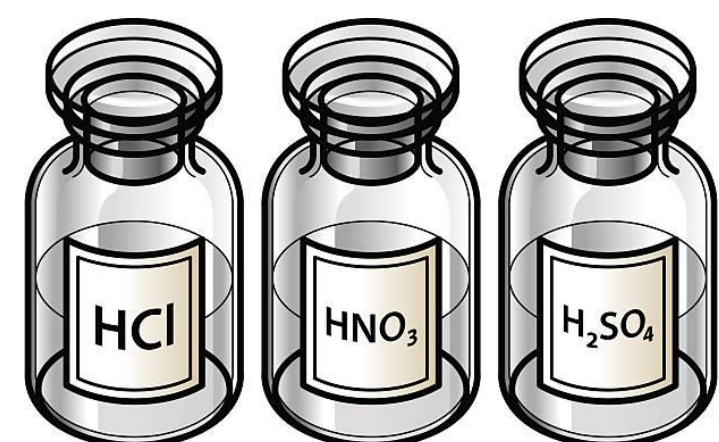




WYKŁAD nr 2

Charakterystyka substancji nieorganicznych

Zakres merytoryczny:

- ❑ klasyfikacja i nazewnictwo związków nieorganicznych (kwasy, zasady/wodorotlenki, sole, tlenki, nadtlenki),
- ❑ właściwości fizykochemiczne substancji (gęstość, pH, temperatura zapłonu i palenia, temperatura wrzenia, temperatura topnienia, zmiany stanu skupienia, polarność, toksyczność związków chemicznych, właściwości żrące kwasów i zasad, właściwości duszące np. amoniaku i chloru, szkodliwość tlenku węgla, rakotwórczość, NDS),
- ❑ mieszaniny i roztwory (mieszaniny jedno- i wielofazowe, roztwory rzeczywiste, rozpuszczalność, określanie stężeń, reguła mieszania).

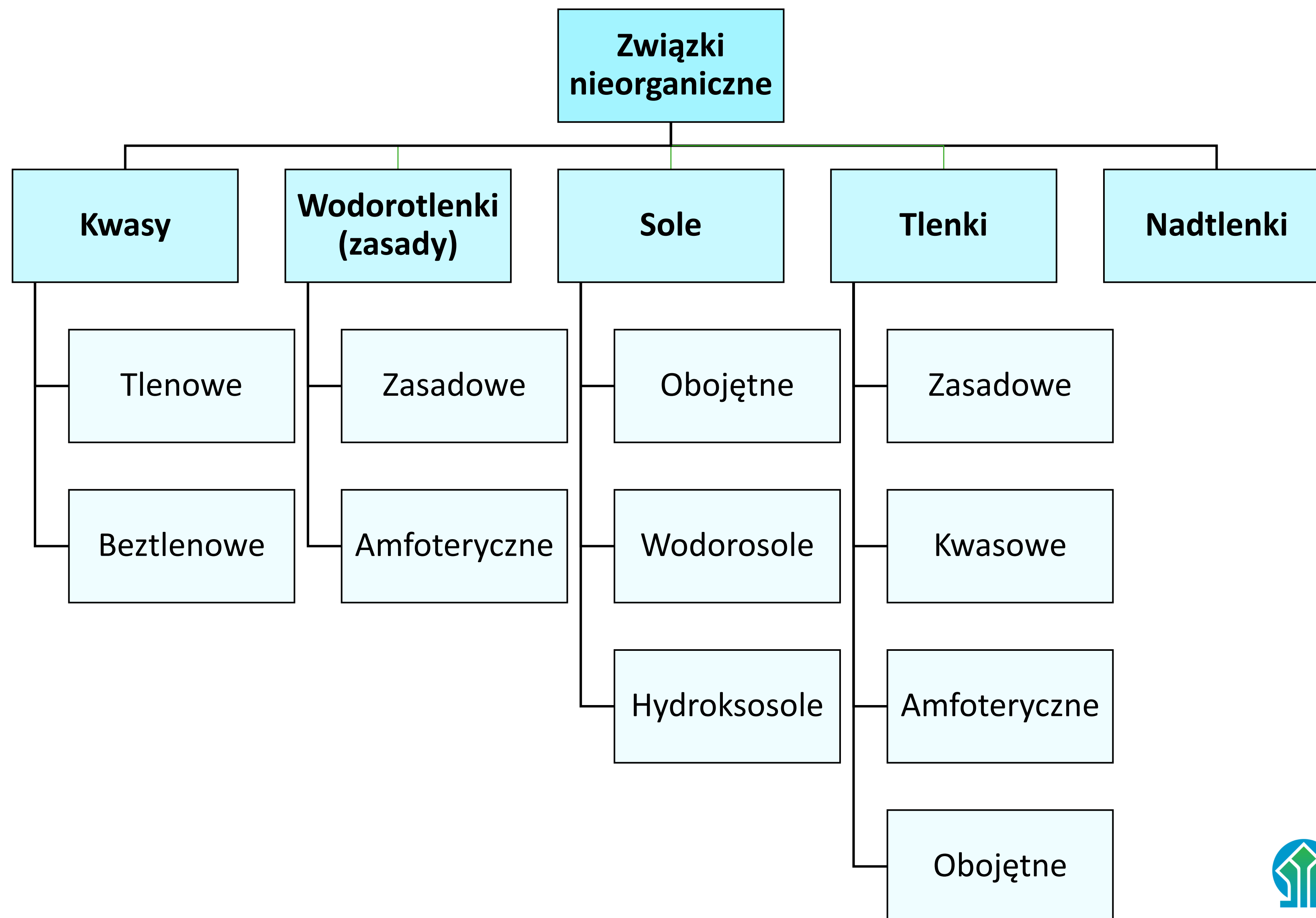
Klasyfikacja związków nieorganicznych

Związki nieorganiczne – wszystkie związki chemiczne, niebędące związkami organicznymi, tj. takie, które nie zawierają atomów węgla, oraz nieliczne najprostsze związki węgla (tradycyjnie zaliczane do związków nieorganicznych).

Zalicza się do nich: tlenek węgla, ditlenek węgla, disiarczek węgla, diselenek węgla, węgliki, cyjanowodór oraz kwas węglowy, kwas cyjanowy, kwas izocyjanowy, kwas piorunowy i ich sole (węglany, wodorowęglany, cyjanki, cyjaniany itd.).



Klasyfikacja związków nieorganicznych



Nazewnictwo tlenowych kwasów nieorganicznych

Kwasy tlenowe:

- do wyrazu ***kw*** dodaje się ***nazwę pierwiastka***, wchodzącego w jego skład reszty kwasowej (innego niż tlen) z końcówką **–owy**
- jeśli dany pierwiastek tworzy więcej niż jeden kwas to po prawej stronie nazwy dopisuje się **cyfrę rzymską** w nawiasie (wartościowość)

H_2SO_3 – kwas siarkowy (IV)

H_2SO_4 – kwas siarkowy (VI)

H_2CO_3 – kwas węglowy

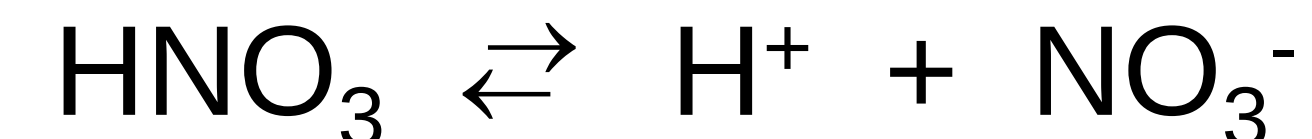
H_3PO_3 – kwas fosforowy (III)

H_3PO_4 – kwas fosforowy (V)

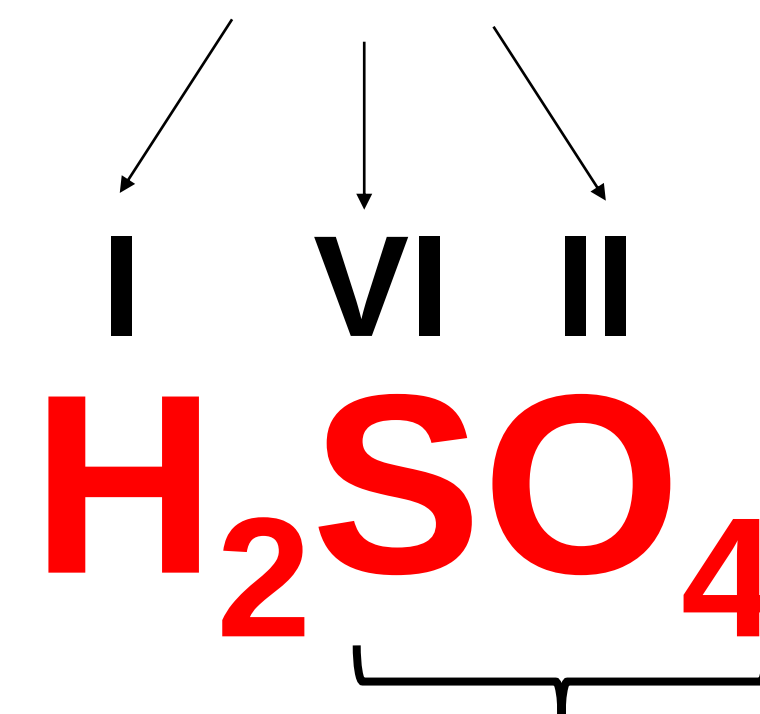
HNO_2 – kwas azotowy (III)

HNO_3 – kwas azotowy (V)

dysocjacja elektrolityczna



wartościowość



Nazewnictwo beztlenowych kwasów nieorganicznych

Kwasy beztlenowe:

- do wyrazu ***kw*** dodaje się ***nazwę niemetalu***, wchodzącego w skład kwasu z końcówką – ***wodorowy***

HCl – kwas chlorowodorowy (kwas solny)

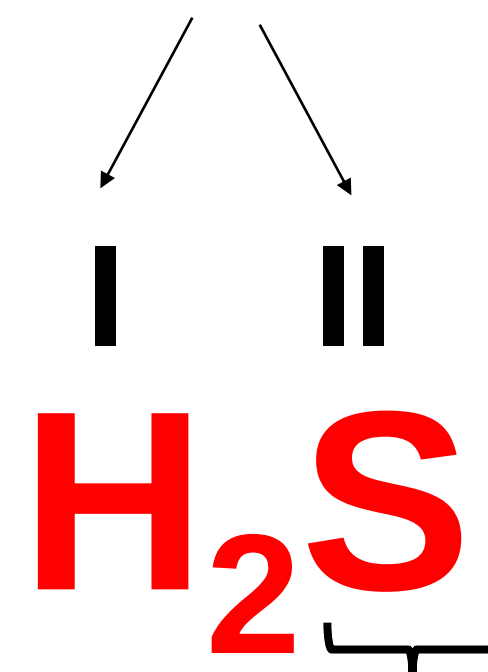
HF – kwas fluorowodorowy

HBr – kwas bromowodorowy

HI – kwas jodowodorowy

H₂S – kwas siarkowodorowy

wartościowość



reszta kwasowa

dysocjacja elektrolityczna



Siarkowodór (H₂S) w warunkach normalnych jest bezbarwnym i palnym gazem, którego silny, charakterystyczny zapach zgniłych jaj jest wyczuwalny w bardzo niewielkich stężeniach!

Kryteria podziału kwasów nieorganicznych

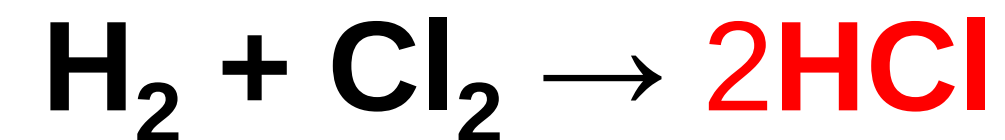
Wzór kwasu	Kryterium podziału			
	skład	moc	lotność	trwałość
H_2SO_3 H_2SO_4 H_2CO_3 H_3PO_4 HNO_2 HNO_3	tlenowy	średni mocny słaby średni średni mocny	- trudno lotny - trudno lotny - lotny	nie trwałe trwałe nie trwałe trwałe nie trwałe trwałe
HCl HF HBr HI H_2S	beztlenowy	mocny średni mocny mocny słaby	lotny lotny lotny lotny lotny	trwałe trwałe trwałe trwałe trwałe

Metody otrzymywania kwasów nieorganicznych

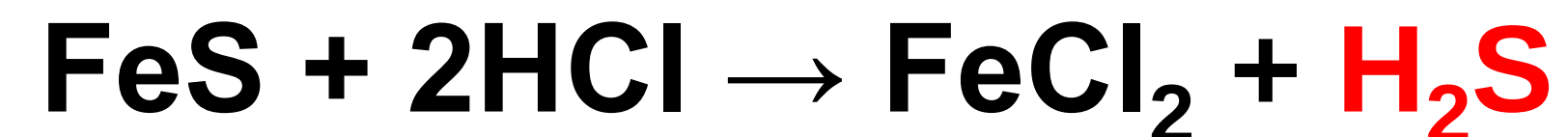
- działanie wodą na tlenki kwasowe (reagujące z wodą):



- działanie wodorem na niemetal i rozpuszczanie w wodzie otrzymanego wodoru:



- reakcja soli kwasów słabych z kwasami mocnymi:



Nazewnictwo wodorotlenków

Zasady (wodorotlenki):

- zasady – wodne roztwory wodorotlenków
- nazwa wodorotlenku składa się z dwu wyrazów, do wyrazu **wodorotlenek** dodaje się wyraz, pochodzący od **nazwy metalu**
- jeśli dany metal tworzy związki, w których występuje na różnych stopniach utleniania, to dopisuje się **cyfrę rzymską** w nawiasie (wartościowość metalu)

