WODA

•Najważniejszy nieorganiczny składnik organizmów żywych (znajduje się w przestrzeni wewnątrz i pozakomórkowej)

•Niezbędna do przebiegu procesów metabolicznych w komórkach

•Pełni rolę środka transportu

•Jest cząsteczką polarną i wykazuje zdolności do tworzenia wiązań wodorowych (zwiększa objętość podczas krzepnięcia, podczas topnienia objętość wody jest mniejsza niż lodu)

Znaczenie wody:

- odpowiada za zachowanie stałego kształtu i wymiaru komórek.
- główny składnik płynów ustrojowych;
- bierze udział w dużej ilości procesów zachodzących w organizmie człowieka;
- regulator temperatury ciała, pH oraz ciśnienia osmotycznego;
- jest środowiskiem wewnętrznym, w którym ma miejsce transport wewnątrzustrojowy oraz usuwanie szkodliwych produktów przemiany materii. Szkodliwe związki są wydalane wraz z moczem.;
- znakomity rozpuszczalnik;
- substrat wielu reakcji biochemicznych

Na czym polegają niezwykłe właściwości wody?

- To związek chemiczny dwóch gazów: tlenu znajdującego się w powietrzu i wodoru, najlżejszego z występujących w przyrodzie pierwiastków,
- Wiąże się ze wszystkimi pierwiastkami w związki chemiczne i pozostaje w bezpośrednim kontakcie z innymi substancjami.
- Wiele substancji magazynuje wodę bez jej zmiany, a także tworzy przy jej udziale kryształy.

- Znaczna część stałych związków chemicznych rozpuszcza się w wodzie. Po rozpuszczeniu mogą być one przenoszone, a następnie strącane w nie zmienionych chemicznie postaciach dzięki neutralnemu charakterowi wody deszczowej,
- Para wodna, a więc woda w stanie gazowym jest lżejsza od powietrza, dlatego powstają chmury.
- Temperatura topnienia i parowania wody, to temperatury występujące powszechnie na Ziemi.
- Posługujemy się skalą temperatur Celsjusza, która odnosi się do punktu zamarzania wody „O" stopni i parowania „100" stopni.

- Występuje w trzech stopniach skupienia, ciekłej, stałej (lód) i lotnej (para wodna).
- Miedzy innymi dzięki tym właściwościom powstało życie na Ziemi (np. gdyby woda w stanie stałym, jak większość substancji, była cięższa niż w stanie ciekłym, lód nic pływałby po powierzchni wody, a wiele jezior i mórz zamarzłoby do dna. nie byłoby pionowej wymiany wody).

W porównaniu z innymi cieczami woda posiada:

- wysoką temperaturę wrzenia i topnienia
- wysokie ciepło właściwe, ciepło topnienia i parowania
- duże napięcie powierzchniowe

BUFORY – mieszaniny składające się z dwóch składników – **protonodawcy i protonobiorcy:**

- Słabego kwasu i soli tego kwasu z mocną zasadą (bufor wodorowęglanowy – H_2CO_3 – protonodawca, HCO_3^- - protonobiorca)
- Słabej zasady i soli tej zasady z mocnym kwasem (zasada amonowa i chlorek amonu)
- Dwóch soli wieloprotonowego kwasu (bufor fosforanowy – $H_2PO_4^-$ - protonodawca, HPO_4^{2-} - protonobiorca)

Bufory mają zdolność przeciwdziałania zmianom pH zarówno podczas ich rozcieńczania jak i dodawania niewielkich ilości mocnego kwasu lub mocnej zasady

Roztwory buforowe są stosowane wszędzie tam, gdzie musi być utrzymane stałe pH.

Przygotowując bufory możemy uzyskać roztwory o żądanym pH.

Układy buforowe odgrywają niezmiernie ważną rolę w żywych organizmach, w których stężenie jonów wodorowych może zmieniać się tylko w wąskim przedziale.

MECHANIZM DZIAŁANIA BUFORU FOSFORANOWEGO

- $H_2PO_4^- + OH^- \rightarrow HPO_4^{2-} + H_2O$
- $HPO_4^{2-} + H_3O^+ \rightarrow H_2PO_4^- + H_2O$

RÓWNANIE HENDERSONA – HASSELBALCHA:

$$pH = pKa + \log C\ soli/C\ kwasu$$

pH buforu zależy od rodzaju składników tworzących ten bufor i od stosunku w jakim są zmieszane, nie zależy od bezwzględnych wartości stężeń składników

pH buforu nie zmienia się podczas rozcieńczania

Działanie buforowe zależy od stężenia kwasu, jego stałej dysocjacji i stężenia soli

POJEMNOŚĆ BUFOROWA

Wyraża zdolność wiązania jonów H^+ i OH^-, jej miarą jest liczba moli jonów mocnego kwasu lub mocnej zasady jaką należy dodać do 1 dm^3 roztworu buforowego aby zmienić jego pH o jednostkę.

