

TECHNOLOGIA WODY

- WYKŁAD 6 -

Dezynfekcja

Dezynfekcja UV

Przygotowane 12.08.05

Dawka promieniowania uv- D

$$D = I t \quad (\text{mW/cm}^2 \text{ s} = \text{mJ/cm}^2)$$

I- natężenie promieniowania (W/cm^2)

t- czas (s)

Całkowita energia promieniowania elektromagnetycznego, w zakresie zabójczym dla drobnoustrojów) docierająca, z wszystkich kierunków do jednostkowej powierzchni

ZAGADNIENIA

Promieniowanie uv?

Zakres zabójczy dla drobnoustrojów?

Nierównocенność promieniowania?

Efektywność elektryczna (ok..90%)

Wydajność uvC

-niskociśnieniowe

-wysokociśnieniowe

Czas emisji (3000-5000godz)

-spadek wydajności do ok..80%

RED (Reduction Equivalent Dose)

-dawka promieniowania niezbędna do zmniejszenia liczebności mikroorganizmów o 2 rzędy jednostek ($99;\log_2$)

-często ok..50 mJ/cm² (zależy od natężenia przepływu)

Produkty rozpadu (DBP- disinfection by-products))

C12 – THMy

ClO2 – chlorany

O3 – bromiany

Dezynfekcja uv

- Brak THM

- Brak AOC

- dla dużych dawek uvmożliwa redukcja azotanów do azotynów

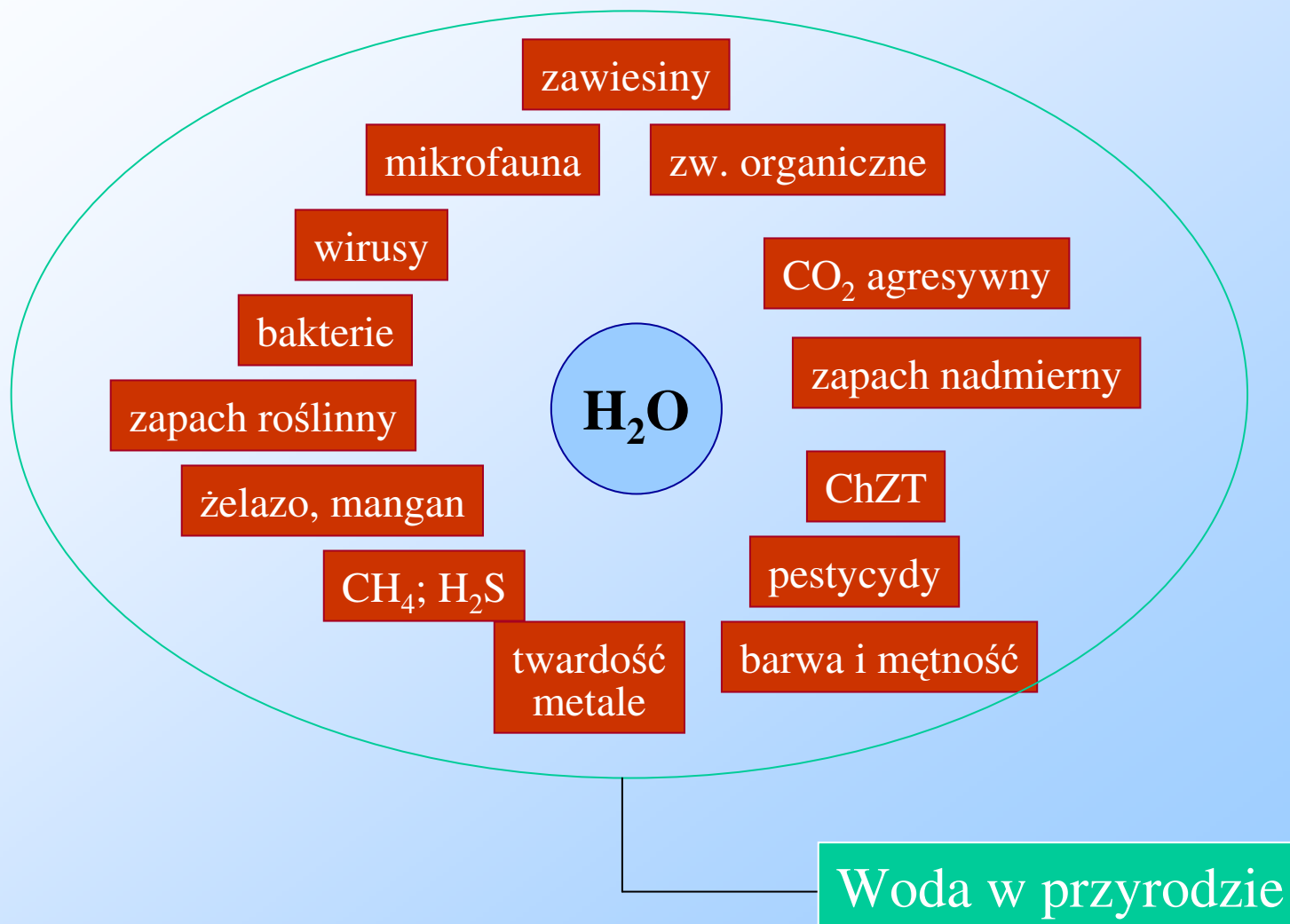
Czynniki przeszkadzające

- Mętność (do 2 NTU)

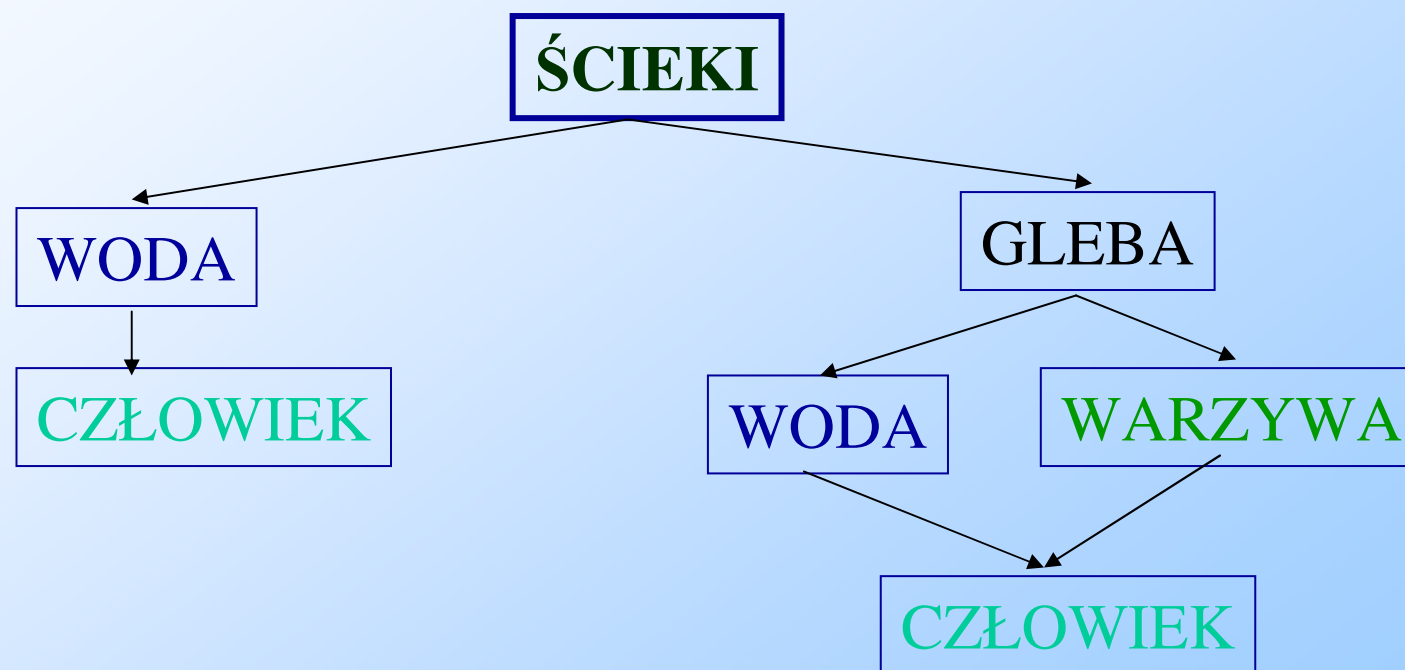
- Zanieczyszczenie Hg (1g Hg w lampie - 1ppb w wodzie)

8.

Woda w przyrodzie cd



Drogi rozprzestrzeniania się chorób pochodzenia 'wodnego'



Choroby zakaźne przenoszone drogą 'wodną'

MIKROORGANIZMY

CHOROBY

WIRUSY

-zapalenia wątroby A

-ECHO

-Coxackie

- zakaźne zapalenie wątroby

- letnie 'przeziębienia' i biegunki dzieci
zapal.spojówek, zakażenia jelit

- zapalenie opon mózgowych, zapalenie
mięśnia sercowego i ukł.oddechowego

BAKTERIE

-Singella

-Salmonella

-Vibrio

-Bacillus anthracis

-Mycobacterium tuberculosis

- czerwotka bakteryjna

- zatrucia pokarmowe, dur brzuszny

- cholera

- wąglik

- gruźlica

Choroby zakaźne przenoszone drogą 'wodną' -cd.

MIKROORGANIZMY

CHOROBY

BAKTERIE cd.