NaOH – wodorotlenek sodu

KOH – wodorotlenek potasu

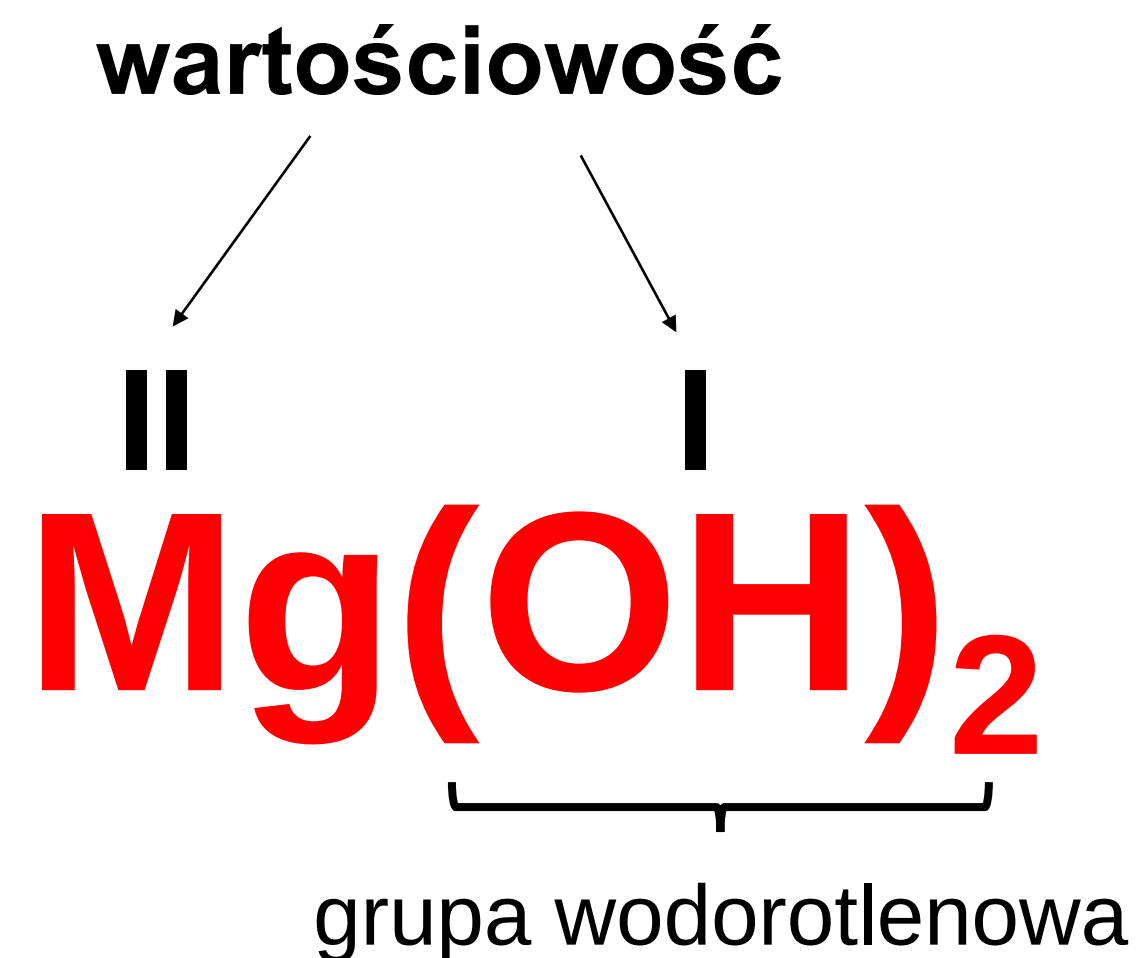
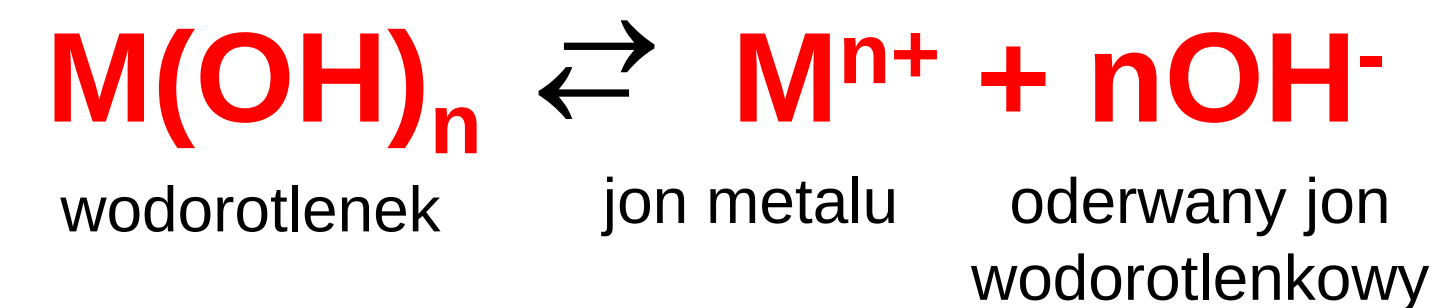
Ca(OH)₂ – wodorotlenek wapnia

Mg(OH)₂ – wodorotlenek magnezu

Fe(OH)₂ – wodorotlenek żelaza(II)

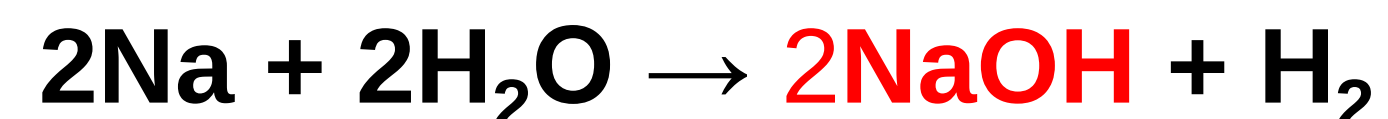
Fe(OH)₃ – wodorotlenek żelaza(III)

dysocjacja elektrolityczna

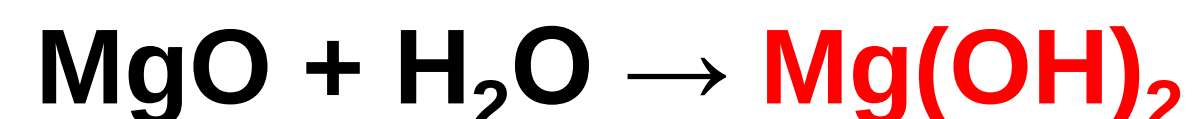


Metody otrzymywania wodorotlenków

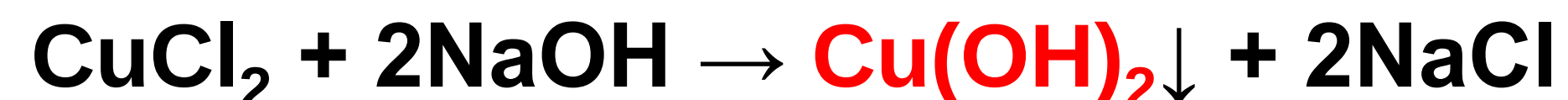
- przez działanie wodą na metale aktywne (z pierwszej lub drugiej grupy układu okresowego):



- przez działanie wodą na tlenki zasadowe (reagujące z wodą):



- jeżeli metal i jego tlenek nie reagują z wodą, to takie wodorotlenki otrzymuje się przez działanie na rozpuszczalne sole mocnymi zasadami:



Nazewnictwo soli kwasów tlenowych

Sole kwasów tlenowych:

- wyraz utworzony od **nazwy kwasu** przyjmuje końcówkę **–an**
- jeżeli dany niemetal tworzy kwasy, w których ma różny stopień utlenienia, to po nazwie dopisuje się **cyfrę rzymską** w nawiasie (wartościowość niemetalu)
- drugi wyraz tworzy się identycznie jak w nazwach soli kwasów beztlenowych

Na_2SO_4 – siarczan(VI) sodu

CaCO_3 – węglan wapnia

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ – siarczan(VI) żelaza(III)

CaCO_3 jest stosowany w technologiach oczyszczania wody do wzrostu zasadowości oraz związania agresywnego ditlenku węgla!

Nazewnictwo soli kwasów beztlenowych

Sole kwasów beztlenowych:

- nazwa składa się z dwu wyrazów: do wyrazu utworzonego od ***nazwy kwasu*** dodaje się końcówkę ***–ek***, drugi wyraz pochodzący od ***nazwy metalu***
- jeżeli dany metal tworzy związki, w których występuje na różnych stopniach utlenienia, to dopisuje się **cyfrę rzymską** w nawiasie (wartościowość metalu)

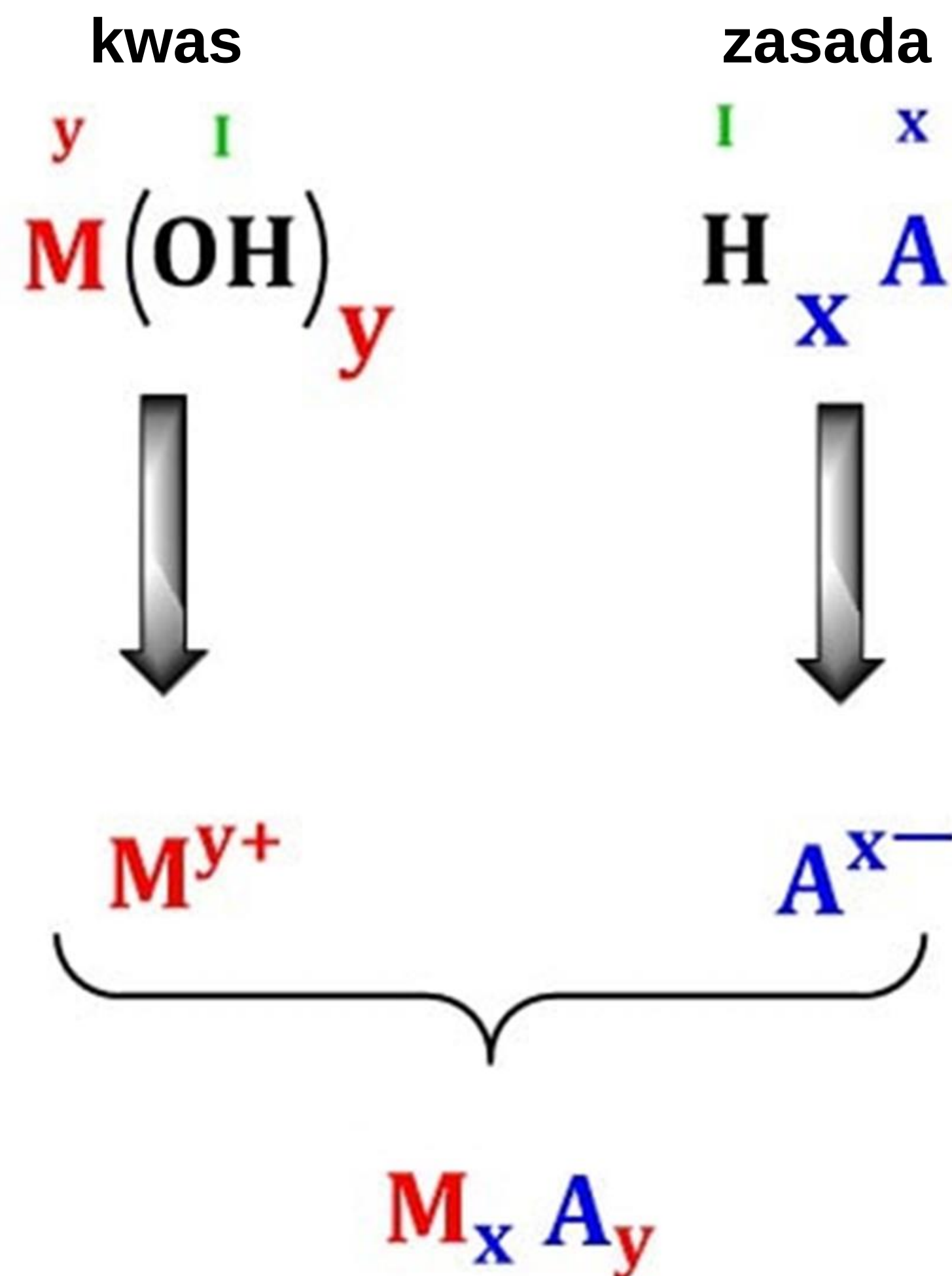
NaCl – chlorek sodu

ZnS – siarczek cynku

FeCl₃ – chlorek żelaza(III)

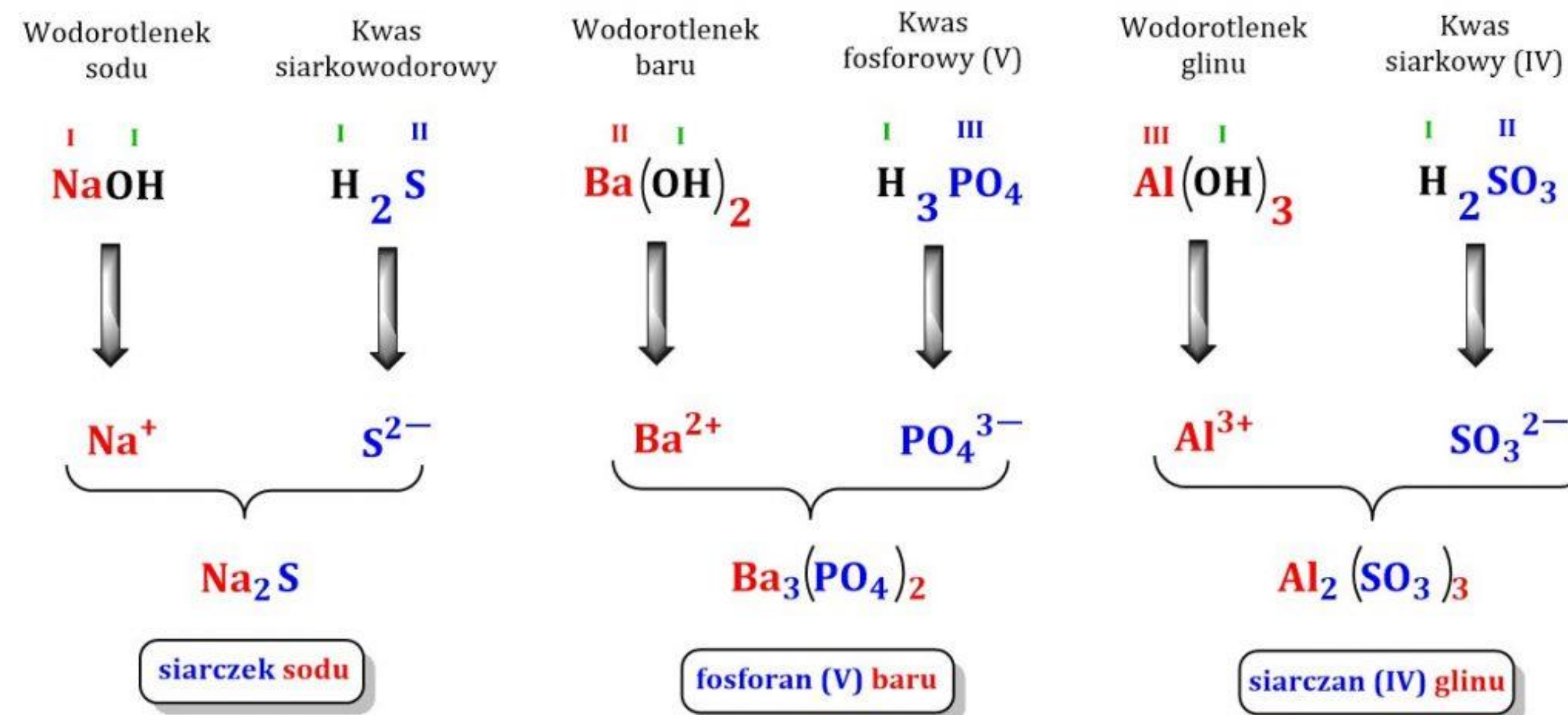
Siarczek cynku (ZnS) jest nierozpuszczalny w wodzie i słabych kwasach organicznych, ale roztwarza się w mocniejszych kwasach z wydzieleniem siarkowodoru (H₂S)!