Zależy od bezwzględnych stężeń składników oraz ich stosunku.

Jest tym większa, im wyższe są stężenia obu składników.

BUFOR WODOROWĘGLANOWY ($NaHCO_3/H_2CO_3$)

- Najważniejszy element równowagi kwasowo-zasadowej (ze względów ilościowych oraz podatności na oddechowe i metaboliczne mechanizmy regulacyjne)
- Działa w układzie otwartym (CO_2 usuwany przez płuca, HCO_3^- resorbowany i regenerowany w nerkach)
- Regulacja oddechowa poprzez eliminację CO_2, regulacja metaboliczna poprzez eliminację jonów H^+ przez nerki i zapewnienie dostatecznej ilości HCO_3^-
- Niezbędna jest obecność anhydrazy węglanowej

BUFOR HEMOGLOBINOWY

- Jego działanie polega na wiązaniu jonów H^+ w obrębie naczyń włosowatych tkanek a następnie uwalnianiu w naczyniach włośniczkowych płuc
- Hemoglobina jest potrzebna do pełnej efektywności działania tego buforu

BUFOR FOSFORANOWY

- Jest najważniejszym ilościowo buforem moczu. Wydalanie z moczem nadmiernych ilości fosforanów ($H_2PO_4^-$) podwyższa pH krwi
- Jeśli odczyn moczu jest alkaliczny dochodzi łatwo do tworzenia nierozpuszczalnych soli fosforanowych z jonami wapnia i magnezu

Na właściwe funkcjonowanie organizmu ma wpływ stałość środowiska wewnętrznego bez względu na przemiany metaboliczne

- **Równowaga jonowa (izojonia)**
- **Równowaga kwasowo-zasadowa (izohydria)**
- **Równowaga stężeń substancji w płynach wewnątrz i pozakomórkowych (izoosmia, izotonia)**
- **Równowaga energetyczna warunkująca stałość temperatury (izotermia)**

Za utrzymanie izohydrii odpowiedzialne są:

- **W osoczu – bufor wodorowęglanowy i białczanowy**
- **W krwinkach – bufor wodorowęglanowy i hemoglobinowy**
- **W komórkach – bufor fosforanowy**

pH krwi jest zdeterminowane stosunkiem jonów HCO_3^- do CO_2 i wynosi 20:1

Hipowentylacja wzmaga zwrotne wchłanianie HCO_3^- i zwiększa wydalanie jonów H^+ w nerkach

Hiperwentylacja hamuje wchłanianie HCO_3^- co powoduje zmniejszenie wydalania jonów H^+ do moczu

W **kwasicy metabolicznej** dochodzi do wzrostu stężenia H^+ lub spadku HCO_3^- (nasilona neutralizacja). Spadek pH pobudza ośrodek oddechowy do zwiększenia wydalania CO_2 – pH obniża się (10:1)

W **kwasicy oddechowej** wzrasta ciśnienie parcjalne CO_2 w pęcherzykach ze względu na zmniejszoną zdolność płuc do jego usuwania – pH obniża się (20:2)

W **alkalozie metabolicznej** następuje wzrost stężenia HCO_3^- lub utrata H^+ - pH rośnie (40:1)

W **alkalozie oddechowej**, wskutek hiperwentylacji, spada zawartość CO_2 we krwi – pH rośnie (20:0.5)

ROZTWÓR to układ złożony z:

- ośrodka dyspersyjnego
- ośrodka zdyspergowanego

Ze względu na rozdrobnienie cząstek roztwory dzielimy na:

- **Roztwory rzeczywiste** (o rozdrobnieniu molekularnym – mniejsze niż 1 nm) – np.: **roztwór NaCl** jest homogeniczny, jednofazowy i dwuskładnikowy (woda i NaCl), **woda z lodem** jest heterogeniczna, dwufazowa i jednoskładnikowa (woda), **woda z rtęcią** jest heterogeniczna, dwufazowa i dwuskładnikowa (woda i rtęć)
- **Roztwory koloidalne** (heterogeniczne, o rozdrobnieniu od 1 do 500 nm)
- **Zawiesiny** (niejednorodne o rozdrobnieniu powyżej 500 nm)

ROZPUSZCZANIE jest to proces prowadzący do otrzymania jednorodnej makroskopowo mieszaniny. Może zachodzić poprzez:

- Mieszanie się (proces fizyczny)
- Solwatację (oddziaływania międzycząsteczkowe)
- Reakcje chemiczne