-Lertispira

-Proteus

-Legionella

PIERWOTNIAKI

-Giardia Lambdia

-Entamoeba histolytica

-Cryptosporidium

ROBAKI

-Przywry(urzęsione larwy)

-Glisda ludzka

-żółtaczka zakaźna

-zakażenie układu moczowego, zapal.
płuc, zatrucia pokarmowe, biegunki

- zapalenie płuc, legioneloza

- lamblioza

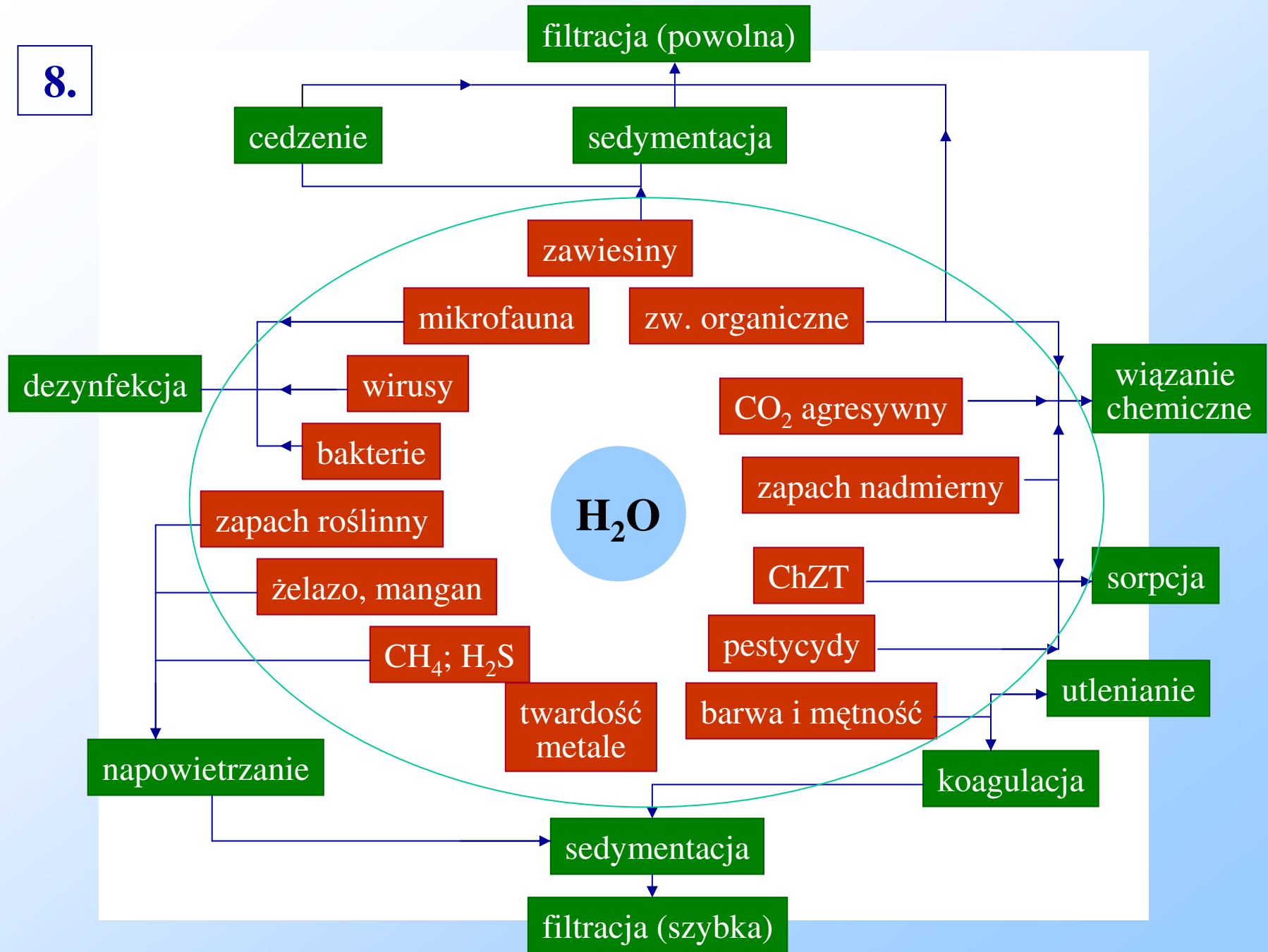
- czerwotka pełzakowa

- zapalenie błony śluzowej żołądka

-przetoki pęcherzowe, marskość wątroby

-nudności, wymioty

8.



Skuteczność procesów jednostkowych w usuwaniu mikroorganizmów z wody

Od czego zależy

1. Rodzaj mikroorganizmu
2. Sposób prowadzenia procesu
3. Ilości wyjściowej mikroorganizmów

Przykłady:

- bakterie E.coli - filtracja powolna - redukcja 98%
- koagul/sedymentacja- redukcja 70%
- wirus Polio - filtracja powolna - redukcja 88%
- zmiękczenie(pH>11) - redukcja 98%
- sorpcja na węglu - redukcja 10%

Procesy niszczenia mikroorganizmów

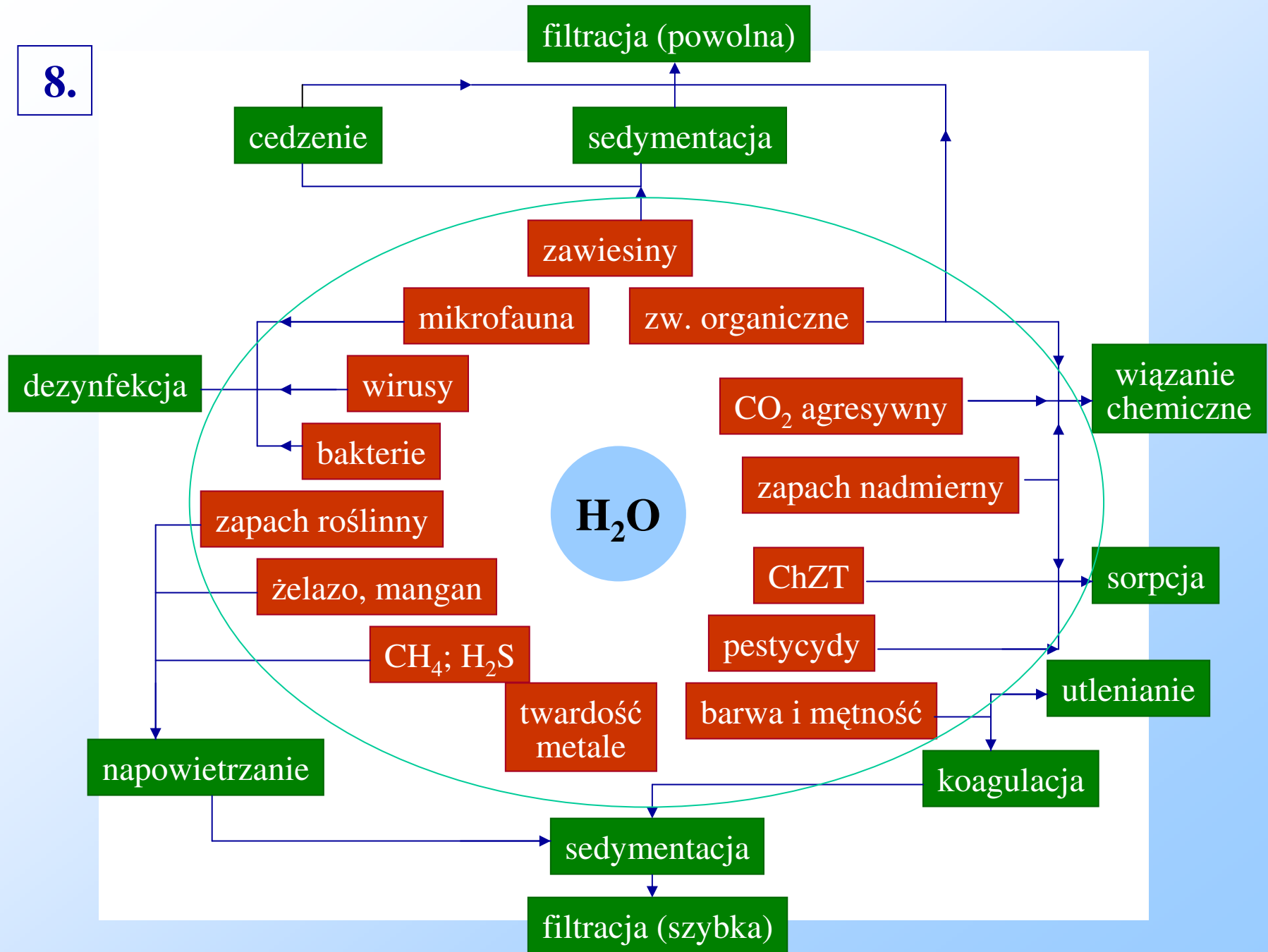
- 1. Pasteryzacja**
- 2. Sterylizacja**
- 3. Dezynfekcja**

Czego dotyczy dezynfekcja?

W technologii wody wód skażonych mikroorganizmami

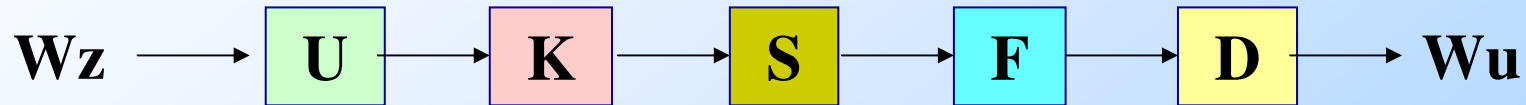
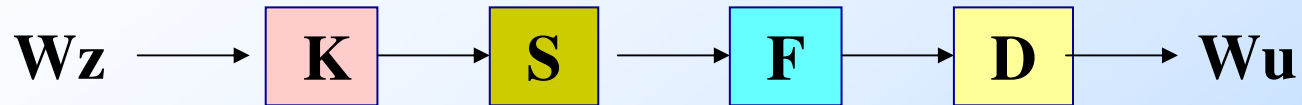
1. **Zawsze: wód powierzchniowych**
2. **Niemal zawsze: płytkich wód podziemnych**
3. **Niemal nigdy: wód wgłębnych**

8.

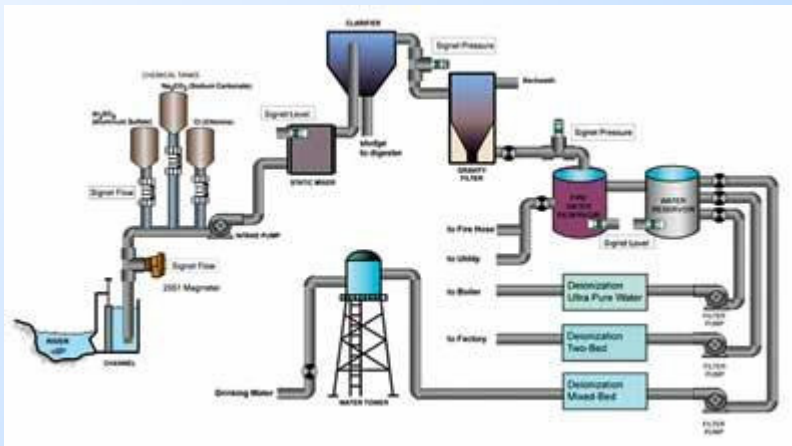


Układy technologiczne (c.d.)