Metody otrzymywania soli



Sole – związki chemiczne, składające się z metalu (pochodzącego od zasady) i reszty kwasowej, zgodnie z **regułą krzyżową**

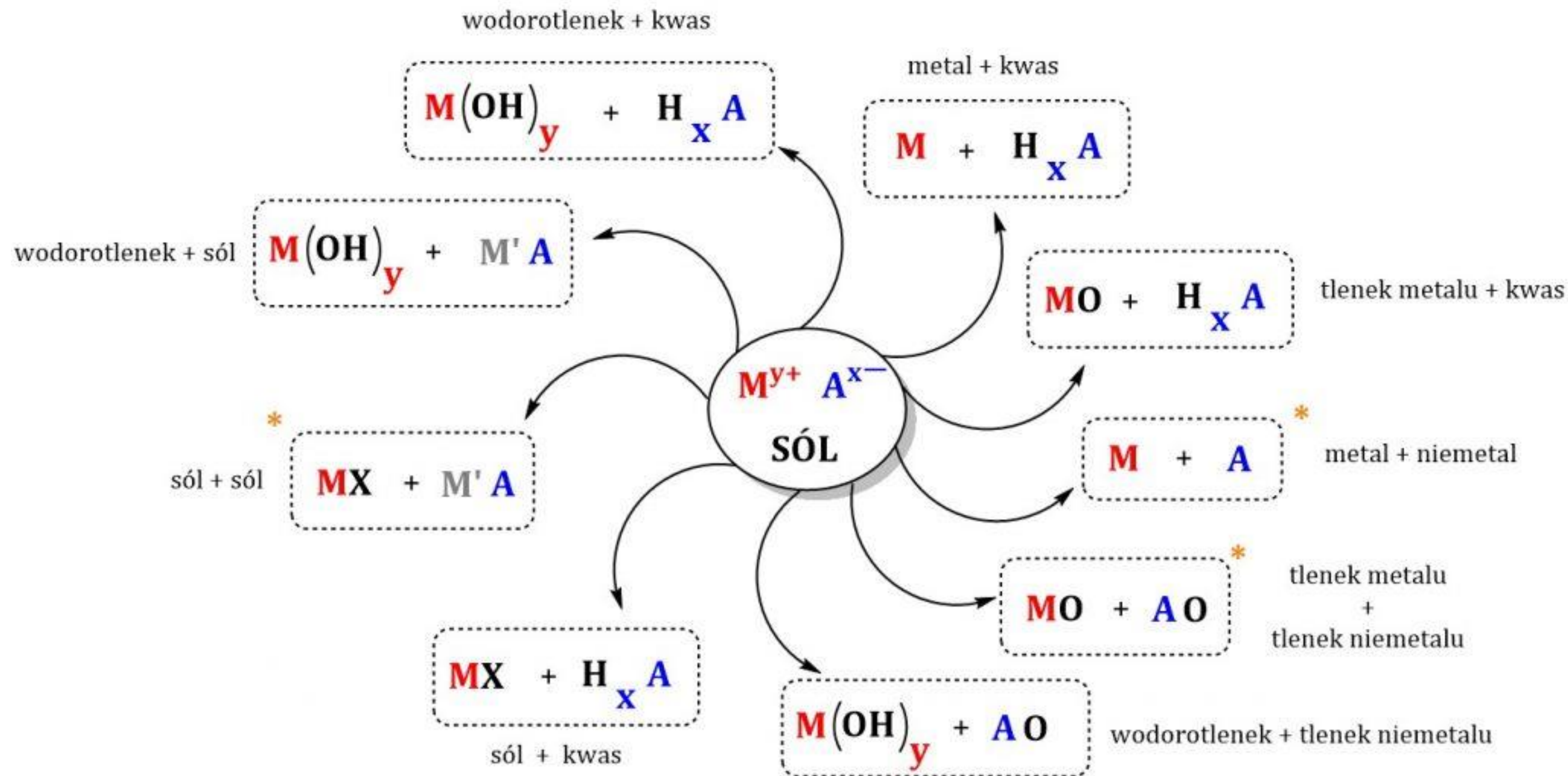
Przykłady:



M – metal, **A** – reszta kwasowa

<https://chemiamaturalna.com/sole/>

Metody otrzymywania soli



Podział soli

Sole obojętne:

składają się z atomów metalu lub grupy amonowej (NH_4^+) i reszt kwasowych, np. **NaCl , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, $(\text{NH}_4)\text{SO}_4$, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$**

Wodorosole:

oprócz atomów metalu i reszt kwasowych zawierają atomy wodoru; mogą je tworzyć tylko te kwasy, które zawierają w cząsteczce więcej niż jeden atom wodoru, np. **NaHCO_3 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{HS})_2$**

Hydroksosole:

składają się z atomów metalu, grup wodorotlenowych i reszt kwasowych; mogą je tworzyć tylko te wodorotlenki, które zawierają więcej niż jedną grupę wodorotlenową, np. **$\text{Ca}(\text{OH})\text{Cl}$, $\text{Zn}(\text{OH})\text{NO}_3$, $\text{Al}(\text{OH})\text{Cl}_2$**

Właściwości wodorosoli i hydroksosoli



M – metal

H – wodór

R – reszta kwasowa

n – wartościowość reszty kwasowej $-(1 \cdot x)$

m – wartościowość metalu

x – ilość atomów wodoru (zwykle 1 lub 2)

M – metal

R – reszta kwasowa

n, x, y, z – współczynniki stechiometryczne wynikające z wartościowości pierwiastków i grup



Wodorosole:

- ciała stałe
- dobrze rozpuszczalne w wodzie
- dobrze rozpuszczalne w rozpuszczalnikach polarnych
- w stanie stałym są izolatorami
- w stanie stopionym są przewodnikami prądu
- reagują z wodorotlenkami, tworząc sole
- reagują z kwasami, tworząc nowe wodorosole

Hydroksosole:

- ciała stałe
- słabo rozpuszczalne w wodzie
- reagują z kwasami, tworząc sole
- w stanie stałym są izolatorami
- w stanie stopionym słabo przewodzą prąd

Nazewnictwo wodorosoli i hydroksysoli

- nazwy wodorosoli i hydroksysoli tworzy się tak samo jak soli obojętnych, dodając odpowiednio **wodoro-** lub **hydroksy-**
- jeżeli dany metal/niemetal tworzy związki, w których ma różny stopień utlenienia, to po nazwie dopisuje się **cyfrę rzymską** w nawiasie (wartościowość metalu/niemetalu)

$\text{Ca}(\text{HS})_2$ – wodorosiarczek wapnia

$\text{Fe}(\text{HSO}_4)_2$ – wodorosiarczan(VI) żelaza(II)

$\text{Mg}(\text{HSO}_4)_2$ – wodorosiarczan(VI) magnezu

NaHCO_3 – wodorowęglan sodu

$\text{Al}(\text{OH})\text{Cl}_2$ – dichlorek hydroksoglinu

$\text{Ca}(\text{OH})\text{NO}_3$ – azotan(V) hydroksowapnia



NaHCO_3 ma odczyn zasadowy, dlatego 1%-owy roztwór używa się do przemywania skóry przy poparzeniach kwasami!

Nazewnictwo tlenków

- tlenki – dwuskładnikowe związki pierwiastków z tlenem
- nazwa tlenku składa się z dwóch wyrazów, do wyrazu **tlenek** dodaje się drugi wyraz utworzony od **nazwy pierwiastka**
- jeśli dany pierwiastek tworzy związki, w których ma różny stopień utlenienia, to w nazwie podaje się **rzymską cyfrę** w nawiasie (wartościowość pierwiastka)

FeO – tlenek żelaza(II)

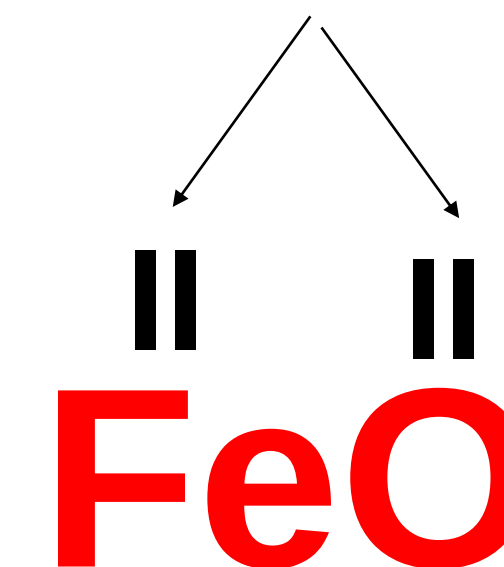
Fe_2O_3 – tlenek żelaza(III)

CaO – tlenek wapnia

CO_2 – tlenek węgla(IV)

P_2O_5 – tlenek fosforu(V)

wartościowość

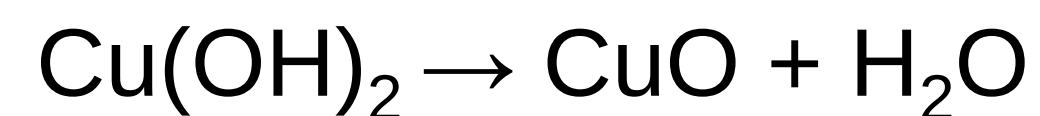
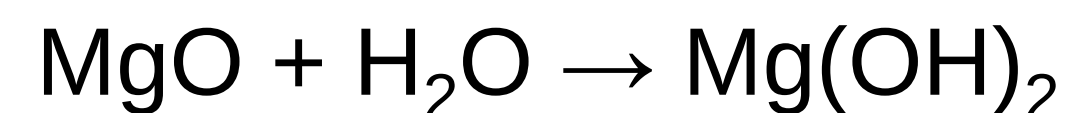
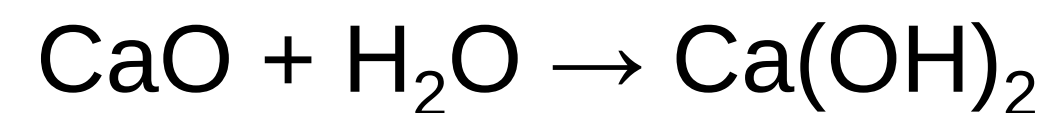


Tlenki zasadowe

Tlenki zasadowe

- tlenki zasadowe – tlenki, które w reakcji z wodą tworzą wodorotlenki lub powstają z wodorotlenków przez odłączenie wody
- są to tlenki metali alkalicznych

Przykłady:

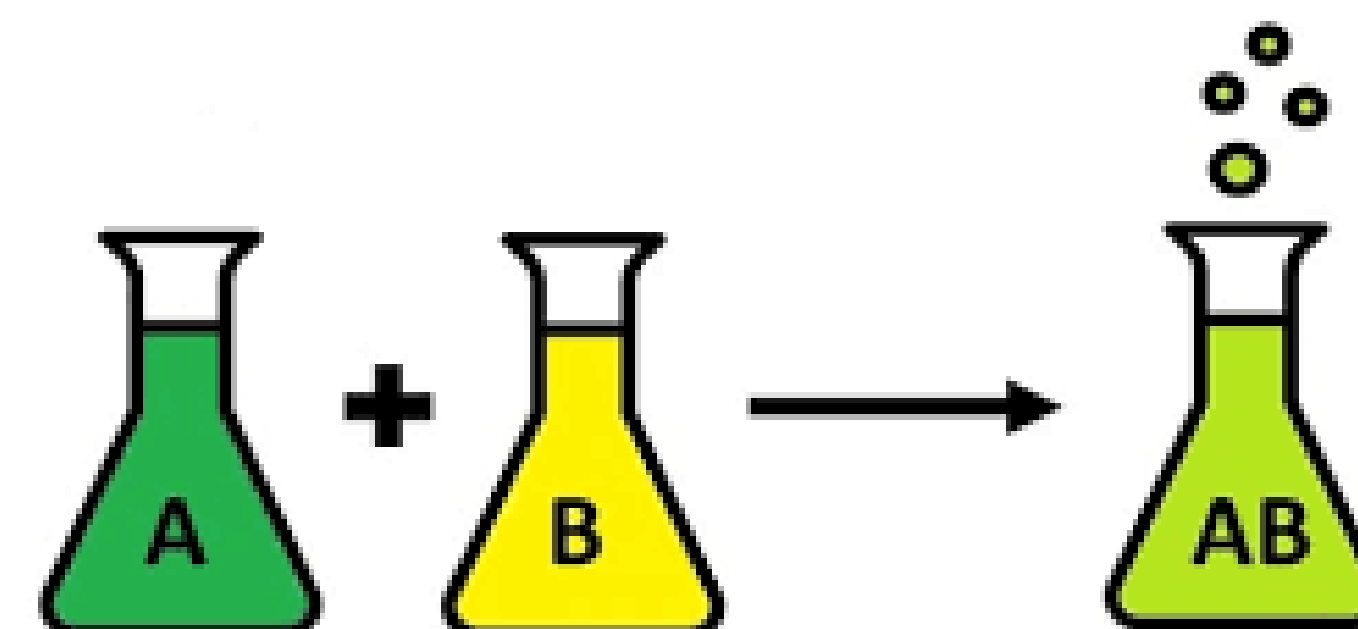


Tlenek miedzi(II) (CuO) nie reaguje z wodą, ale jest tlenkiem zasadowym, ponieważ powstaje przez rozkład wodorotlenku miedzi(II), więc zostaje spełniony drugi człon definicji określającej tlenek zasadowy!