ROZPUSZCZALNOŚĆ – maksymalna ilość gramów substancji, którą w danej temperaturze i pod danym ciśnieniem można rozpuścić w 100 g rozpuszczalnika otrzymując roztwór nasycony

W zależności od ilości substancji rozpuszczonej wyróżniamy roztwory **nasycone, nienasycone i przesycone**

STĘŻENIE ROZTWORU to zawartość substancji rozpuszczonej w określonej ilości roztworu

Stężenie procentowe:

•% masowe – liczba gramów substancji rozpuszczonej zawartej w 100 g roztworu

•% objętościowe – liczba cm^3 substancji rozpuszczonej zawartej w 100 cm^3 roztworu

•% masowo-objętościowe – liczba gramów substancji rozpuszczonej zawartej w 100 cm^3 roztworu

Stężenie molowe – liczba moli substancji rozpuszczonej zawartej w 1 dm^3 (1l) roztworu

Stężenie molalne – liczba moli substancji rozpuszczonej w **1 kg rozpuszczalnika**

Stężenie molarne – liczba moli substancji rozpuszczonej **w 1 kg roztworu**

ppm (parts per milion) – liczba g substancji w 1 000 000g roztworu

ppb (parts per miliard) – liczba g substancji w 10^9 części wagowych

CECHY CHARAKTERYSTYCZNE KOLOIDU:

- Heterogeniczne
- Nie dializują przez błony półprzepuszczalne
- Wykazują efekt Tyndalla
- Wykazują ruchy Browna oraz sedymentację
- Stężenie koloidu można oznaczyć instrumentalnie (absorpcjometria, nefelometria, turbidymetria)

Najbardziej rozpowszechnione układy koloidalne:

- **ZOLE** (roztwory ciał stałych w cieczy – płyny ustrojowe)

- **EMULSJE** (roztwory cieczy w cieczy – olej w wodzie)

KOAGULACJA –proces polegający na łączeniu się cząstek koloidu w większe agregaty podczas nieuporządkowanych zderzeń i **tworzeniu żelu**

PEPTYZACJA – prowadzi do zwiększenia stopnia rozdrobnienia cząstek koloidowych i **przejścia w stan zolu**

OSMOZA

Zjawisko polegające na samorzutnym przechodzeniu cząsteczek rozpuszczalnika przez błonę półprzepuszczalną, oddzielającą rozpuszczalnik od roztworu. Warunkiem koniecznym do wystąpienia osmozy jest różna liczba cząstek osmotycznie czynnych po obu stronach błony półprzepuszczalnej.

Błony półprzepuszczalne – np. błony komórkowe

CIŚNIENIE OSMOTYCZNE

Ciśnienie, przy którym ustala się równowaga dynamiczna – jednakowe ilości cząsteczek rozpuszczalnika dyfundują w obu kierunkach. Jest ono zawsze skierowane ku roztworowi bardziej stężonemu, a przemieszczanie się rozpuszczalnika z jednej przestrzeni do drugiej jest uwarunkowane różnicą ciśnień osmotycznych jakie panują między tymi przestrzeniami. Jest wyrażane w jednostkach ciśnienia lub stężenia – w osmolach (1 osmol odpowiada ciśnieniu osmotycznemu jakie w temp 0^0 C wywiera względem wody roztwór niedysocjującej substancji o stężeniu 1 mol/kg **rozpuszczalnika** (*osmola**l**ność*) lub **roztworu** (*osmola**r**ność*)

Przykład:

Roztwór 1 mmol/kg glukozy (nie dysocjująca) = 1 miliosmol

Roztwór 1 mmol/kg NaCl (dysocjująca) = 2 miliosmole

Regulacja ciśnienia osmotycznego

Wszystkie związki chemiczne krwi wykazują pewną prężność, podlegającą ogólnym prawom fizycznym (składniki mineralne).

Ciśnienie osmotyczne tych związków, proporcjonalne do ich stężenia, zapewnia ustrojowi prawidłowe funkcjonowanie. Wzrasta ono wraz ze wzrostem temperatury

(1^0 C wzrost o 1/273 wartości początkowej).

Ciśnienie związków drobnocząsteczkowych jest w zasadzie jednolite zarówno we krwi jak i płynie tkankowym (Na^+, Cl^-).

Regulacja zawartości wody

Regulacja zawartości wody wiąże się ściśle z ciśnieniem osmotycznym i jest zależna od stężenia związków drobnocząsteczkowych (sole min) a także wielkocząsteczkowych (białka).

Zwiększenie stężenia soli w osoczu powoduje wzrost stężenia soli we wszystkich płynach tkankowych i utratę wody przez komórki. Regulacja ciśnienia osmotycznego odbywa się poprzez wydalanie wody oraz składników min z moczem.