— usuwanie barwy i mętności



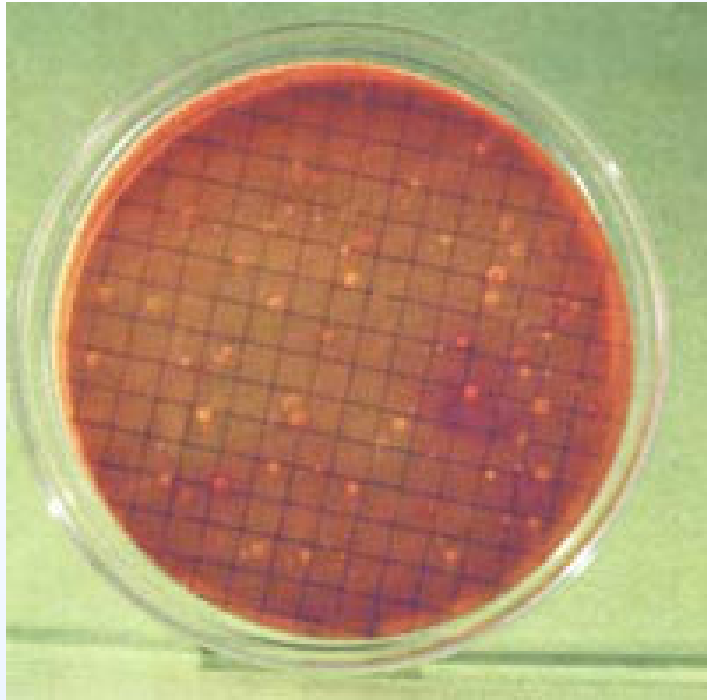
— usuwanie zawiesin, barwy i mętności



Wu - woda uzdatniana
Wz - woda zasilająca
F - filtracja
D - dezynfekcja
S - sedymentacja
K - koagulacja
U - utlenianie

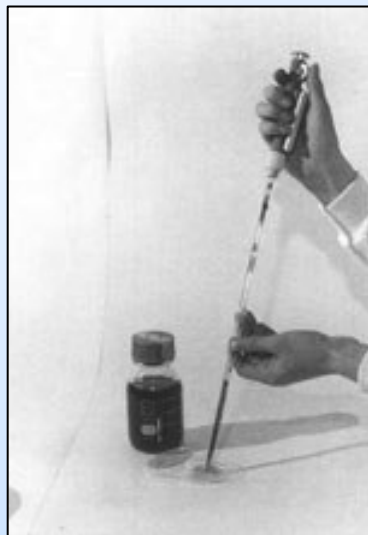
TECHNOLOGIA WODY

Dezynfekcja



9. Place all three Petri dishes upside down in an incubator maintained at 44°C ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$).
10. After incubation for 24 h, count the number of yellow colonies, irrespective of size, on each of the three membrane filters (Fig. 23). (Faecal coliform bacteria produce acid from the lactose in membrane lauryl sulfate broth, and the acid changes the colour of the phenol red pH-indicator to yellow.) Calculate the mean of these three colony counts; since these counts are for 5 ml (the volume of sample filtered), multiply this figure by 20 to obtain the faecal coliform count per 100 ml.

Fig. 23. After incubation at 44°C for 24 h, the yellow colonies on the membrane filter are counted. Here, the number of colonies was 40; this is the count per 5 ml (the volume filtered), so the corresponding faecal coliform count per 100 ml is 800.



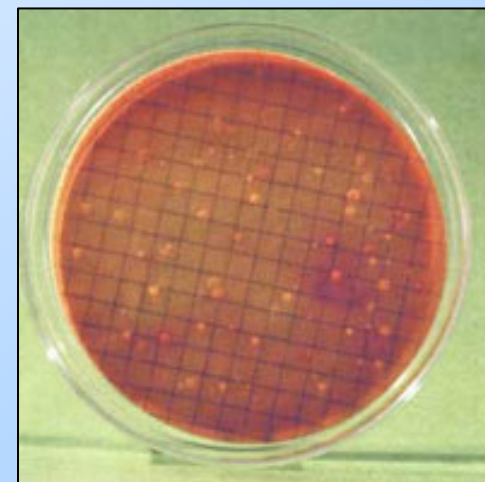
1.



2.



3.



4.

Oznaczenie wskaźnika Coli (CC)

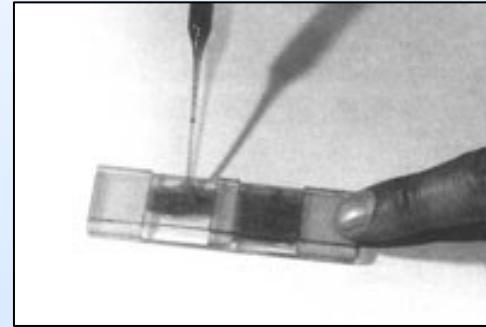
- wskaźnik
- index
- Coli Count



3



4



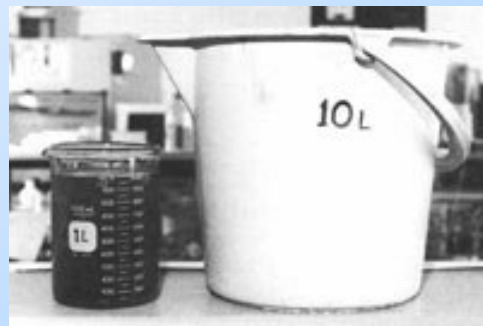
5

6



2

1





1



2

Oznaczanie NPL E.coli w osadzie ściekowym

3.2. Parametry wskaźnikowe

- wskaźnik coli (CC/100 cm³)
- najbardziej prawdopodobna liczba bakterii grupy coli (NPL – CC/100 cm³)
- miano coli (najmniejsza objętość zawierająca przynajmniej jedną komórkę bakterii grupy coli)

$$\begin{aligned} \text{Miano coli} &= \frac{100}{\text{wskaźnik coli}} \\ &= \frac{100}{\text{NPL}} \end{aligned}$$

3. JAKOŚĆ WODY

- **Przemysł: normy branżowe ruchowe**
- **Rolnictwo: stężenie mikroorganizmów**
- **Ludność: Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 4.09.2000 w sprawie warunków jakim powinna odpowiadać woda do picia i na potrzeby gospodarcze (Dziennik Ustaw RP nr 82 z dnia 4.11.2000 r.)**

6. WARUNKI BAKTERIOLOGICZNE JAKIM POWINNA ODPOWIADAĆ WODA DO PICIA

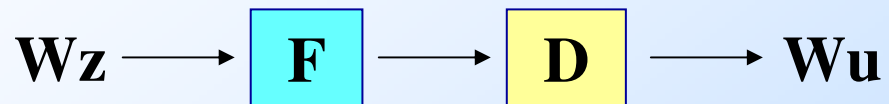
Wskaźnik	Dopuszczalna liczba bakterii	Objętość próbki
<i>Escherichia coli</i>	0	100
Enterokoki	0	100
<i>Clostridium perfringens</i>	0	100
Ogólna liczba bakterii (37°C)	20	1

Miejsce dezynfekcji w układach technologicznych uzdatniania wody

?

Układy technologiczne

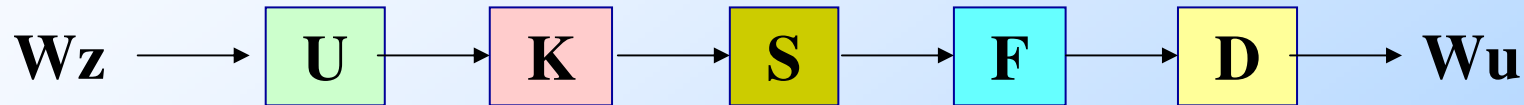
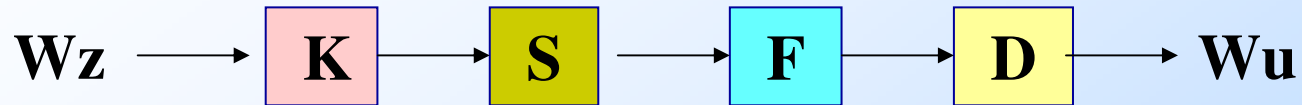
— usuwanie zawiesin



Wu - woda uzdatniana
Wz - woda zasilająca
F - filtracja
D- dezynfekcja
S - sedymentacja
K - koagulacja
U - utlenianie

Układy technologiczne (c.d.)

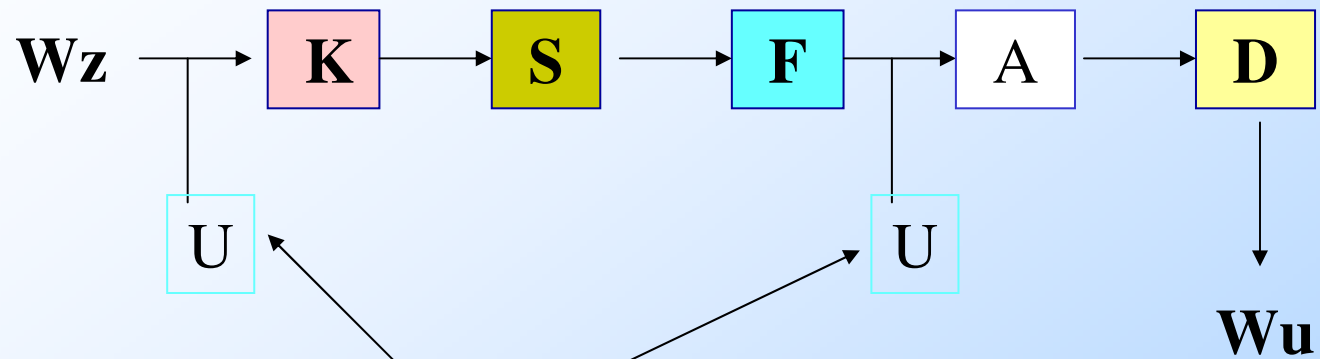
— usuwanie barwy i mętności



— usuwanie zawiesin, barwy i mętności

Wu - woda uzdatniana
Wz - woda zasilająca
F - filtracja
D- dezynfekcja
S - sedymentacja
K - koagulacja
U - utlenianie

Układy technologiczne (c.d.)



Opcja:
utlenianie

A- adsorpcja

D- dezynfekcja

Miejsce dezynfekcji w układach technologicznych uzdatniania wody

Dezynfekcja zawsze kończy ciąg procesów jednostkowych niezbędnych do uzdatnienia wody.

Dlaczego?

- 1. Ze względu na możliwość powstawania produktów ubocznych**
- 2. Ze względu na nadmierne zużycie reagentów**
- 3. Ze względu na możliwość wtórnego skażenia wody**

Mikroorganizmy. Podział na grupy

Należy wybrać kryterium podziału

1. stopień zorganizowania: wirusy, bakterie, pierwotniaki, grzyby, robaki
2. faza rozwoju: stadium przetrwalnikowe, stadium fizjologicznie aktywne
3. pochodzenie: alochtoniczne, autochtoniczne
4. szkodliwość: patogenne (chorobotwórcze), saprobowe
5. sposób pozyskiwania energii: autotrofy, heterotrofy (związki organiczne, związki nieorganiczne)

Dezynfekcja - podział metod

Mikroorganizmy zbudowane są z komórek, a te z organelli, a te wreszcie z związków organicznych (np. białka, kwasy nukleinowe). Zatem zjawiska prowadzące do modyfikacji związków organicznych będą niszczyły mikroorganizmy.