Tlenki kwasowe

- tlenki kwasowe – tlenki, które w reakcji z wodą tworzą kwasy lub powstają z kwasów przez odłączenie wody
- są to głównie tlenki niemetalu

Przykłady:

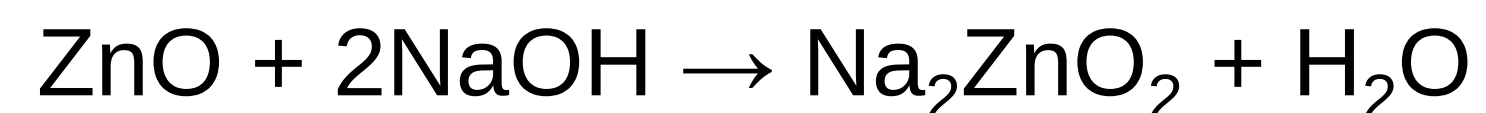
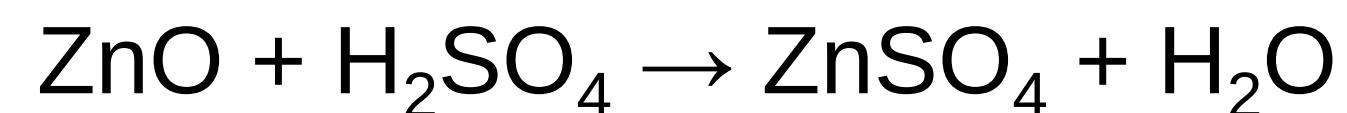
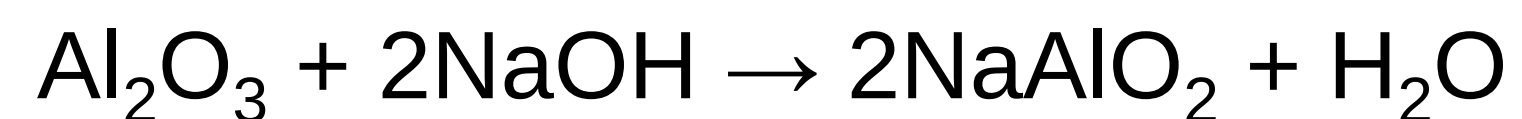
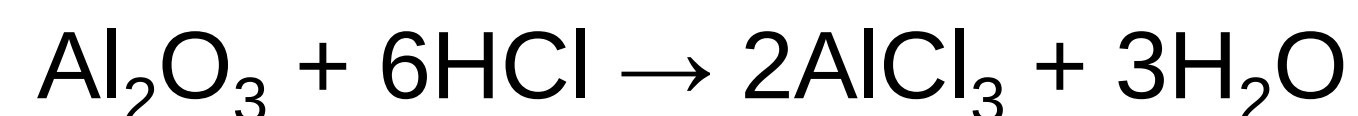


Tlenek krzemu(IV) (SiO_2) jest głównym składnikiem piasku i może być przyczyną pylicy płuc. Szczególnie narażeni na tę chorobę są pracownicy zatrudnieni w piaskowniach, kopalniach oraz przemyśle, w którym wykorzystuje się piasek!

Tlenki amfoteryczne

- w reakcji z mocnymi kwasami wykazują właściwości zasadowe
- w reakcji z mocnymi zasadami wykazują właściwości kwasowe

Przykłady reakcji tlenków amfoterycznych z kwasami i zasadami:



Nadtlenki

- nadtlenki – związki chemiczne, w których tlen występuje na I stopniu utlenienia
- charakterystyczną cechą nadtlenków jest wiązanie pomiędzy atomami tlenu (mostek tlenowy) **-O-O-**, które łatwo ulega rozerwaniu, przez co nadtlenki mają bardzo silne właściwości utleniające i generują wolne rodniki
- ogrzewanie nadtlenku prowadzi do wydzielania tlenu atomowego [O] lub rodników nadtlenkowych



H_2O_2 – nadtlenek wodoru

Na_2O_2 – nadtlenek sodu

Przykłady zastosowań nadtlenku wodoru:

- roztw. 3% - środek dezynfekujący i odkażający
- roztw. 3-15% - środek wybielający
- roztw. 30% (**perhydrol**) – produkcja środków czystości i barwników
- roztw. 85-98% - utleniacz paliwa rakietowego

Właściwości fizykochemiczne substancji

Właściwości fizyczne:

- stan skupienia
- barwa
- połysk
- gęstość
- twardość
- rozpuszczalność w wodzie i innych rozpuszczalnikach
- temperatura wrzenia i topnienia
- temperatura zapłonu i palenia
- przewodnictwo elektryczne i cieplne

Właściwości chemiczne:

- zapach
- smak
- toksyczność
- palność
- odczyn chemiczny
- pH
- aktywność chemiczna (zdolność do oddziaływania z innymi substancjami)



Właściwości fizykochemiczne substancji

Stan skupienia – podstawowa forma, w jakiej występuje substancja, określająca jej podstawowe właściwości fizyczne. Właściwości substancji wynikają z układu oraz zachowania cząsteczek tworzących daną substancję. Bardziej precyzyjnym określeniem form występowania substancji jest faza termodynamiczna materii.

Tradycyjny podział stanów skupienia:



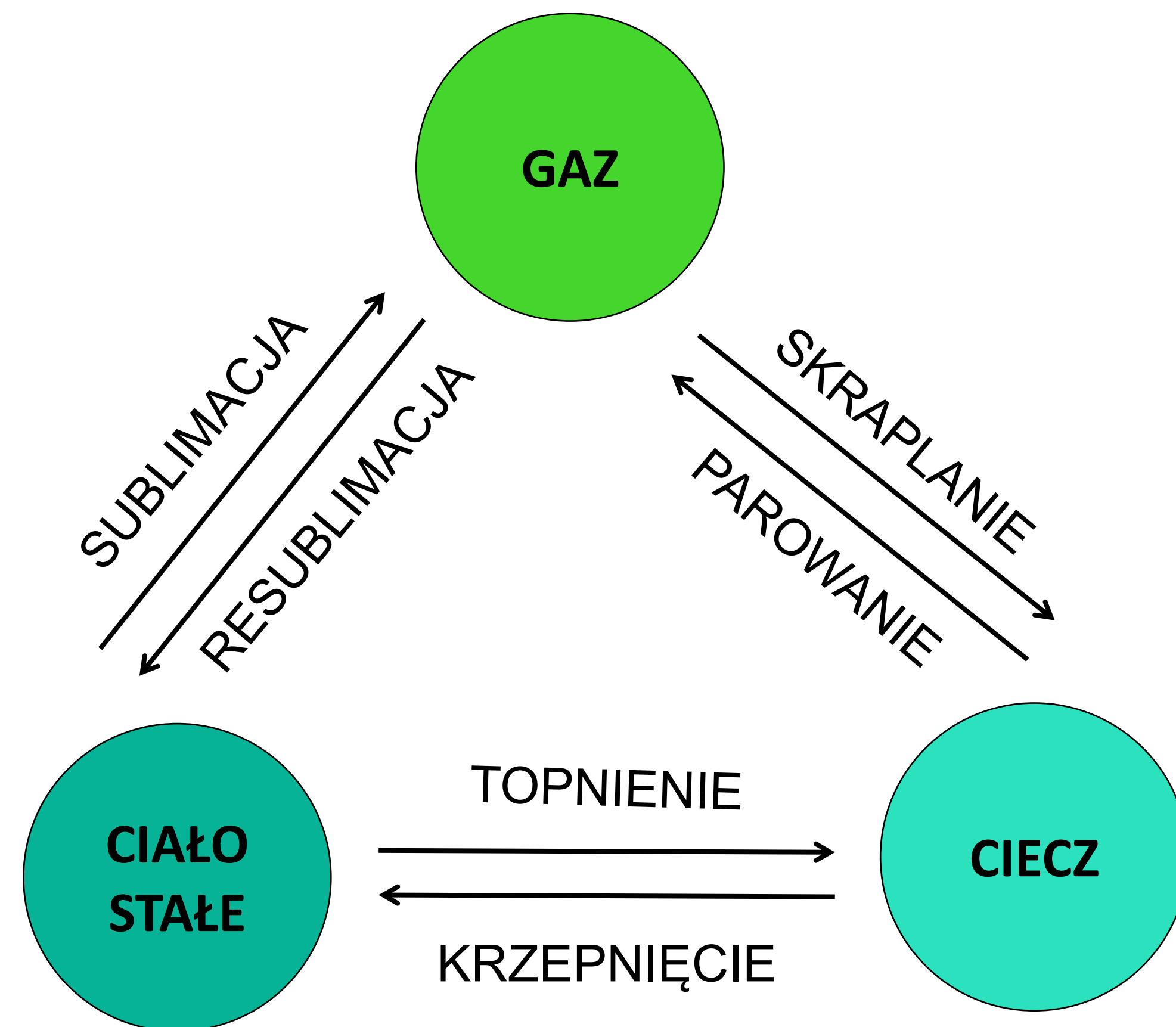
Podstawowe właściwości:

- stan skupienia **stały** – objętość i kształt są zachowane
- stan skupienia **ciekły** – trudno zmienić objętość, a kształt łatwo, w otwartym naczyniu w polu grawitacyjnym tworzy się powierzchnia swobodna
- stan skupienia **gazowy** – substancja przyjmuje objętość i kształt naczynia, zajmuje całą dostępną przestrzeń, czyli nie tworzy powierzchni swobodnej

Właściwości fizykochemiczne substancji

Zmiany stanu skupienia:

- **krzepnięcie** - przejście ze stanu ciekłego do stałego
- **topnienie** - przejście ze stanu stałego do ciekłego
- **parowanie** - przejście ze stanu ciekłego do gazowego
- **skraplanie** - przejście ze stanu gazowego do ciekłego
- **sublimacja** - przejście ze stanu stałego do gazowego
- **resublimacja** – przejście ze stanu gazowego do stałego



Wrzenie

Wrzenie – zjawisko przemiany ciecchy w gaz (parę), podczas którego powstają i rosną pęcherzyki pary nasyconej w objętości ciecchy. Wrzenie jest więc gwałtownym parowaniem nie tylko na powierzchni, ale także w całej objętości.

Temperatura wrzenia – temperatura, przy której ciśnienie powstającej pary (ciśnienie pary nasyconej) jest równe ciśnieniu otoczenia, skutkiem czego parowanie następuje w całej objętości ciecchy (dana substancja wrze).



Topnienie

Topnienie – przemiana fazowa, polegająca na przejściu substancji ze stanu stałego w stan ciekły.

Temperatura topnienia – temperatura, w której kryształ zamienia się w ciecz. Jest to także najwyższa temperatura, przy której może rozpocząć się krystalizacja tej substancji (w rzeczywistości jednak krystalizacja często zachodzi w temperaturze niższej niż temperatura topnienia, a jej wartość zależy od wielu czynników, na przykład ciśnienia, obecności zarodków krystalizacji, szybkości schładzania).

Nazwa substancji	Temperatura topnienia [°C]	Temperatura wrzenia [°C]
woda	0	100
rtęć	-39	357
ołów	328	1756
żelazo	1538	2800
alkohol etylowy	-115	78
gliceryna	18	290



Gęstość

Gęstość – stosunek masy substancji do zajmowanej przez nią objętości:

$$d = \frac{m}{V}$$

gdzie:

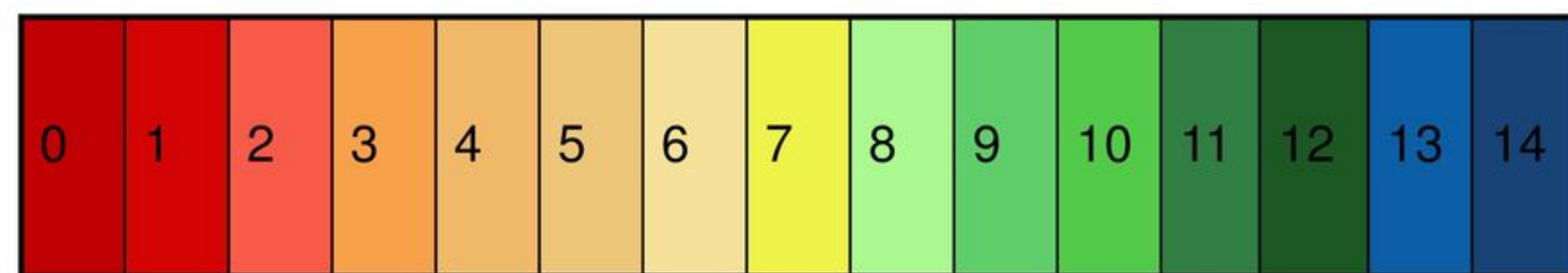
m – masa [kg]

V – objętość [m³]

Stan skupienia	Nazwa substancji	Gęstość [kg/m³]
gaz	wodór	0,09
	hel	0,18
	powietrze	1,20
	azot	1,25
	tlen	1,43
ciecz	benzyna	700,00
	alkohol	790,00
	nafta	810,00
	woda	1 000,00
	rtęć	13 546,00
ciało stałe	drewno	700,00
	lód	917,00
	aluminium	2 720,00
	żelazo	7 875,00
	złoto	19 282,00

Skala pH i odczyn roztworu

Skala pH – ilościowa skala kwasowości i zasadowości roztworów wodnych związków chemicznych. Skala ta jest oparta na aktywności jonów wodorowych H^+ w roztworach wodnych.