Zakwaszenie ustroju zwiększa wodochłonność.

Ciśnienie onkotyczne

Ciśnienie osmotyczne substancji koloidowych jest stosunkowo niewielkie – ok. 200 razy mniejsze niż związków drobnocząsteczkowych. Zasadniczą rolę odgrywają tu albuminy surowicze.

Ciśnienie onkotyczne umożliwia krążenie krwi. Limfa ma ten sam skład mineralny co krew ale zawiera mniej białek. Dzięki temu zachodzi stały odpływ wody z limfy a tym samym z tkanek do naczyń krwionośnych w celu zrównoważenia ciśnień.

ROZTWÓR IZOTONICZNY – taki, który przedzielony błoną naturalną nie wywiera żadnego ciśnienia osmotycznego. Toniczność jest uwarunkowana stężeniami cząsteczek niedyfundujących przez blonę.

Dla błon doskonałych (dyfundują tylko cząsteczki rozpuszczalnika) – roztwory izoosmotyczne są izotoniczne

Dla błon rzeczywistych (selektywnie półprzepuszczalnych również dla związków niskocząsteczkowych) – roztwory izoosmotyczne nie muszą być izotoniczne.

Przykład

A		B
sacharoza 0.5 mol/l	|	**sacharoza 1 mol/l**
mocznik 0.5 mol/l	← |→	

Roztwór A jest izoosmotyczny względem B.

Roztwór A jest hipotoniczny.

Kierunek przepływu wody od A do B. Hipotoniczność warunkuje przepływ wody na drodze osmozy.

Osmotyczność zależy od sumy stężeń wszystkich składników roztworu (całkowite ciśnienie osmotyczne)

Toniczność jest uwarunkowana stężeniami cząsteczek niedyfundujących przez błonę (efektywne ciśnienie osmotyczne)

Przykład

A		B
sacharoza 0.5 mol/l	|	sacharoza 0.5 mol/l
mocznik 1mol/l	←|→	

Rozwór A jest hiperosmotyczny względem B.

Roztwór A jest izotoniczny.

Kierunek przepływu wody wyrównany w obu kierunkach.

Izotoniczność jest przyczyną wyrównanego przepływu wody.

HEMOLIZA – po umieszczeniu krwinki czerwonej w roztworze hipotonicznym następuje przenikanie wody do wnętrza komórki – błona komórkowa ulega rozerwaniu.

PLAZMOLIZA – po umieszczeniu krwinki czerwonej w roztworze hipertonicznym następuje przenikanie wody z płynu komórkowego, o niższym ciśnieniu osmotycznym, na zewnątrz – do środowiska o wyższym ciśnieniu osmotycznym

DYFUZJA

Proces samorzutnego przemieszczania się cząsteczek, odbywa się zawsze z przestrzeni o wyższym do przestrzeni o niższym ich stężeniu. Na procesie dyfuzji opiera się, między innymi, wymiana gazowa w płucach.

Podczas wdechu – zwiększa się objętość klatki piersiowej i dochodzi do przemieszczenia się powietrza do płuc. W efekcie obniża się ciśnienie parcjalne tlenu w stosunku do powietrza, a zwiększa w stosunku do krwi

Podczas wydechu – objętość klatki piersiowej wraca do objętości wyjściowej, z wydychanym powietrzem zostają usunięte CO_2 i H_2O

W płucach dyfuzja warunkuje przenikanie tlenu z pęcherzyków do krwi tętniczej, a CO_2 z krwi żylnej do pęcherzyków

Na poziomie komórek, gdzie ciśnienie parcjalne tlenu jest mniejsze, jest on oddawany tkankom. Równocześnie CO_2 powstający w tkankach jest usuwany

Kierunek wymiany wyznacza gradient ciśnień –

od większego do mniejszego

RÓWNOWAGA DONNANA

Zjawisko polegające na nierównomiernym rozmieszczeniu dyfundujących jonów elektrolitu gdy w jednej z dwóch sąsiadujących i oddzielonych błoną przestrzeni wodnych znajdują się niedyfundujące jony koloidalne. W efekcie jednak suma ładunków dodatnich równa się sumie ładunków ujemnych.

Białka jako wielkocząsteczkowe koloidy, nie mogą przenikać przez błony ale jako jony wpływają na rozmieszczenie dyfundujących elektrolitów.

Konsekwencje istnienia równowagi Donnana

- skład elektrolitowy przestrzeni śródmiąższowej różni się od tego w osoczu – wpływa na to różna zawartość białek polianionowych
- pH w erytrocycie jest niższe (7.19) niż w osoczu (7.4) ze względu na 5 krotnie większe stężenie białka polianionowego w erytrocycie
- istnienie równowagi ma wpływ na wchłanianie leków występujących w formie jonów