Metody niszczenia mikroorganizmów w technologii wody dzielimy:

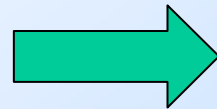
- 1. Fizyczne (temp., promieniowanie, cedzenie, u-dźwięki)**
- 2. Chemiczne (utlenianie, głównie Cl_2 , O_3)**

Fizyczne metody dezynfekcji

- 1. Gotowanie i pasteryzacja**
- 2. Promieniowanie uv , γ , μ -fale**
- 3. Ultradźwięki**
- 4. Cedzenie (ultrafiltracja, odwrócona osmoza)**

Gotowanie i pasteryzacja

- odpowiednia temperatura
- odpowiedni czas



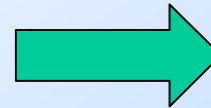
Zniszczenie wszystkich form organizmów

Np. b.duru brzuszego	10 min./ 75°C
b.wąglika, tężca	120 min./100°C

Zastosowanie: gospodarstwa domowe
niektóre gałęzie przemysłu
służba zdrowia

Ultradźwięki

- generator elektromagnetyczny
- kwarcowe płytki piezoelektryczne



Mechaniczne niszczenie ściany komórkowej na skutek kawitacji

Uwarunkowania skuteczności:

1. Natężenie dźwięku
2. Częstotliwość
3. Czas działania
4. Rodzaj i liczba mikroorganizmów

W/m^2	ν (kHz)
1	20
10	200
200	500
50000	3000

Ultradźwięki

1. Mechanizm działania

- zjawisko kawitacji
- powodują niszczenie (mechaniczne) ściany komórkowej

2. Czynniki warunkujące skuteczność

- częstotliwość
- czas działania
- natężenie
- rodzaj i liczba mikroorganizmów

Ultrafiltracja

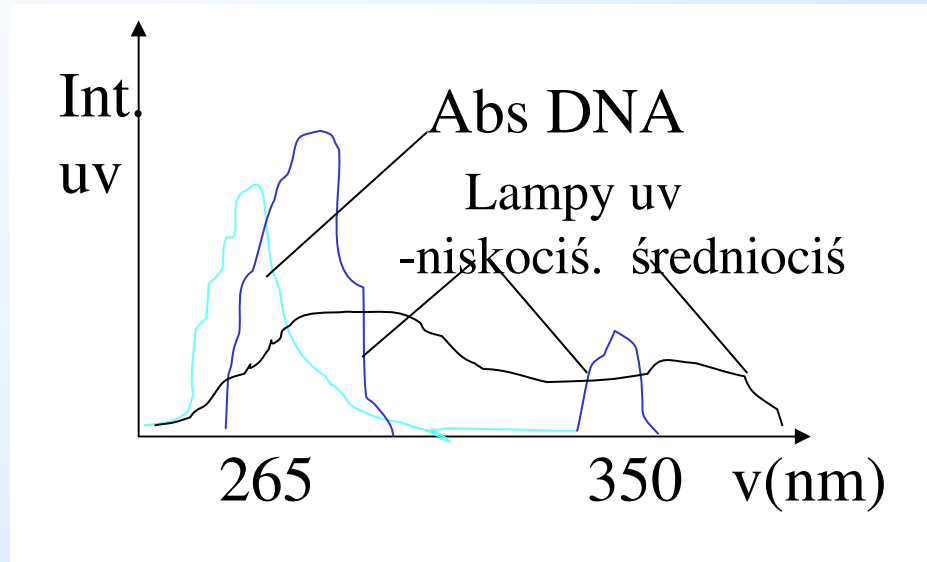
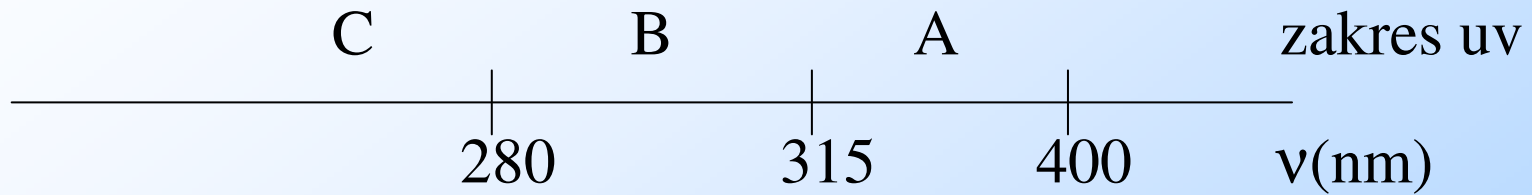
1. Rozmiary mikroorganizmów (formy przetrwalnikowe ?)

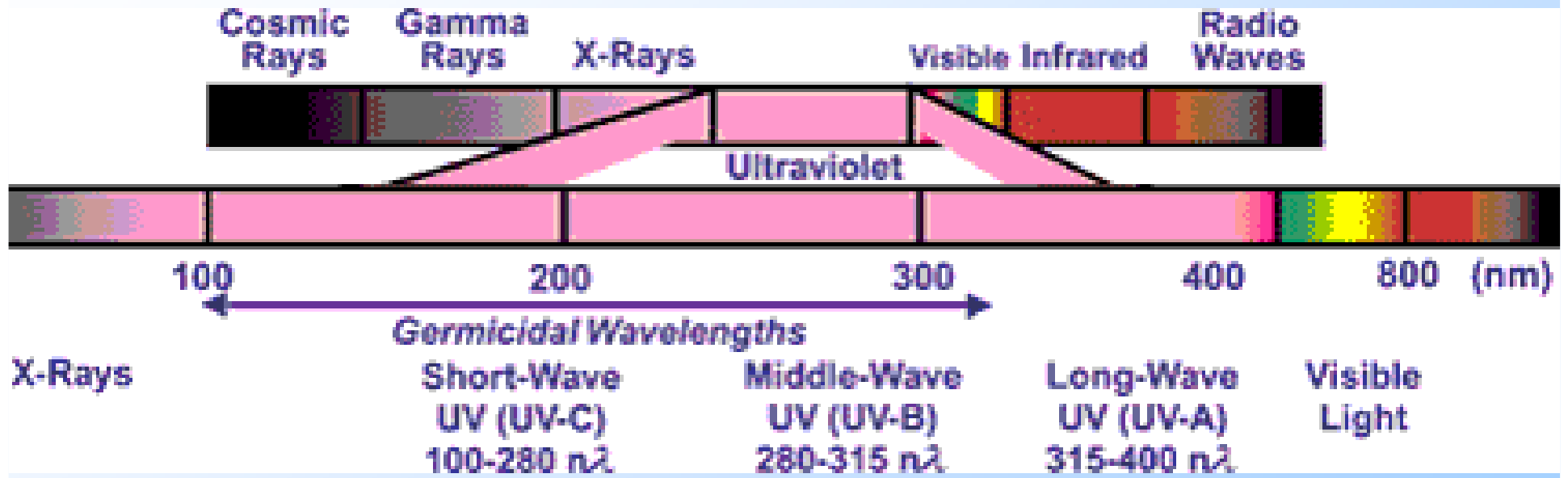
a) Robaki	–	mm - 100 μm
b) Grzyby	–	mm - 10 μm
c) Pierwotniaki	–	100 - 10 μm
d) Bakterie	–	10 - 1 μm
e) Wirusy	–	0,1 - 0,01 μm

2. Filtracja / Ultrafiltracja / OO

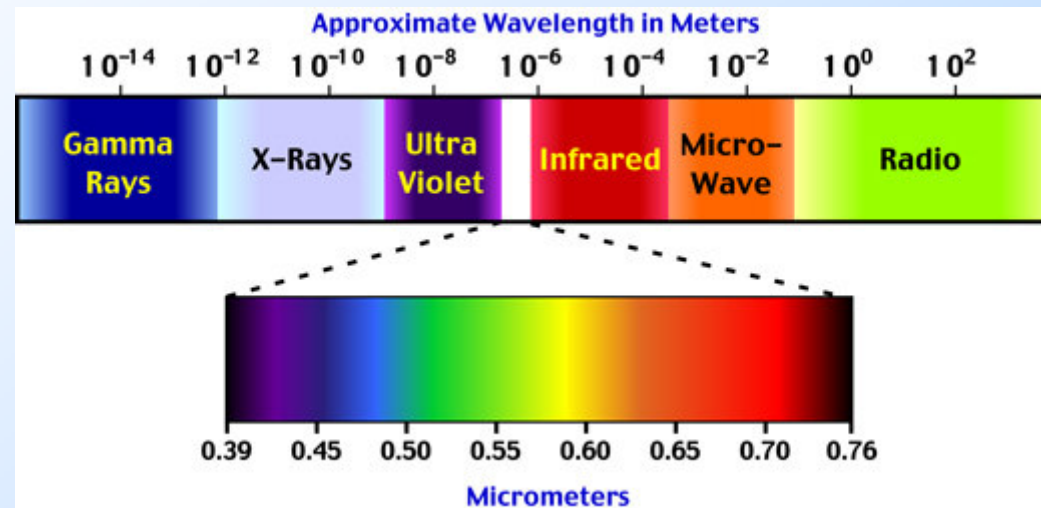
a) filtracja	–	1 μm
b) ultrafiltracja	–	0.01 μm
c) OO	–	0.001 μm