Odczyn kwaśny

Odczyn obojętny

Odczyn zasadowy

pH = 7 – roztwór obojętny

od 1 do 7 **rośnie kwasowość** (wzrost stężenia jonów H^+),

od 7 do 14 **rośnie zasadowość** (wzrasta stężenie jonów OH^-).



Zasada (i roztwór obojętny) barwi uniwersalny papier lakmusowy **na niebiesko**

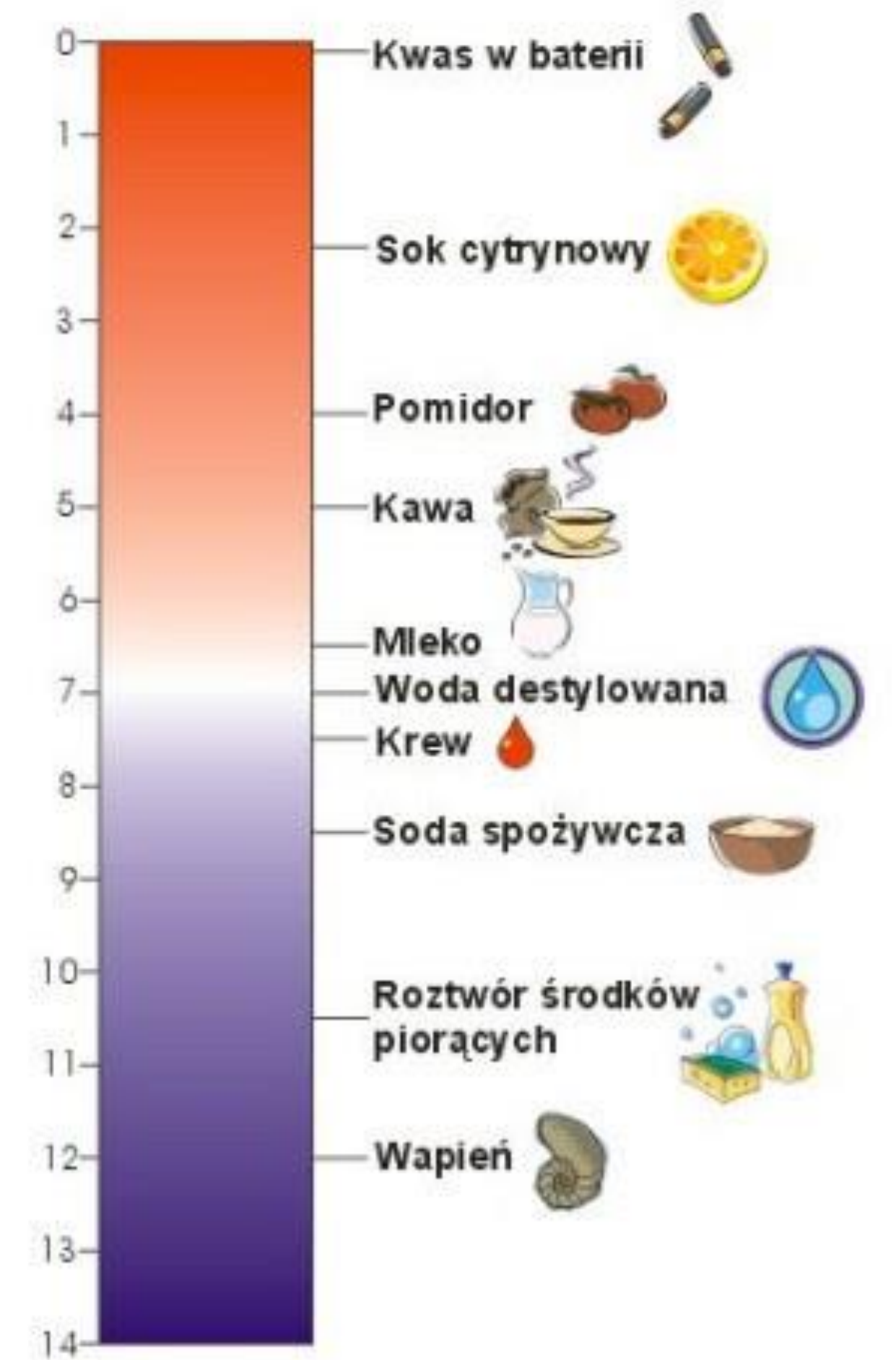
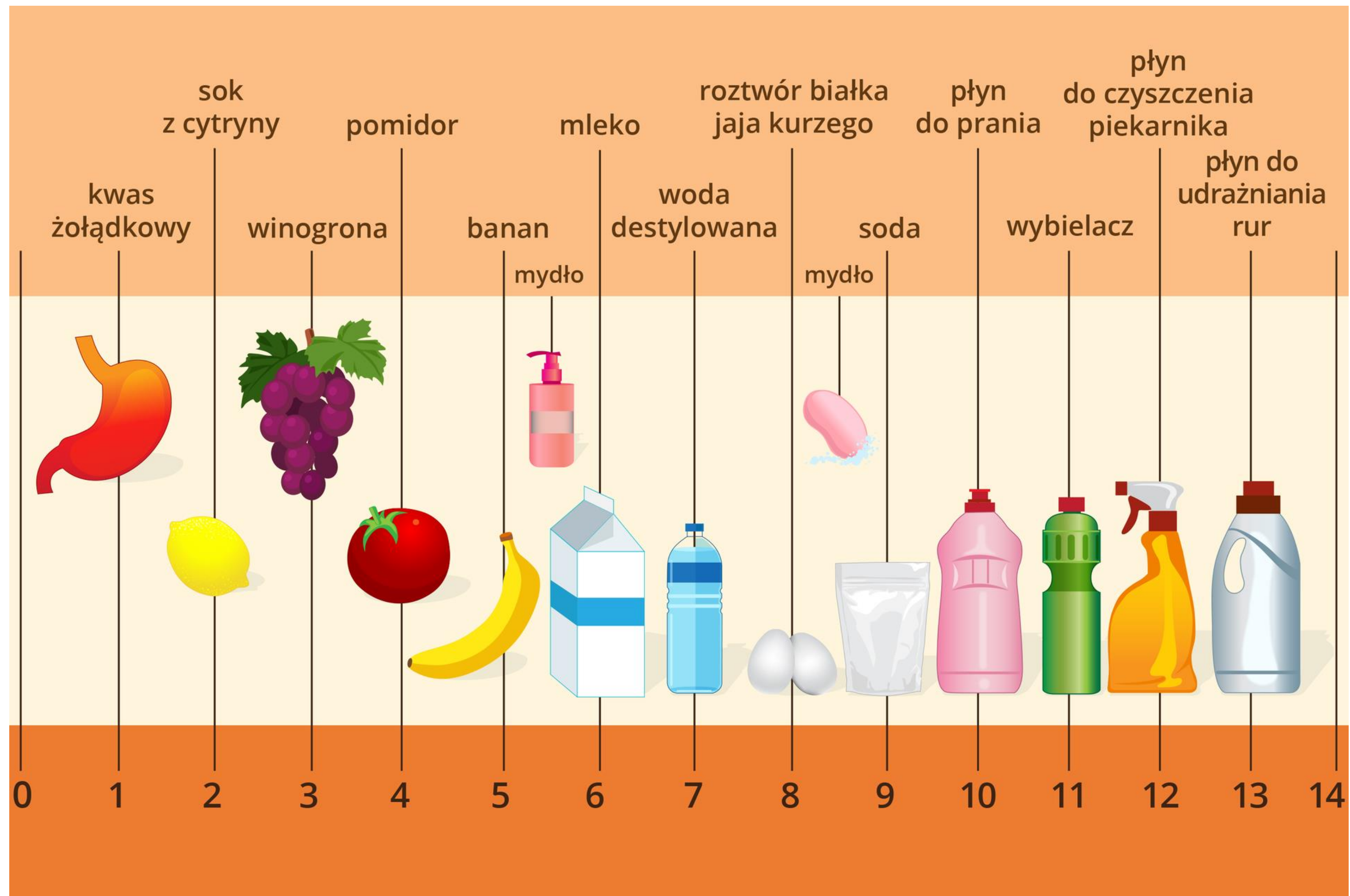
Kwas – **na czerwono**

Papierki lakmusowe do pomiaru pH



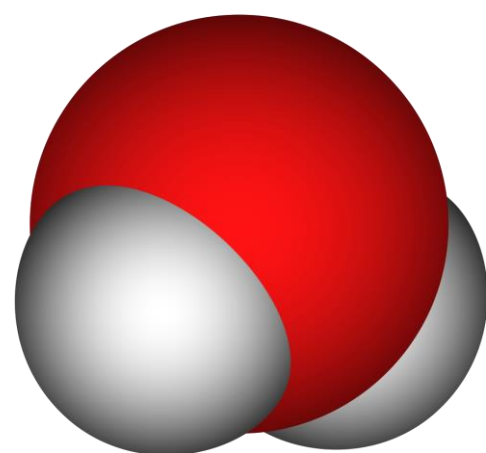
pH-metr

pH wybranych produktów

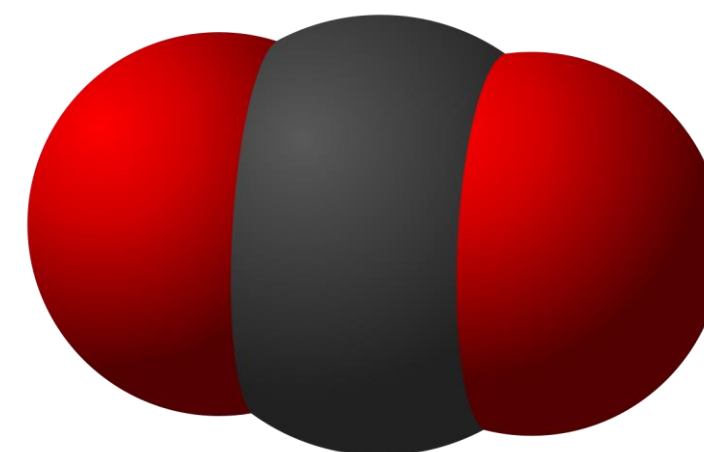


Polarność

Polarność – właściwość indywiduów chemicznych, polegająca na występowaniu w nich elektrycznego momentu dipolowego w wyniku nierównomiernego rozłożenia cząstkowych ładunków elektrycznych w ich objętości



Cząsteczka H_2O jest polarna;
jej moment dipolowy wynosi 1,85 D



Cząsteczka CO_2 jest niepolarna;
jej moment dipolowy wynosi 0

**Cząsteczka jest polarna, gdy środek ciężkości ładunku ujemnego
nie pokrywa się ze środkiem ciężkości ładunku dodatniego**

Cząsteczka taka wykazuje moment dipolowy – jest dipolem

Parametry cieczy i gazów określające ryzyko pożarowe



Temperatura zapłonu – minimalna temperatura, w której ciecz wytwarza taką ilość par nad powierzchnią, że ulega ona zapłonowi po zbliżeniu ognia.

Temperatura zapalenia – najniższa temperatura materiału, który ogrzewany strumieniem ciepła dostarczonym z zewnątrz, w wyniku rozkładu termicznego wydziela palną fazę lotną, o stężeniu umożliwiającym jego zapalenie się (samorzutne pojawienie się płomienia).

Temperatura spalania – temperatura osiągnięta w strefie spalania materiału.

Temperatura samozapłonu – najniższa temperatura, w której substancje palne w obecności powietrza ulegają samorzutnemu zapaleniu się.

Parametry substancji określające ryzyko pożarowe

Nazwa substancji	Temperatura zapłonu [°C]	Temperatura zapalenia [°C]
aceton	-19	540
aldehyd octowy	32	140
alkohol etylowy	12,8	425
benzyna	~46	480
denaturat	15	460
fenol	75	605
gliceryna	160	390
kwas octowy	40	485
nafta	>38	>250
octan etylu	-4	460
tran	230	380



Ciecze palne

Ciecze palne w zależności od temperatury zapłonu dzieli się na klasy niebezpieczeństwa pożarowego:

- **klasa I** - ciecze o temperaturze zapłonu do 21°C,
- **klasa II** - ciecze o temperaturze zapłonu powyżej 21°C – do 55°C,
- **klasa III** - ciecze o temperaturze zapłonu powyżej 55°C – do 100°C.

Cieczy o temperaturze zapłonu powyżej 100°C nie zalicza się do żadnej z klas niebezpieczeństwa pożarowego cieczy.

Jako pożarowo niebezpieczne kwalifikowane są ciecze palne klasy I i II

Przykłady:

Ciecze klasy I: aceton, alkohol etylowy, benzyna, cyjanowodór disiarczek węgla, eter etylowy

Ciecze klasy II: nafta, olej napędowy, terpentyna



Toksyczność

Toksyczność związków chemicznych – cecha substancji, polegająca na powodowaniu zaburzeń funkcji lub śmierci komórek żywych, narządów lub całych organizmów po dostaniu się w ich pobliże



Toksyczność to działanie niepożądane, wynikające z reakcji chemicznych, fizykochemicznych pomiędzy związkiem chemicznym, który wniknął do ustroju, a układem biologicznym (DNA, enzymy)

Standardowe oznaczenie substancji toksycznej na obszarze UE

Substancje toksyczne mogą wywierać **działanie trujące** po wchłonięciu ich m.in. drogą doustną, oddechową lub w wyniku absorpcji przez skórę

Toksyczność amoniaku



Amoniak (NH₃)

jest gazem bezbarwnym, lżejszym od powietrza, więc po uwolnieniu do atmosfery unosi się do góry.

Jest wyczuwalny w powietrzu przy bardzo niskim stężeniu i posiada charakterystyczny,

ostry, gryzący zapach.

W skrajnych przypadkach prowadzi do śmierci przez uduszenie.

