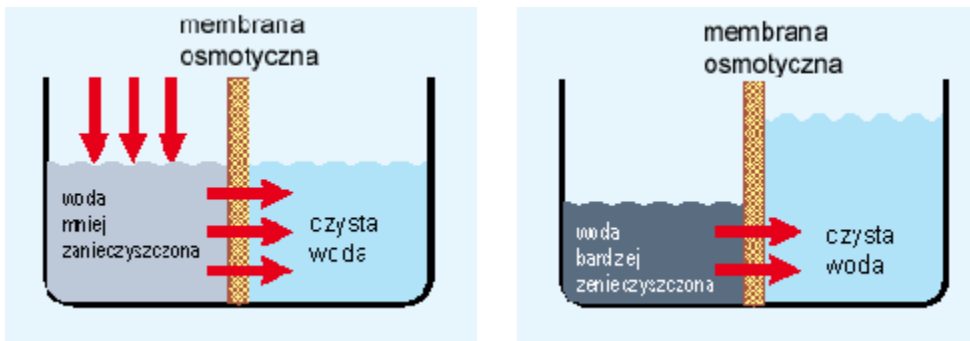


ODWRÓCONA OSMOZA

Jeżeli weźmiemy pojemnik w środku którego umieszczona zostanie membrana osmotyczna podobnie jak w poprzednim przykładzie. Po jednej stronie znajduje się woda o dużym zasoleniu, a po drugiej część jest pusta. Jeżeli na stronę o dużym zasoleniu wywrzemy nacisk to molekuly wody przejdą przez membranę na stronę pustą. Molekuly soli zaś zostaną po tej samej stronie, gdzie były. Otwory membrany mają przekrój 0,0001 mikrona. Większość molekul znajdujących się w wodzie ma wymiary większe niż otwory w membranie więc zostają zatrzymane. Funkcję sita jakie spełnia membrana nazwana hiperfiltracją. Membrana doskonale oddziela z wody wszystkie zawiesiny azbestu, rdzy, glonów, wodorostów, bakterie, wirusy, metale ciężkie takie jak arsen, kadm, ołów, rtęć, srebro, pestycydy, herbicydy oraz molekuly organiczne takie jak sole baru, chloru, chromu, miedzi, fluoru, manganu, azotu, selenu czy sulfatu, produkty odpadowe przemysłu chemicznego takie jak radioaktywne pierwiastki i ich izotopy. Dla porównania średnia bakteria jest ok. 3 000 razy większa od cząsteczki wody, a wirus ok. 1000 razy większy.

W 1952 roku nastąpiło odkrycie tzw. membran poliamidowych (TFC) Sourirajana, które pokazało, że przebieg osmozy może zachodzić również odwrotnie i w ten sposób praktycznie wszystkie

zanieczyszczenia znajdujące w wodzie mogą zostać z niej usunięte. Metodę tą nazwano właśnie "ODWRÓCONĄ OSMOZĄ". Działa ona przeciwnie do procesu naturalnego, czyli wykorzystywane jest ciśnienie wody, aby "przepchnąć" czystą cząsteczkę wody przez membranę osmotyczną uzyskując dzięki temu krystalicznie czystą wodę.



Membrana osmotyczna stosowana w systemach odwróconej osmozy wygląda jak rolka folii nawiniętej na walec. Woda wciskana jest pod ciśnieniem na błonę membrany. Zanieczyszczona woda przesuwa się równoległe do powierzchni membrany. Część wody przechodzi przez membranę i zostaje jako woda czysta. Pozostała część (brudna woda) kierowana jest do ścieku. Dlatego wszystkie systemy osmotyczne muszą być podpięte do kanalizacji, a proces odwróconej osmozy jest procesem stratnym. Czysta woda to ok. 20-35% wody zanieczyszczonej.

Odwrócona osmoza pozwala więc na eliminację z wody nie tylko różnego rodzaju zawiesin i cząstek nierozpuszczalnych, oraz wirusów, bakterii, i większości szkodliwych dla organizmu związków chemicznych.