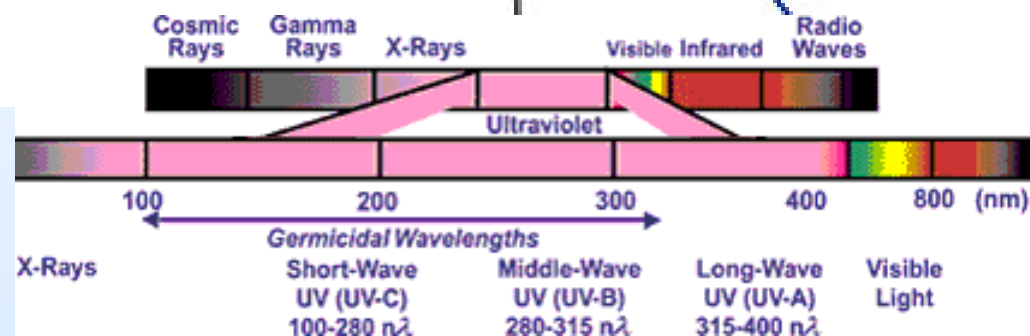
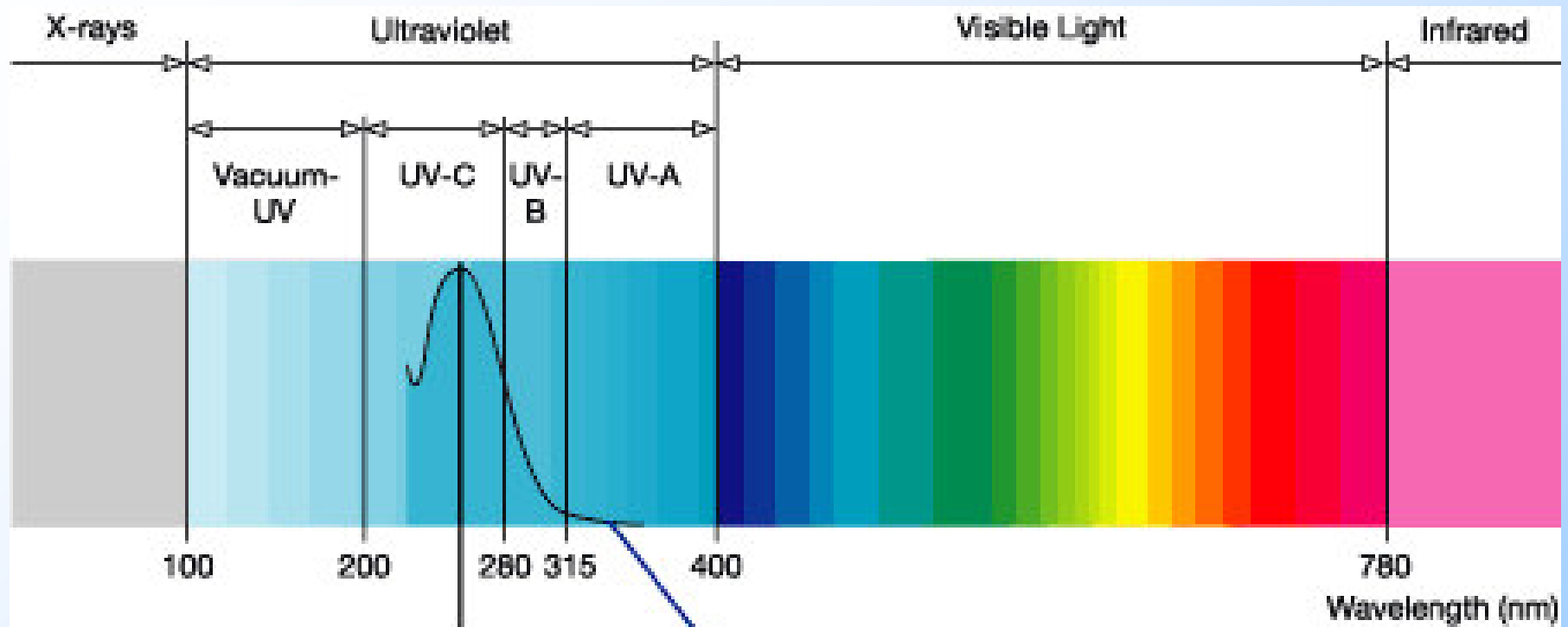
Promieniowanie uv



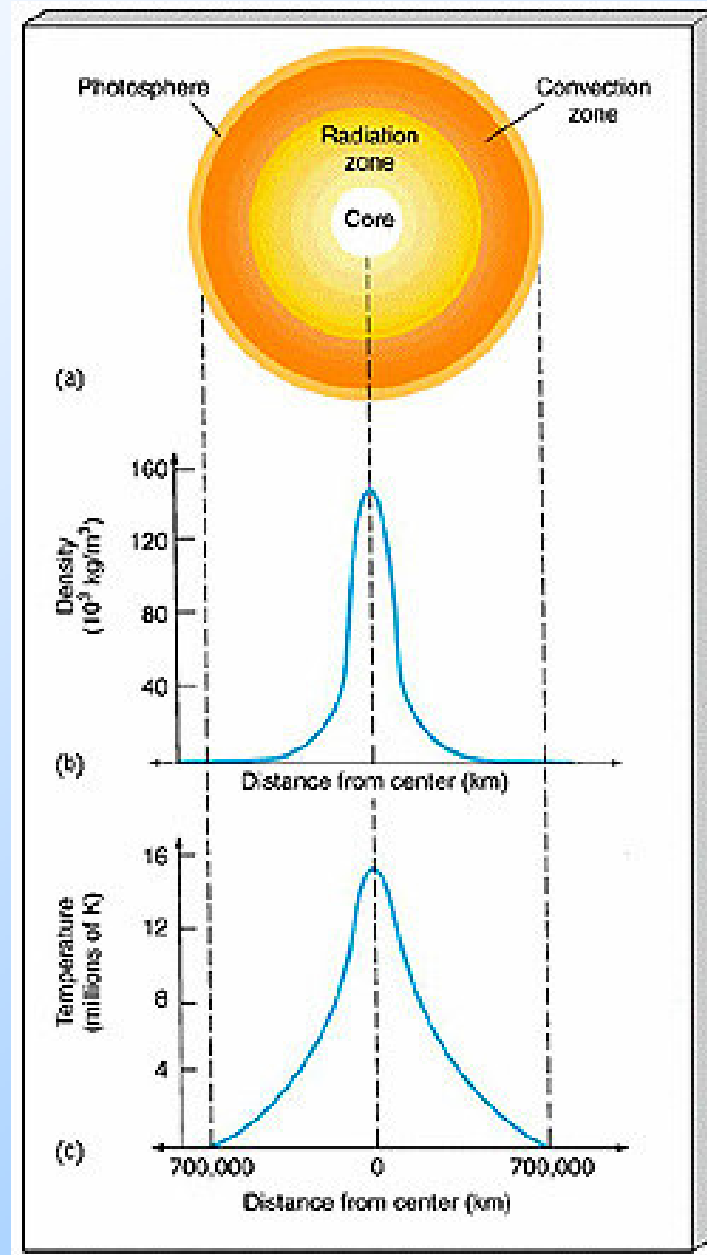
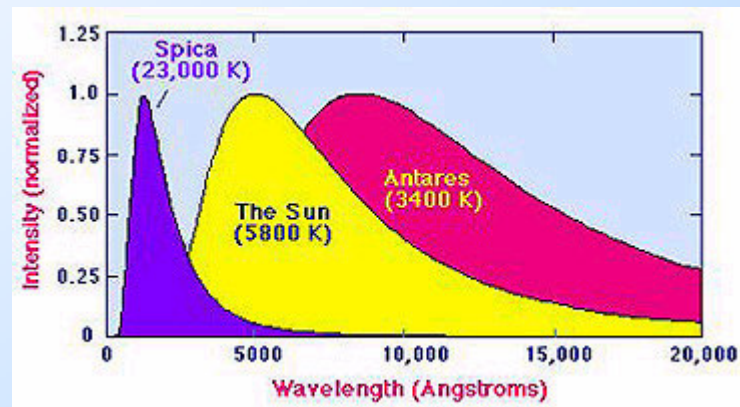
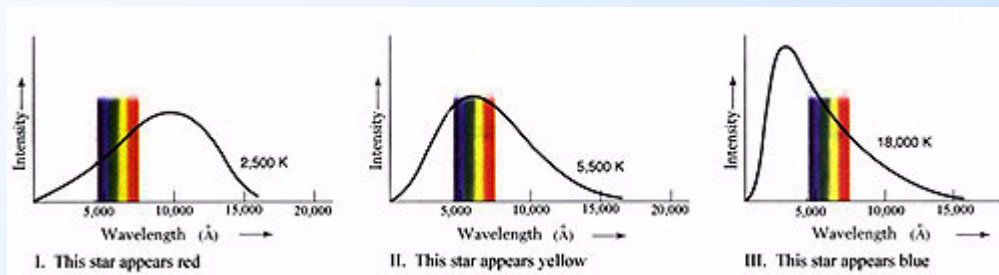
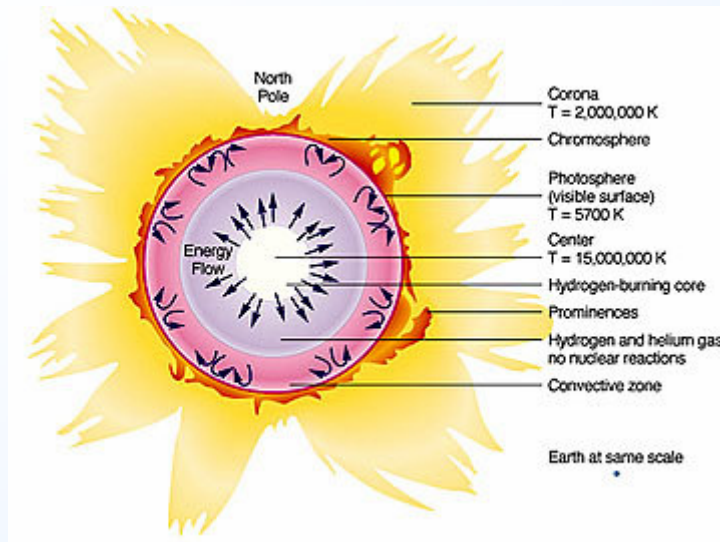