Woda amoniakalna – wodny roztwór amoniaku

Ciekły amoniak wywołuje odmrożenia skóry

AMONIAK



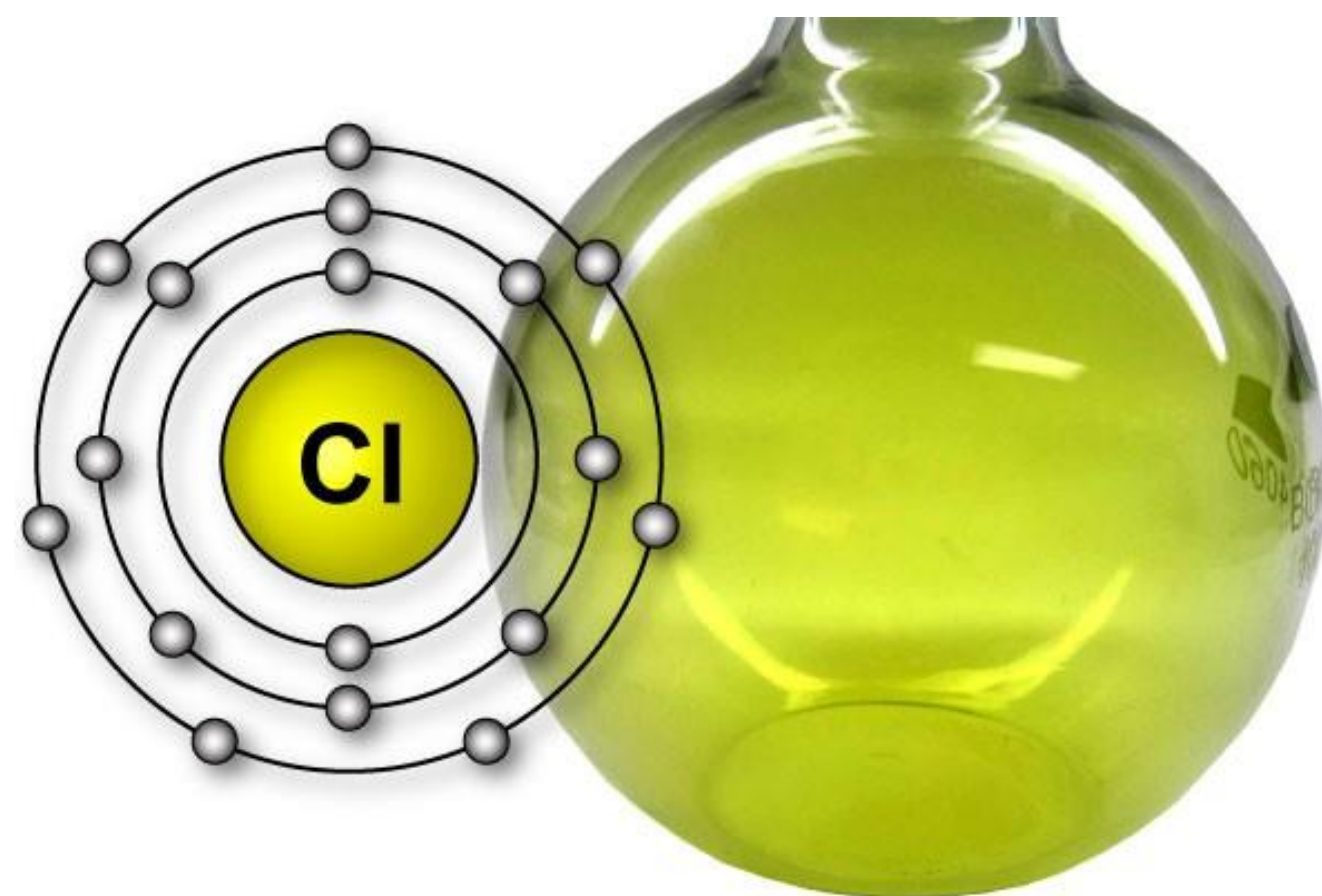
T:	Substancja toksyczna
R10:	Substancja łatwo palna
R23:	Działa toksycznie w przypadku narażenia drogą oddechową
S1/2:	Przechowywać w zamknięciu i poza zasięgiem dzieci
S7/9:	Przechowywać pojemnik szczelnie zamknięty, w dobrze wentylowanym miejscu
S16:	Nie przechowywać w pobliżu źródeł ognia - nie palić tytoniu
S38:	W przypadku niedostatecznej wentylacji, założyć odpowiedni sprzęt do oddychania
S45:	W przypadku awarii lub jeśli poczujesz się niezdrowo skonsultuj się z lekarzem (jeżeli możliwe pokaż etykietę)

Toksyczność amoniaku

Stężenie amoniaku uwolnionego w powietrzu [ppm]	Skutki działania
5	zauważalny po zapachu
25	zaczyna drażnić
50	drażni nos, oczy gardło, po dłuższym czasie ekspozycji można się przyzwycząić
100	drażnienie dróg oddechowych, oskrzeli, oczu – zwłaszcza spojówek
500	oddychanie zaczyna być trudne
700	załzawienie oczu nastąpiło w ciągu kilku sekund, oddychanie niemożliwe
1000	łzy pojawiają się w oczach natychmiast, a widzenie staje się niemożliwe, oddychanie nieznośne, po kilku minutach podrażnienia skóry
1500	natychmiastowa reakcja to konieczność ucieczki
3500-5000	zagrożenie śmiertelne po dłuższym czasie ekspozycji

Toksyczność chloru gazowego

Chlor, w temperaturze pokojowej i pod normalnym ciśnieniem, jest gazem o charakterystycznym **żółto-zielonym zabarwieniu** i **ostrym zapachu**. Charakterystyczny zapach tego gazu jest **wyczuwalny już przy stężeniu 3,5 ppm**. Chlor gazowy może powodować ostre uszkodzenia górnych i dolnych dróg oddechowych (duszenie). Wyższe stężenia mogą doprowadzić do: skurczu oskrzeli, uszkodzenia i obrzęku płuc.



Gazowy chlor jest silnie toksyczny
Dawka zagrażająca życiu to 833 ppm

Szkodliwość tlenku węgla

Tlenek węgla (CO) – czad – bezwonny, bezbarwny, pozbawiony smaku silnie trujący gaz. Powstaje na skutek niepełnego spalania wszystkich paliw, m.in. gazu, węgla, drewna, ropy, oleju, benzyny, które spowodowane jest niedostateczną ilością tlenu, niezbędnego do pełnego spalania paliw.

Stężenie tlenku węgla [ppm]	Objawy zatrucia
35	Maksymalne stężenie CO dopuszczone przez WHO przy przebywaniu w pomieszczeniu do 8 godzin
200	Lekki ból głowy, nudności, ogólne zmęczenie, zawroty głowy po ok. 3 godzinach
400	Zawroty głowy oraz mocny ból po ok. 2 godzinach, zagrożenie życia po 3 godzinach
800	Nasilone nudności, ból i zawroty głowy, wymioty, stan śpiączki po 45 minutach, śmierć po 2-3 godzinach
1500	Bardzo silne nudności, wymioty, ból i zawroty głowy, stan śpiączki po 10-15 minutach, śmierć w ciągu 1 godziny
12000	Omdlenie po 2-3 wdechach, śmierć po kilku minutach

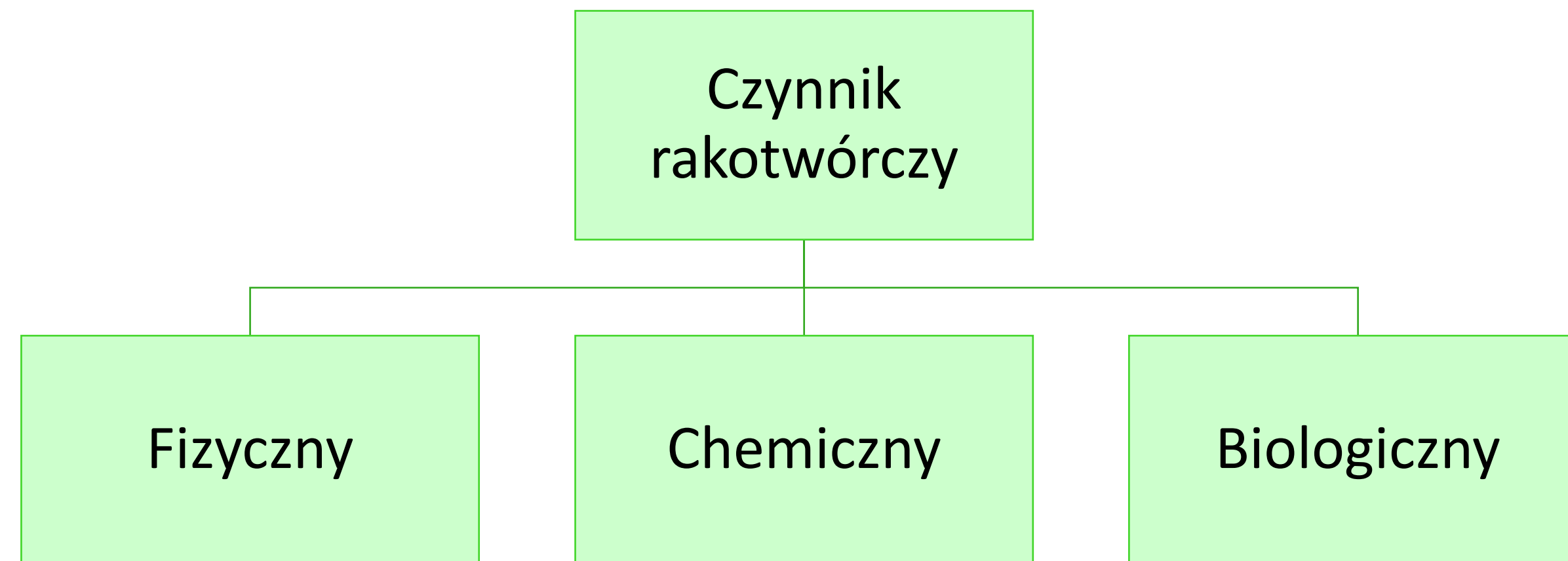
Czad to „cichy zabójca”

– człowiek nie jest w stanie go wykryć za pomocą zmysłów

Rakotwórczość

Rakotwórczość (kancerogenność) – właściwość substancji, która wskutek narażenia na jej działanie sprzyja powstawaniu nowotworu. W praktyce właściwość tą można ustalić jedynie na podstawie udokumentowanej zależności pomiędzy narażeniem na dany czynnik a wzrostem częstości występowania nowotworów u narażonych ludzi lub zwierząt. Zmiany nowotworowe mogą ujawnić się po upływie wielu lat od chwili pierwszego narażenia.

Czynnik rakotwórczy (kancerogen) – czynnik przyczyniający się, przez mutację materiału genetycznego, do rozwoju choroby nowotworowej.



Substancje rakotwórcze

Nazwa substancji	Rodzaj choroby nowotworowej
arsen	rak wątroby i oskrzeli
azbest	rak oskrzeli i międzybłoniak opłucnej
aminy aromatyczne	rak pęcherza
benzen	białaczka
nikiel	rak oskrzeli i zatok przynosowych
chlorek winylu	rak wątrobowokomórkowy
alkohol	rak jamy ustnej, przełyku i krtani



Dawka śmiertelna LD

Parametr dawki śmiertelnej LD (z ang. *lethal dose*) umożliwia ilościową ocenę i porównywanie toksycznego działania substancji

Klasyfikacja działania toksycznego substancji chemicznej
po podaniu dożołądkowym, stosowana w UE

Zakres LD ₅₀ (mg/kg masy ciała)	Klasa toksyczności
LD ₅₀ < 25	Bardzo toksyczna
25 < LD ₅₀ < 200	Toksyczna
200 < LD ₅₀ < 2000	Szkodliwa
2000 < LD ₅₀	Nieklasyfikowana

Najbardziej znane trucizny:

- **arszenik** (ma LD₅₀ = 20 mg/kg)
- **cyjanowodór** (ma LD₅₀ = 1,5 mg/kg)

Dla porównania **LD₅₀ NaCl** (soli kuchennej)
wynosi **3 000 mg/kg**

Najczęściej używa się wartości **LD50**, czyli takiej dawki ksenobiotyku,
która wywołuje **śmierć połowy populacji** zwierząt doświadczalnych,
którym podano daną substancję

Substancje żrące

Substancje żrące - substancje chemiczne, które w kontakcie z innymi materiałami lub substancjami niszczą je lub nieodwracalnie uszkadzają

Substancjami żrącymi są przede wszystkim **mocne kwasy i zasady**. Niektóre z substancji żrących mogą wykazywać także dodatkowe niebezpieczne działanie, m.in. utleniające lub wybuchowe.



W przypadku człowieka, działanie substancji żrącej powoduje zazwyczaj **podrażnienie lub oparzenie chemiczne** skóry, błon śluzowych bądź oczu, a w wyniku wdychania lub spożycia – także dróg oddechowych i układu pokarmowego.

Substancje żrące

Żrące działanie stężonego kwasu solnego (HCl)



Stężony kwas solny



Papier



Tkanina

Przykłady innych silnych kwasów żrących:
kwas azotowy(V) i kwas siarkowy(VI)

Substancje żrące

Kwas solny (HCl) – działanie żrące

- Oddziaływanie w postaci gazu lub aerozolu wywołuje ból oczu, łzawienie, zaczerwienienie spojówek, piekący ból błony śluzowej nosa, gardła, kaszel;
- W stężeniach przekraczających wartości pułapowe może spowodować skurcz głośni, obrzęk krtani, obrzęk płuc.



Kwas solny jest substancją naturalnie produkowaną w zdrowym żołądku.

Jeśli sok żołądkowy posiada pH w przedziale pomiędzy 1 a 2,5 wówczas żołądek jest prawidłowo zakwaszony.

Substancje żrące

Wodorotlenek sodu (NaOH) – soda kaustyczna – działanie żrące

- Oddziaływanie w postaci pyłu, pary lub aerozolu wywołuje ból i łzawienie oczu, uczucie pieczenia w nosie i gardle, kaszel, uczucie duszenia się.
- Skażenie skóry wywołuje ból, zaczerwienienie, oparzenie chemiczne z pęcherzami i martwicą; rozległe skażenie skóry może spowodować wstrząs lub zapaść.
- Skażenie oczu pyłem lub roztworem powoduje zniszczenie aparatu ochronnego oczu, oparzenie gałki ocznej – rogówki i głębszych struktur oka.
- Wniknięcie drogą pokarmową wywołuje oparzenie błony śluzowej jamy ustnej gardła i dalszych części przewodu pokarmowego z ryzykiem uszkodzenia lub perforacji ścian, krwotoku, wstrząsu i zgonu.



**Dłoń poparzona
wodorotlenkiem sodu**

Przykład innego silnego wodorotlenku żrącego:
wodorotlenek potasu (KOH)

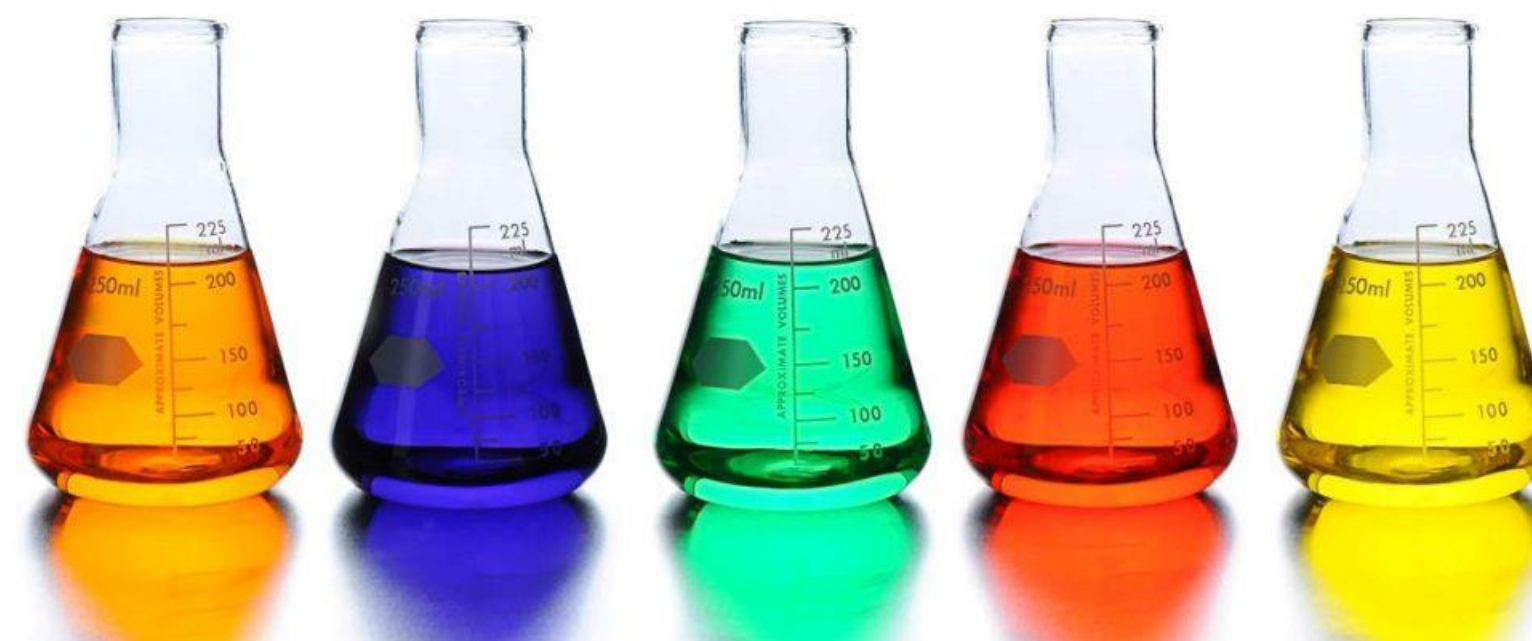
Pierwsza pomoc przy oparzeniach chemicznych



- W przypadku **oparzenia wapnem niegaszonym** należy usunąć je ze skóry poprzez ścieranie, a następnie spłukać silnym strumieniem wody; pozostałości substancji należy zobojętnić
- W przypadku **oparzenia kwasami** – poparzone miejsca należy spłukać płynami zasadowymi, np. 3%-owym roztworem sody oczyszczonej, roztworem mydła lub wodą wapienną
- W przypadku **oparzenia ługami** (NaOH, KOH) – poparzone miejsca należy spłukiwać roztworami kwasów, np. 1%-owym kwasem octowym, 1%-owym kwasem cytrynowym lub 3%-owym kwasem borowym
- Po zakończeniu spłukiwania na oparzone miejsca należy zastosować jałowy, suchy opatrunek oraz jak najszybciej skontaktować się z lekarzem

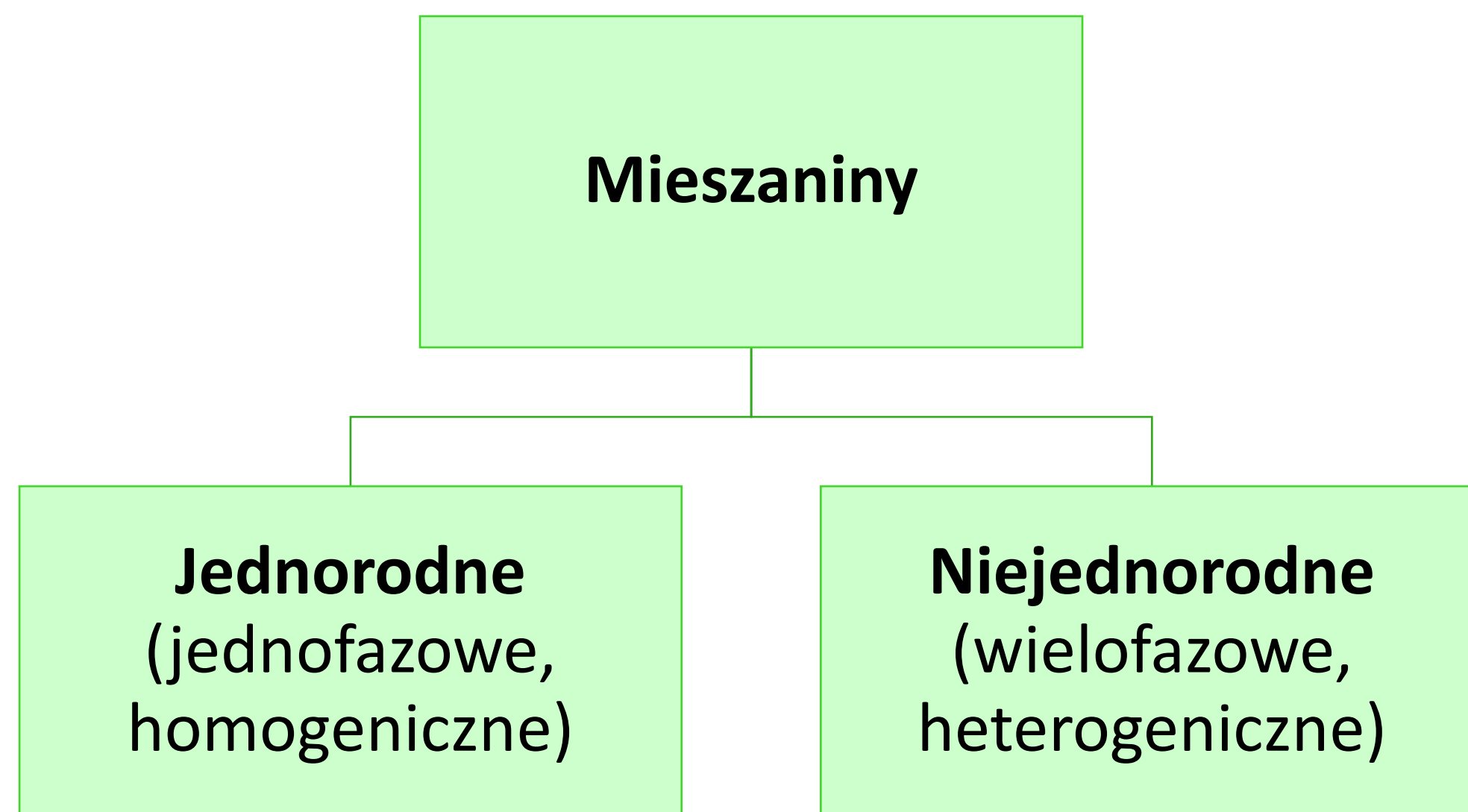
Najwyższe dopuszczalne stężenie (NDS) czynników szkodliwych

Najwyższe dopuszczalne stężenie (NDS) – wartość średnia ważona stężenia, którego oddziaływanie na pracownika w ciągu 8-godzinnego dobowego i przeciętnego tygodniowego wymiaru czasu pracy określonego w ustawie z 2024 roku - Kodeks pracy, przez jego okres aktywności zawodowej nie powinno spowodować ujemnych zmian w jego stanie zdrowia, oraz w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń (Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 roku w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy).



Mieszaniny

Mieszaniny - układ dwóch lub więcej pierwiastków lub związków chemicznych, zmieszanych ze sobą w dowolnym stosunku i wykazujących swoje indywidualne właściwości.



Mieszaniny jednorodne (jednofazowe, homogeniczne) – mieszaniny, których składu nie można określić wzrokowo lub za pomocą prostych przyrządów (np. lupy), jedynie za pomocą odpowiedniej aparatury analitycznej.



Woda z solą (NaCl)

Mieszaniny niejednorodne (wielofazowe, heterogeniczne) – mieszaniny, których skład możemy określić wzrokowo lub za pomocą prostych przyrządów (np. lupy).



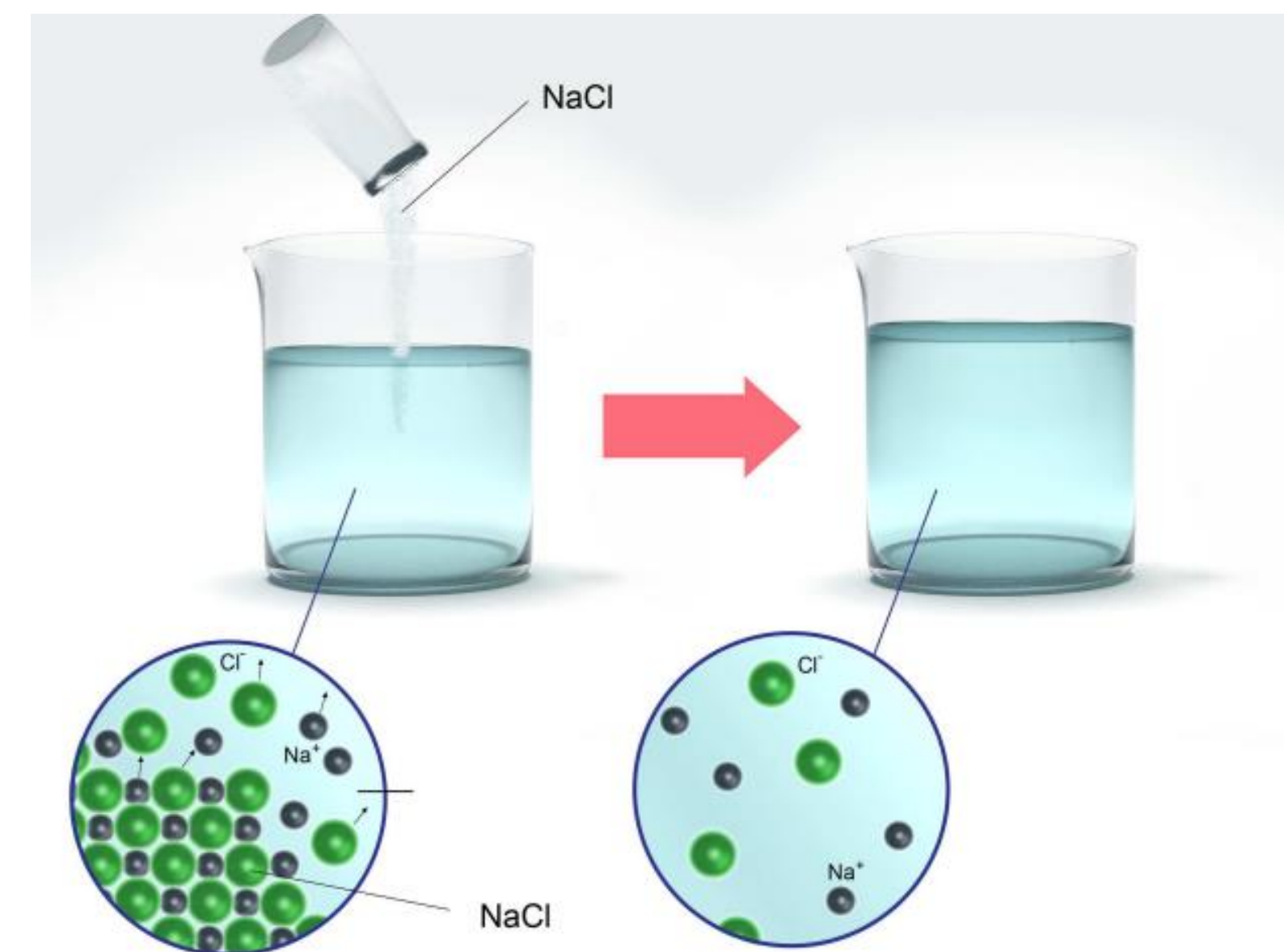
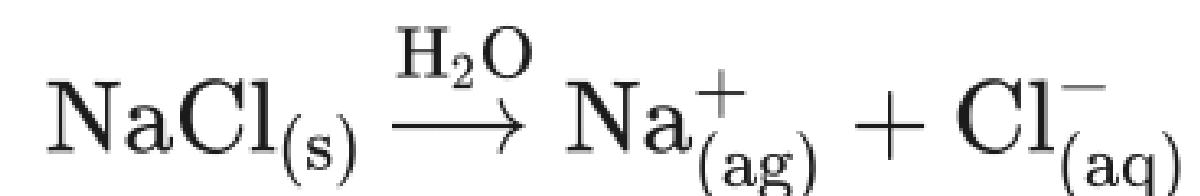
Woda z olejem

Roztwory

Roztwory rzeczywiste (właściwe) – układy fizyczne, w których średnica cząstek rozproszonych jest mniejsza niż 1 nm. Zwykle faza rozpraszająca (rozpuszczalnik) i faza rozpraszana (rozpuszczona substancja) występują w postaci pojedynczych cząsteczek, których wymiary nie przekraczają 10 nm.

Są to jednorodne mieszaniny dwóch lub więcej substancji (układ homogeniczny). W takim roztworze najczęściej jeden ze składników tej mieszaniny występuje w większej ilości (**rozpuszczalnik**), a więc jest substancją, służącą do rozpuszczenia innych składników (**substancji rozpuszczonych**).