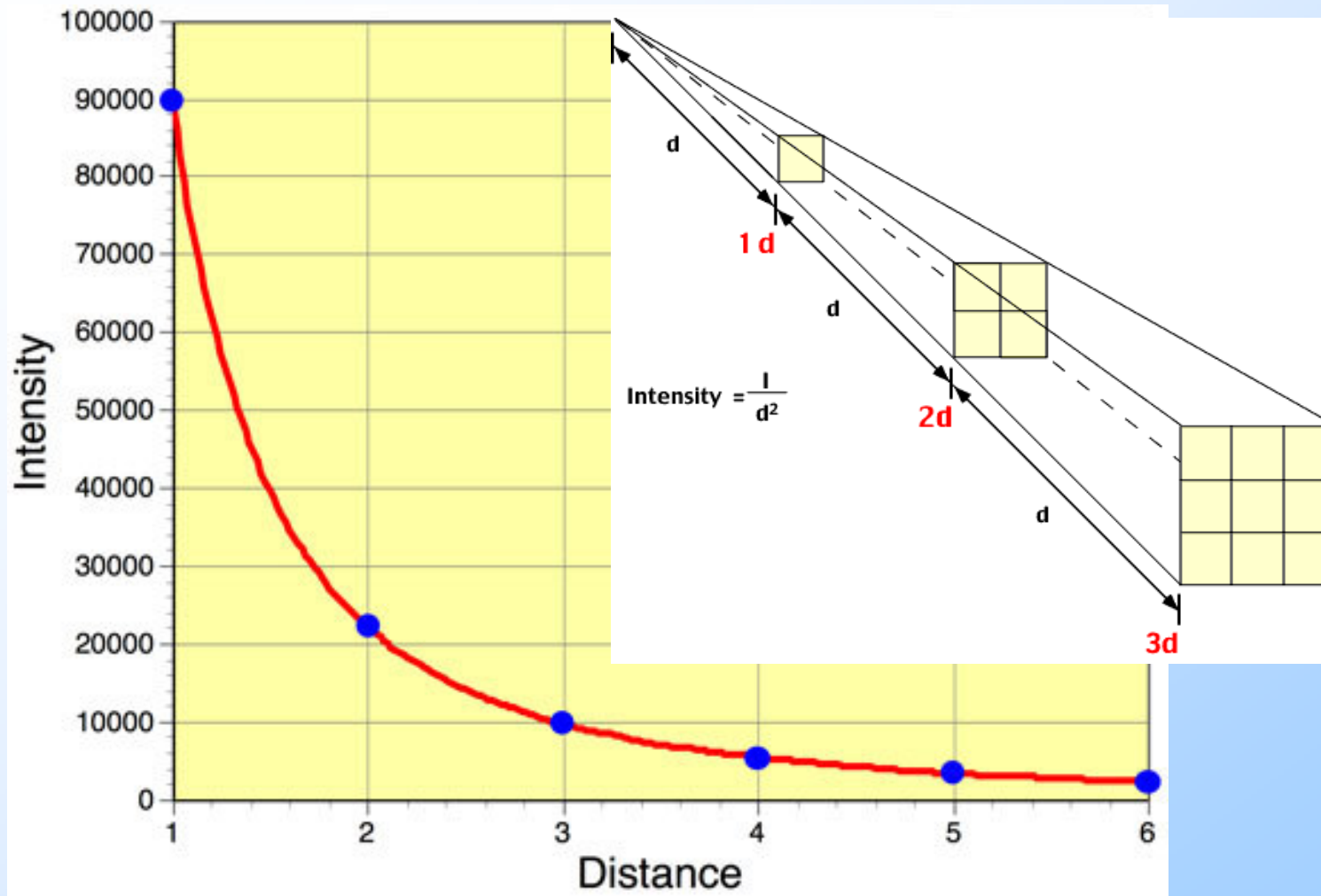
Promieniowanie elektromagnetyczne- widmo





of
1





PROMIENIOWANIE ELEKTROMAGNETYCZNE

$$E = h \cdot \nu$$

E - energia (właściwości)
h - stała Plancka
 ν - częstość

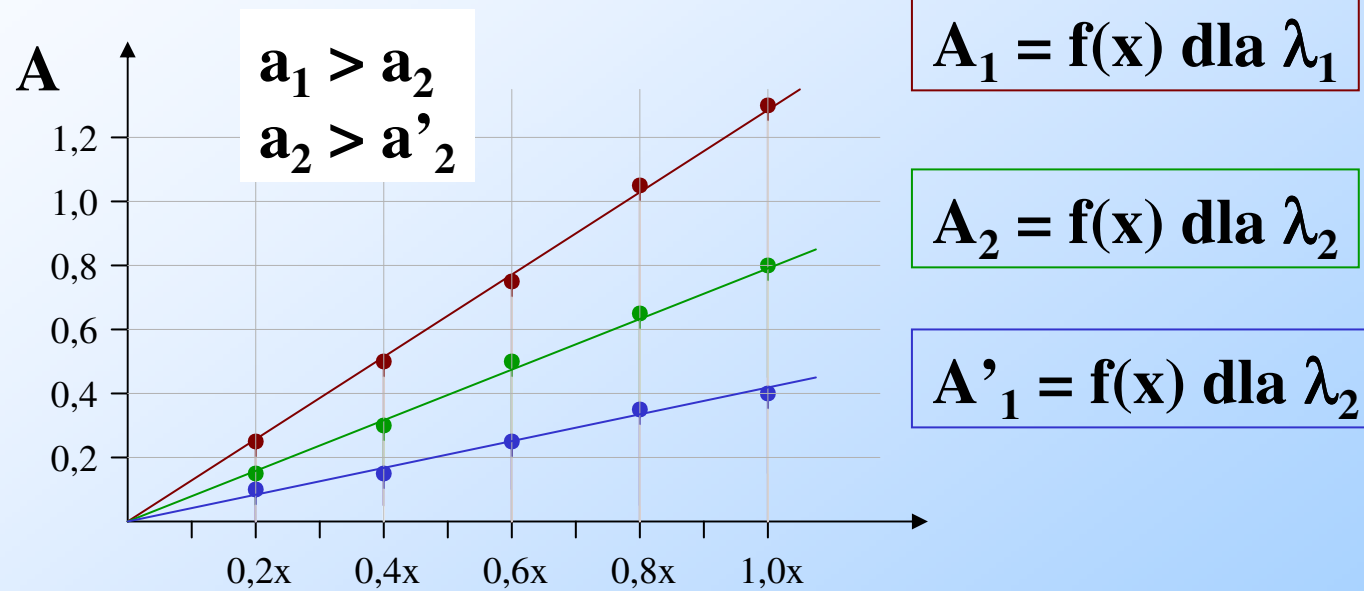
$$\nu = \frac{1}{\lambda}$$

$0,8 < \lambda < 1,5$ mm (promieniowanie podczerwone)

$0,4 < \lambda < 0,8$ mm (promieniowanie widzialne)

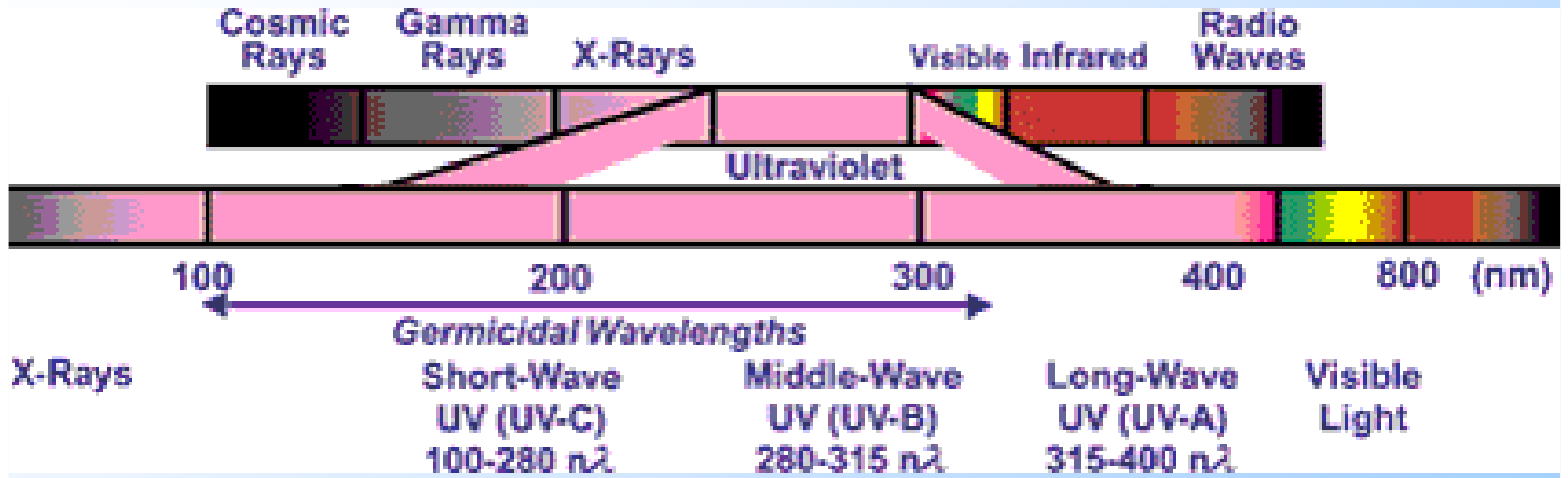
$0,1 < \lambda < 0,4$ mm (promieniowanie nadfioletowe - uv)

ZALEŻNOŚĆ ABSORBANCJI OD x, a



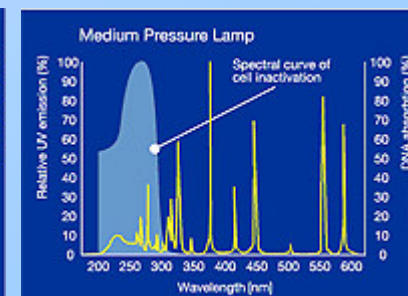
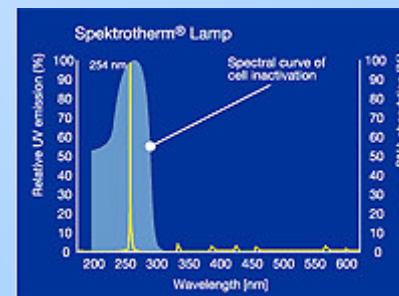
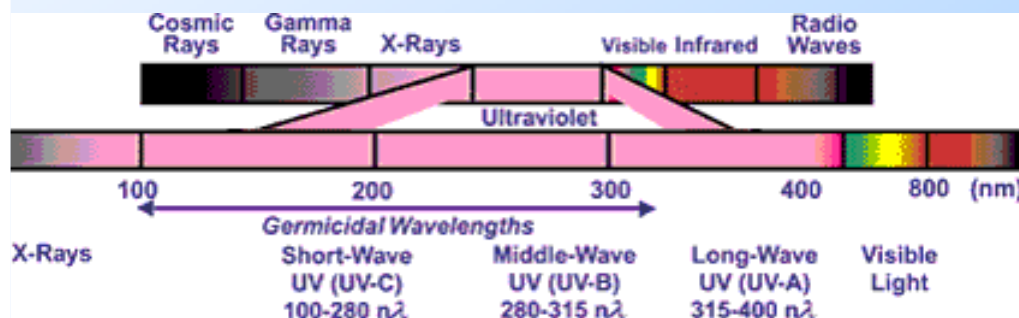
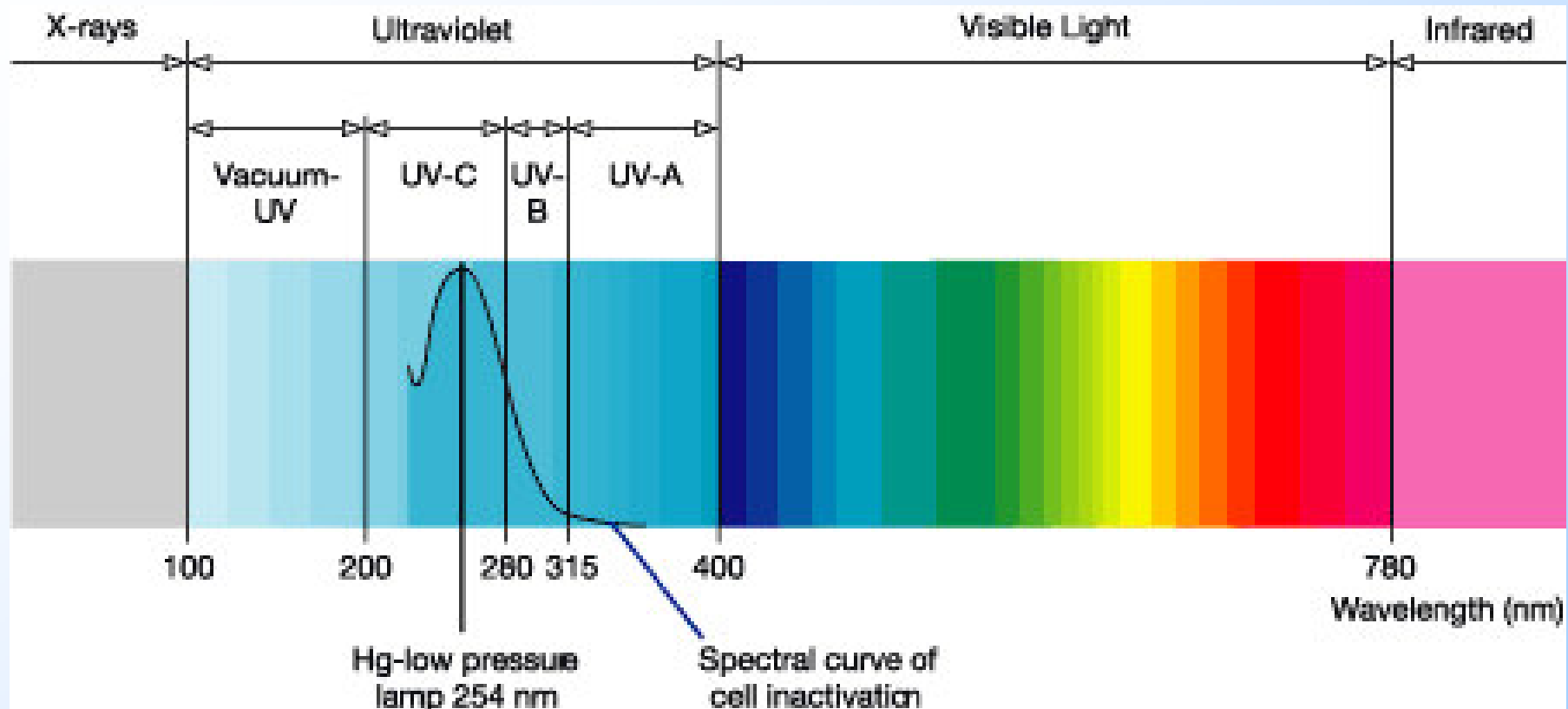
Czynniki warunkujące efektywność działania promieniowania UV

- natężenie**
- długość fali**
- czas**
- skład wody (barwa, zawiesina)**
- jakość i ilość mikroorganizmów**



Nadfiolet

Światło widzialne



PROMIENIOWANIE ELEKTROMAGNETYCZNE

$$E = h \cdot \nu$$

E - energia (właściwości)
h - stała Plancka
 ν - częstość

$$\nu = \frac{1}{\lambda}$$

$0,8 < \lambda < 1,5$ nm (promieniowanie podczerwone- ir)

$0,4 < \lambda < 0,8$ nm (promieniowanie widzialne- vis)

$0,1 < \lambda < 0,4$ nm (promieniowanie nadfioletowe - uv)

ABSORPCJA ŚWIATŁA

$$\frac{I}{I_0} = e^{-ax}$$

x - droga optyczna

a - liniowy współczynnik absorpcji

I - natężenie promieniowania po przejściu przez warstwę roztworu o grubości x

I₀ - natężenie promieniowania padającego

$$\frac{I}{I_0} = T$$

$$\lg T = -ax$$

$$A = \lg \frac{1}{T} = 0,7343 ax$$

T - transmisja (przepuszczalność)

$\lg \frac{1}{T}$ - absorbancja (pochłanianie)

0,4343 a - współczynnik absorbancji (współczynnik ekstynkcji)

WŁAŚCIWY WSPÓŁCZYNNIK ABSORBANCJI

$$T = e^{-a' \cdot c}$$

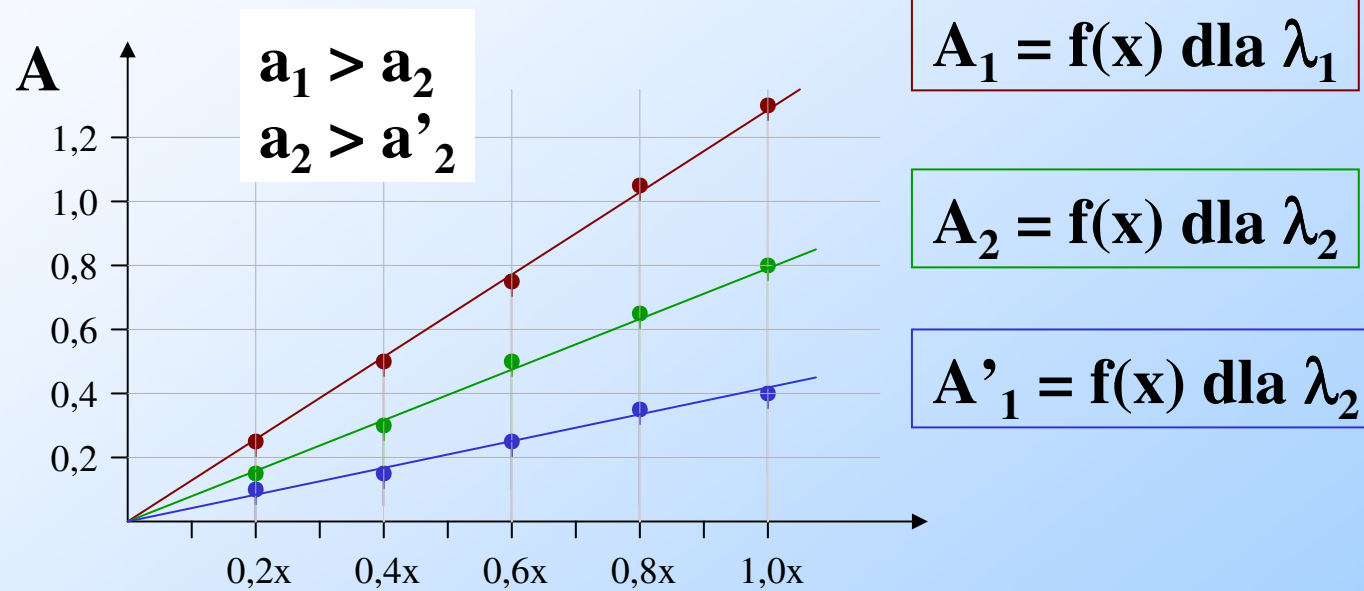
T - transmisja ($T = e^{-ax}$)
c - stężenie
a' - ?

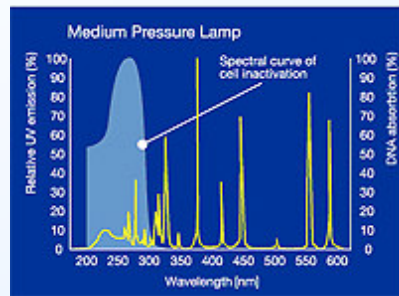
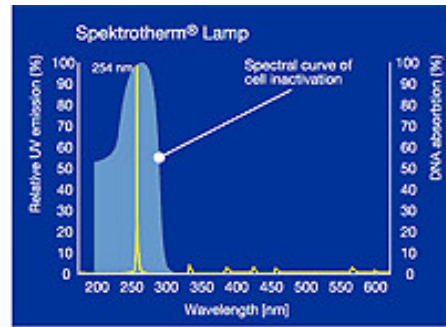
$$T = e^{-a'' \cdot c \cdot x}$$

$$\lg \frac{1}{T} = A = 0,4343 a'' c x$$

0,4343 - właściwy współczynnik absorpcji
A - ?

ZALEŻNOŚĆ ABSORBANCJI OD x, a





Praktyka dezynfekcji uv

- a) źródła promieniowania - lampy rtęciowe
- wysokociśnieniowe
 - niskociśnieniowe
- b) umiejscowienie lamp

$$D = I \cdot t$$

$$D > 250 \frac{\text{W} \cdot \text{s}}{\text{m}^2}$$

$$t \cong 30 \text{ s}$$

$$I \cong 10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

D - dawka

I - natężenie

t - czas

Chemiczne metody dezynfekcji

ChMD-dodanie do uzdatnianej wody substancji chemicznych powodujących obumieranie mikroorganizmów

Metody chemiczne dezynfekcji

- dodawanie do wody silnych utleniaczy

	O_3	>	ClO_2	>	Cl_2	>	Br_2	>	NH_2Cl
	↓		↓		↓		↓		↓
	O_2		Cl^-		Cl^-		Br^-		Cl^-
E_n	2,07		1,91		1,36		1,09		0.23

- E_n wskazuje na zdolność utleniania innych związków
- zdolność bakteriobójcza zależy od zdolności przenikania do komórki i od stabilności

Ilościowa charakterystyka ChŚB

a) czynnik CT

- iloczyn stężenia i czasu działania prowadzącego do dezaktywacji 99,9 % cyst, 99,99 % wirusów

$$CT = [\text{stęż.}] \times [\text{czas}] \quad (\text{mg/dm}^3 \cdot \text{min})$$

$$CT = f(\text{temp.}, \text{pH}, \text{skład})$$

b) wartości

$$\begin{array}{ll} CT = & 1,4 \text{ (O}_3\text{)} \\ & 23 \text{ (ClO}_2\text{)} \\ & 124 \text{ (Cl}_2\text{)} \\ & 1850 \text{ (NH}_x\text{Cl}_{3-x}\text{)} \end{array}$$

Ilościowa charakterystyka ChŚB

a) czynnik CT

- iloczyn stężenia i czasu działania prowadzącego do aktywacji 99,9% cyst, 99.99% wirusów

$$CT = [\text{stęż.}] \times [\text{czas}] \quad (\text{mg/dm}^3 \cdot \text{min})$$

$$CT = f(\text{temp.}, \text{pH}, \text{skład})$$

b) wartości

$$CT = \begin{array}{l} 1,4 \text{ (O}_3\text{)} \\ 23 \text{ (ClO}_2\text{)} \\ 124 \text{ (Cl}_2\text{)} \\ 185 \text{ O(NH}_x\text{Cl}_{3-x}\text{)} \end{array}$$

Szybkość dezynfekcji

$$\frac{dy}{dt} = K(N)$$

$$\frac{N}{N_0} = e^{-Kt}$$

$$K = c^n \cdot t$$

y - l. org. zniszczonych

N₀ - początkowa liczba

N - końcowa liczba

K - współcz. skut. dezynfekcji

t - czas

n - stała = f(w,d,o) ≅

Szybkość dezynfekcji (c.d.)

Dezynfektant	Wartość c ⁿ		
	E.coli (b)	Polio (w)	Entamaeba (c)
O ₃	2300	920	3,1
HOCl	120	5	0,2
ClO ₂	16	2,5	-
OCl ⁻	5	0,5	-
NHCl ₂	1	0,01	-

Szybkość dezynfekcji - Podsumowanie

Szybkość dezynfekcji - czy jest ważna

Szybkość dezynfekcji - uwarunkowanie

- rodzaj mikroorganizmów**
- stężenie i forma aktywna dezynfektanta**
- skład dezynfekowanej wody**
- warunki prowadzenia dezynfekcji (temp., mieszanie)**

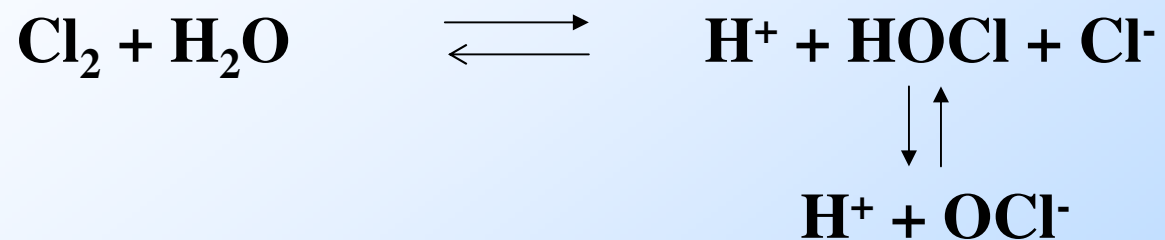
W praktyce stosuje się: O_2 , ClO_2 , Cl_2

Chlorowanie

- historia
- chlor (właściwości)
- substancje zawierające chlor aktywny
 ClO_2 , NaOCl , Ca(OCl)_2 , Cl_2

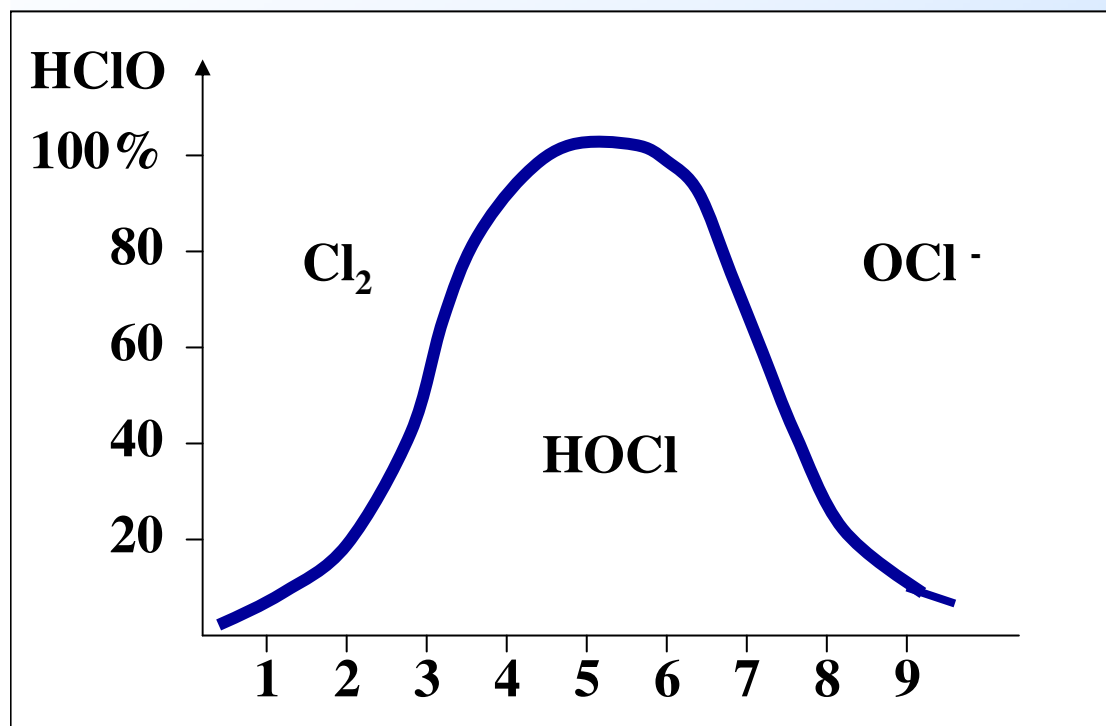
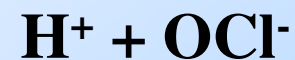
Chlorowanie - Reakcje chemiczne

Reakcja Cl_2 w wodzie (dysproporcjonowanie)



Chlorowanie - Reakcje chemiczne

Reakcja Cl_2 w wodzie (dysproporcjonowanie)

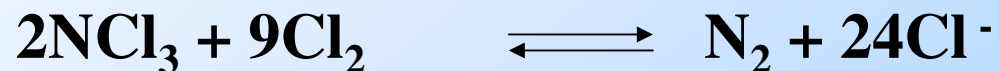
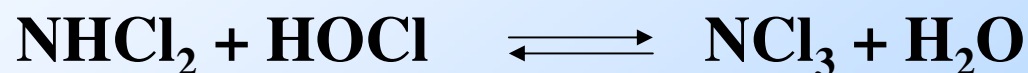
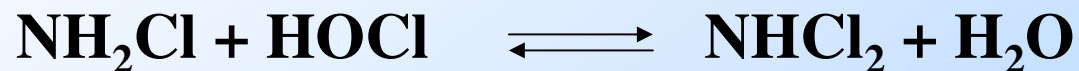
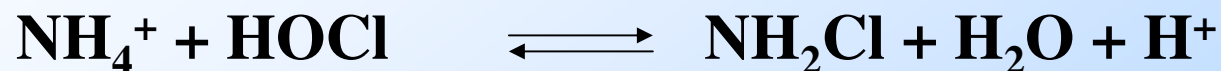


Cl_2 - nieskuteczny

$$\frac{K(\text{HClO})}{K(\text{ClO}^-)} = 80$$

Chlorowanie - Reakcje chemiczne

Reakcje w obecności NH_4^+



Reakcje w obecności reduktorów



Chlor pozostały

Chlor pozost.
(g Cl₂/m³)

3

2

1

woda
destylowana

woda
destylowana
+ reduktory

woda
destylowana
+ reduktory
+ amoniak

A

B

C

2

4

6

8

(g Cl₂/m³)

A - niezwłoczne zużycie chloru

B - tworzenie chloramin

C - degradacja chloramin

Zastosowanie ClO₂

- historia
- zalety: bakteriobójczy, niereaktywny
 - a) amoniak
 - b) fenole
 - c) związki organiczne
- wady
 - a) wybuchowy
 - b) chlorany i chloryny

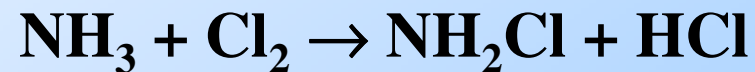
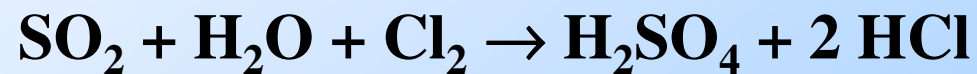
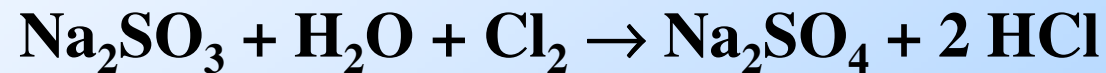
Siła dezynfekcji związków chloru

związek	$K_{E.coli}$
ClO_2	2,6
HClO	1
OCl^-	0,12
$NHCl_2$	0,02

Dechloracja wody

– nadmiar chloru usuwa się

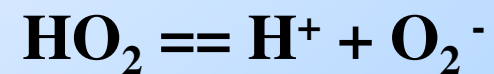
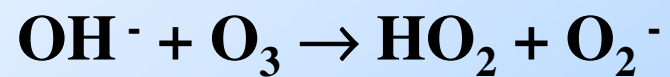
a) metodami chemicznymi



b) węgiel aktywny

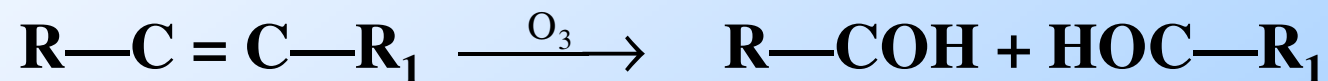
Ozonowanie wody

- historia
- właściwości ozonu
- reakcje



Ozonowanie wody (c.d.)

- okres półtrwania wynosi kilkanaście do kilkudziesięciu sekund (zależy od t, HCO_3^- , zw.org.)
- działanie



- skuteczność
- dawki

Kryteria doboru metod dezynfekcji

Kryterium	Cl ₂	O ₃	ClO ₂	uv
Wydajność	+	+	~	~
Niezawodność	+	+	+	+
Łatwość obsługi	~	+	~	~
Skuteczność dez.	+	~	+	~
Bakteriobójczość	+	+	+	+
Wirusobójczość	~	+	+	+
Produkty uboczne	-	~	~	+
Czas kontaktu	ś	k	ś	k
NH ₄	-	+	+	+
pH - wpływ	-	+	+	+
Kontrola procesu	+	+	+	+

Biocydy

-definicja

-przykład

Dezynfekcja-podsumowanie

Mikroorganizmy-charakterystyka

Dezynfekcja- definicja

Metody dezynfekcji- lista, charakterystyka

Chlorowanie wody- formy akt.chloru, chlor pozostały, reakcje,
 ClO_2 ,dechloracja

Metody dezynfekcji- porównanie