Przykład roztworu rzeczywistego (roztwór **sol**i **kuchennej**):



Rozpuszczalność

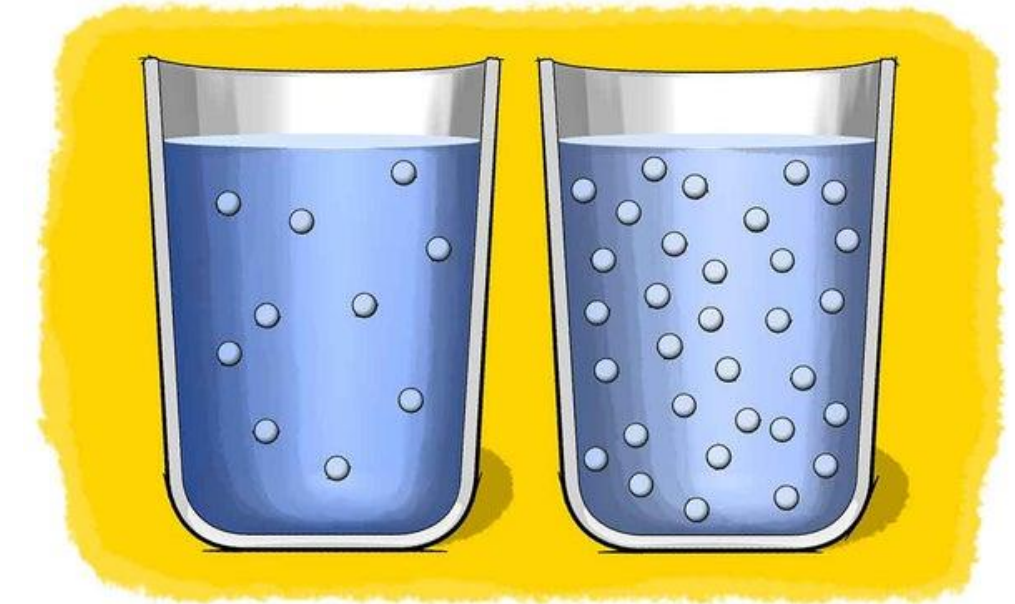
Rozpuszczalność – zdolność substancji chemicznych w postaci stałej, ciekłej i gazowej (**substancji rozpuszczonej**) do rozpuszczania się w stałej, ciekłej lub gazowej fazie dyspergującej (**rozpuszczalniku**) i utworzenia mieszaniny homogenicznej (**roztworu**). Rozpuszczalność danej substancji jest wyrażana najczęściej jako maksymalna ilość substancji (w gramach lub molach), którą można rozpuścić w konkretnej objętości rozpuszczalnika (zwykle w 100 g) w ściśle określonych warunkach ciśnienia i temperatury.

Rozpuszczanie cieczy w cieczy	Rozpuszczanie gazu w cieczy	Rozpuszczanie ciała stałego w cieczy
Aby szybko i równomiernie wymieszać dwie ciecze, należy ciecz o większej gęstości wlać do cieczy o mniejszej gęstości	Należy pamiętać o różnicy w sposobach wprowadzania do naczynia gazów dobrze rozpuszczalnych i gazów o niewielkiej rozpuszczalności w tej cieczy	Kolejność wprowadzania składników jest dowolna, ale lepiej jest wlać ciecz do naczynia, w którym jest już ciało stałe rozpuszczone częściowo w niewielkiej ilości cieczy

Rozpuszczalność

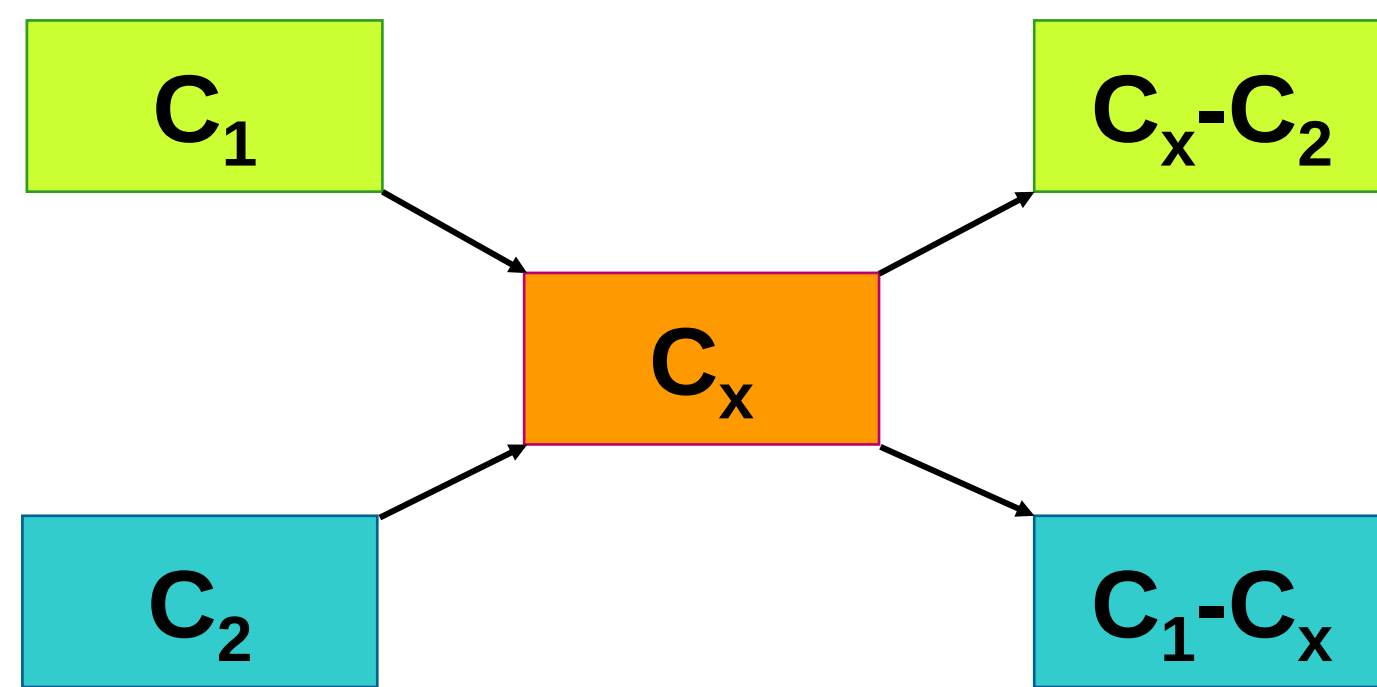
Rozpuszczalność zależy od:

- rodzaju substancji rozpuszczonej,
- rodzaju rozpuszczalnika,
- temperatury (rozpuszczalność większości ciał stałych i cieczy rośnie ze wzrostem temperatury, a rozpuszczalność gazów maleje),
- stanu rozdrobnienia substancji stałej,
- dla gazów: od ciśnienia (rozpuszczalność gazów rośnie ze wzrostem ciśnienia),
- bodźców mechanicznych (mieszanie) - przy rozpuszczaniu ciała stałego w cieczy mieszanie ułatwia rozpuszczanie; natomiast wstrząsy obniżające rozpuszczalność gazu w cieczy ułatwiają jego wydzielanie z roztworu.



Reguła mieszania roztworów

Metoda krzyżowa:



Odejmujemy zawsze od większej liczby mniejszą!

gdzie:

C_1, C_2 – stężenia wyjściowe mieszanych roztworów ($C_1 > C_2$)

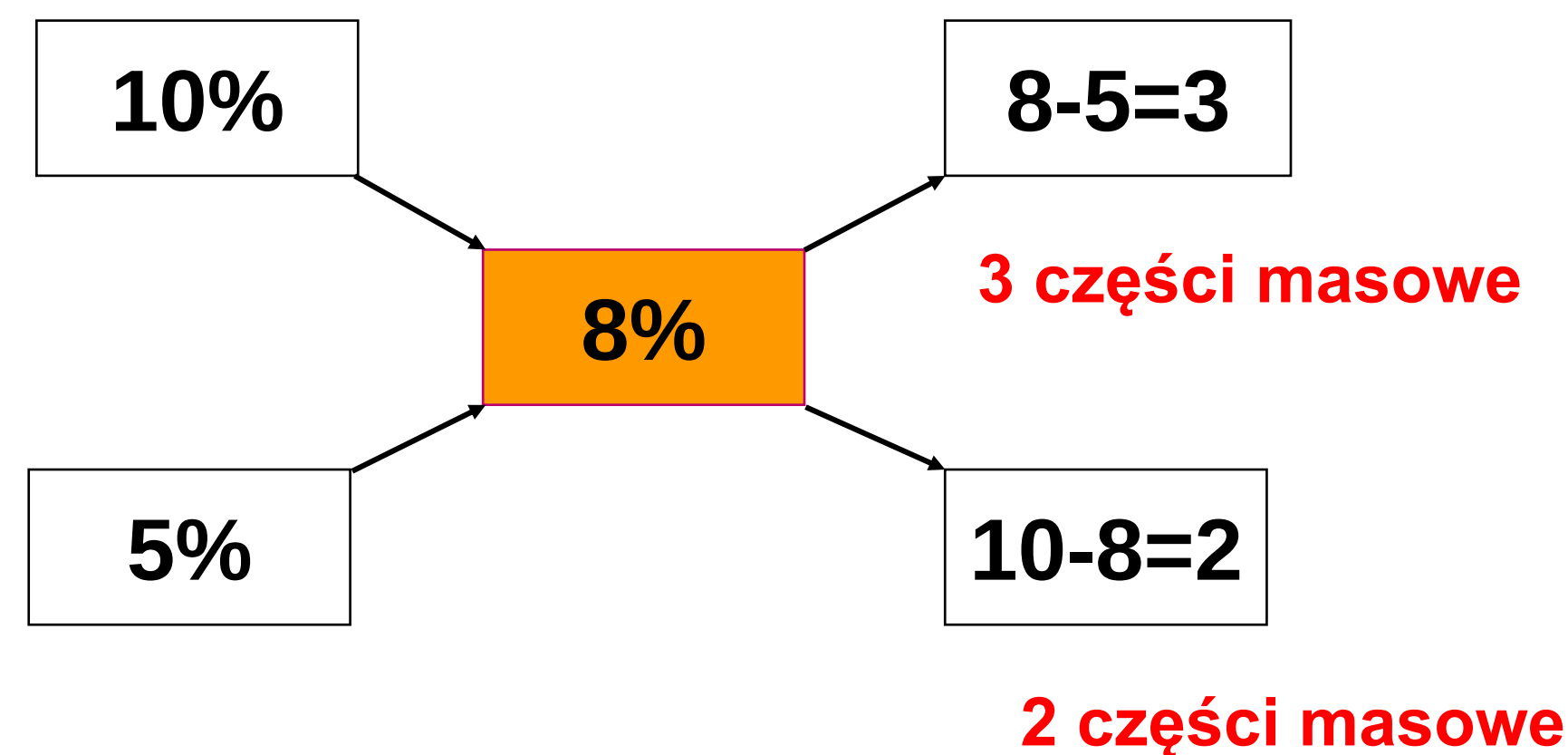
C_x – stężenie roztworu docelowego (po zmieszaniu roztworów C_1 oraz C_2)

Reguły mieszania roztworów nie stosuje się

w przypadku mieszania roztworów różnych substancji

Przykład

Oblicz w jakich proporcjach masowych należy zmieszać roztwór stężeniu procentowym 10% z roztworem o stężeniu procentowym równym 5%, aby otrzymać roztwór o stężeniu 8%.



Odp. Roztwory należy zmieszać w stosunku masowym 3:2, czyli np. 3 kg roztworu o stęż. 10% i 2 kg roztworu o stęż. 5%



Stężenie procentowe roztworu

$$c_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$$

gdzie:

C_p – stężenie procentowe wagowe (%)

m_s – masa substancji rozpuszczonej (g)

m_r – masa roztworu (g)

$$c_p = \frac{m_s}{m_s + m_{\text{rozp}}} \cdot 100\%$$

gdzie:

m_s – masa substancji rozpuszczonej (g)

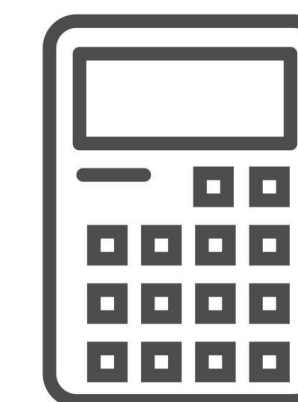
m_{rozp} – masa rozpuszczalnika (g)

Przykład 1

Jakie jest stężenie procentowe roztworu, który w 600 g zawiera 300 g substancji rozpuszczonej?

$$c_p = \frac{300 \text{ g}}{600 \text{ g}} \cdot 100\% = 50\%$$

Odp. Stężenie roztworu wynosi 50% wag.



Przykład 2

Ile gramów wody należy dodać do 120 g soli, aby otrzymać roztwór 30%-owy?

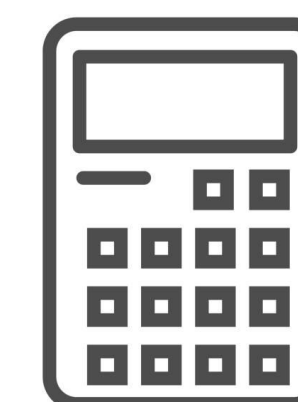
$$c_p = \frac{m_s}{m_s + m_{\text{rozp}}} \cdot 100\%$$

$$c_p (m_s + m_{\text{rozp}}) = m_s \cdot 100\%$$

$$m_{\text{rozp}} = \frac{m_s}{c_p} \cdot 100\% - m_s$$

$$m_{\text{rozp}} = \frac{120 \text{ g}}{30\%} \cdot 100\% - 120 \text{ g} = 400 \text{ g} - 120 \text{ g} = 280 \text{ g}$$

Odp. Należy dodać 280 g wody.



Szkolenie zostało dofinansowane ze środków NFOŚiGW
w ramach programu priorytetowego nr 7.2.1
„Edukacja ekologiczna Część 1. Edukacja ekologiczna na lata 2021-2025”



Niniejszy materiał został opublikowany dzięki dofinansowaniu
Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Za jego treść odpowiada wyłącznie
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji