



Горива и индустријска вода

лабораторијске вежбе



Индустријска вода

Вода се користи као:

- расхладни флуид,
- радни флуид,
- непосредни носилац енергије.

За индустријске потребе се користе **природне воде**.
Оне нису ни механички ни хемијски чисте, тако да **се пречишћавањем оспособљавају за индустријску примену**.



Подела према пореклу

- **атмосферску** (киша, снег, град), садржи мање од 50 mg/kg соли,
- **површинску** (реке, језера, мора), садржи 500-600 mg/kg (речна) до 35 g/kg (морска),
- **подземну** (изворска, бунарска, артеска), садржи око 1200 mg/kg.



Примесе у води

- **механичке** (груби дисперсоиди),
- **колоидне** (колоидни дисперсоиди),
- **растворене** (молекуларни дисперсоиди).



Механичке примесе у води

- честице димензија већих од 10^{-7} m,
- ако је концентрација ових честица мања од 5 mg/kg природна вода се сматра прозирном.



Колоидне примесе у води

- честице димензија $(1-100) \cdot 10^{-9}$ m,
- пролазе кроз папирни филтер,
- у овом стању налазе се једињења: Si, Al, Fe и органске материје настале распадањем биљних и животињских организама.



Растворене примесе у води

- то су молекули растворених соли, киселина и база,
- димензија мањих од $1 \cdot 10^{-9}$ m.



Уклањање примесе из воде

- механичке – таложењем и филтрирањем,
- растворене – другим поступцима.



Тврдоћа воде

- Соли растворене у води могу се поделити у две групе:
 - оне које воду чине тврдом (Ca, Mg),
 - остале соли (Na, Fe, Mn).
- **Присуство растворених соли калцијума и магнезијума (ређе баријума и стронцијума) чини воду тврдом.**



Врсте тврдоће воде

- карбонатна – привремена (T_k),
- некарбонатна – стална (T_n),
- укупна – општа (T_u).



Карбонатна – привремена тврдоћа воде



- чине је бикарбонати магнезијума и калцијума растворени у води,
- релативно лако се одстрањује термичким поступком (загревањем):





Некарбонатна – стална тврдоћа ✓ воде

- чине је све остале соли калцијума и магнезијума растворене у води (CaSO_4 , MgSO_4 , CaCl_2 , MgCl_2 , CaSiO_3 итд.),
- не може се одстранити термичким поступком.



Укупна – општа тврдоћа воде

- чине је све соли магнезијума и калцијума растворене у води,
- једнака је збиру претходне две.



Јединице за тврдоћу воде

- mval/dm^3 (старе), mmol/dm^3 (важеће)
- ppm
- степени тврдоће:
 - немачки ($^{\circ}\text{d}$),
 - француски ($^{\circ}\text{f}$),
 - енглески ($^{\circ}\text{e}$),
 - амерички ($^{\circ}\text{a}$).



Односи између јединица за тврдоћу воде

- 1 mmol/dm^3 56 mg CaO/dm^3 ,
 - 1 mval/dm^3 28 mg CaO/dm^3 ,
 - $1 ^\circ\text{d}$ 10 mg CaO/dm^3 ,
 - $1 ^\circ\text{f}$ $10 \text{ mg CaCO}_3/\text{dm}^3 = 5,6 \text{ mg CaO/dm}^3$,
 - 1 ppm CaCO_3 $1 \text{ mg CaCO}_3/\text{dm}^3 = 0,56 \text{ mg CaO/dm}^3$.
-
- $1 \text{ mmol/dm}^3 = 2 \text{ mval/dm}^3$ – за двовалентне катјоне
 - $1 \text{ mmol/dm}^3 = 1 \text{ mval/dm}^3$ – за једновалентне катјоне
 - $1 \text{ mval/dm}^3 = 2,8 ^\circ\text{d} = 5 ^\circ\text{f} = 50 \text{ ppm CaCO}_3$

За оне које ова тема више занима:

<http://www.cactus2000.de/uk/unit/masswas.shtml>



Подела воде према укупној тврдоћи израженој у $^{\circ}\text{d}$ ✓

- врло мека (0-4) $^{\circ}\text{d}$,
- мека (4-8) $^{\circ}\text{d}$,
- средње тврдоће (8-16) $^{\circ}\text{d}$,
- тврда (16-30) $^{\circ}\text{d}$,
- врло тврда >30 $^{\circ}\text{d}$.



Одређивање тврдоће воде

- одређивање укупне тврдоће воде,
- одређивање привремене тврдоће воде,
- стална се одређује као разлика претходне две.



Одређивање укупне тврдоће воде EDTA[✓] титриметријска метода – ISO 6059

- 100 ml воде чија се укупна тврдоћа одређује.
- Индикатор је Eriochrome Black T (Ериохром црно Т).
- Индикатор обоји воду у љубичасто.
- Дода се пуфер (раствор амонијум хлорида NH_4Cl и амонијака NH_3) који треба да обезбеди $\text{pH}=10$.
- Реагенс је EDTA, стандардни запремински раствор ($c(\text{Na}_2\text{EDTA}) = 10 \text{ mmol/L}$) – тзв. Комплексон III.
- Реагенс се додаје мало по мало уз стално титрирање док вода не промени боју из љубичасте у плаву.
- Утрошена количина реагенса у ml даје укупну тврдоћу у немачким степенима ($^\circ\text{d}$).



Одређивање привремене тврдоће воде

- 100 ml воде чија се укупна тврдоћа одређује.
- Индикатор је метил оранж.
- Индикатор обоји воду у жуто.
- Реагенс је 0.1 нормални раствор HCl (хлороводичне киселине).
- Реагенс се додаје мало по мало уз стално титрирање док вода не промени боју из жуте у наранџасту.
- Утрошена количина реагенса у ml помножена са 2,8 даје привремену тврдоћу у немачким степенима ($^{\circ}\text{d}$).



Одређивање сталне тврдоће воде

- Одређује се рачунски као разлика укупне и привремене тврдоће.



Киселост воде

- **Последица присуства растворених јона водоника у води.**
- **Зависно од количине катјона (+) и анјона (-) у води активна реакција воде може бити:**
 - кисела,
 - неутрална,
 - базна.
- **Вода је неутрална ако се у њој налазе једнаке количине катјона (H^+) и анјона (OH^-).**

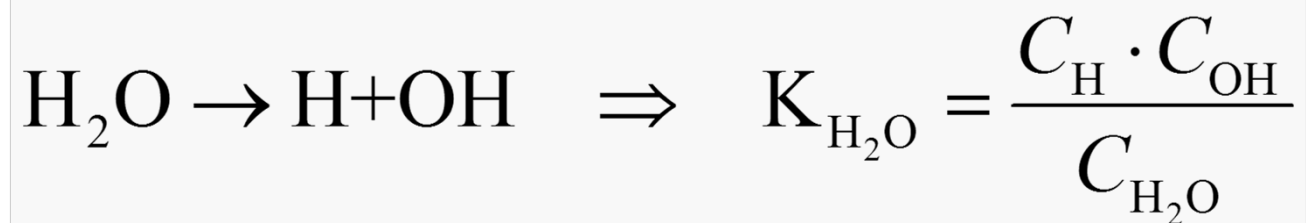


рН вредност

- **мера киселости воде,**
- **неименован број – степен концентрације водоникових јона у води,**
- **име потиче од енглеских ознака:**
 - р прво слово речи power (степен),
 - Н ознака водоника.



pH вредност



Температура (°C)	$K_{\text{H}_2\text{O}}$
0	$0,13 \cdot 10^{-14}$
25	$1 \cdot 10^{-14}$
250	$557 \cdot 10^{-14}$



✓...

pH вредност

$$\begin{aligned} [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] &= 10^{-14} \Leftrightarrow C_{\text{H}} \cdot C_{\text{OH}} = 10^{-14} / \log \\ \log C_{\text{H}} + \log C_{\text{OH}} &= -14 \end{aligned}$$

за **pH=7** биће **$C_{\text{H}}=C_{\text{OH}}$** , тј. вода је **неутрална**,

за **pH>7** биће **$C_{\text{H}}<C_{\text{OH}}$** , тј. вода је **базна**,

за **pH<7** биће **$C_{\text{H}}>C_{\text{OH}}$** , тј. вода је **кисела**.



pH вредност

pH вредност	Концентрација водоникових јона H^+	Концентрација хидроксилних јона OH^-	Реакција
0	10^0	10^{-14}	кисела
7	10^{-7}	10^{-7}	неутрална
14	10^{-14}	10^0	базна

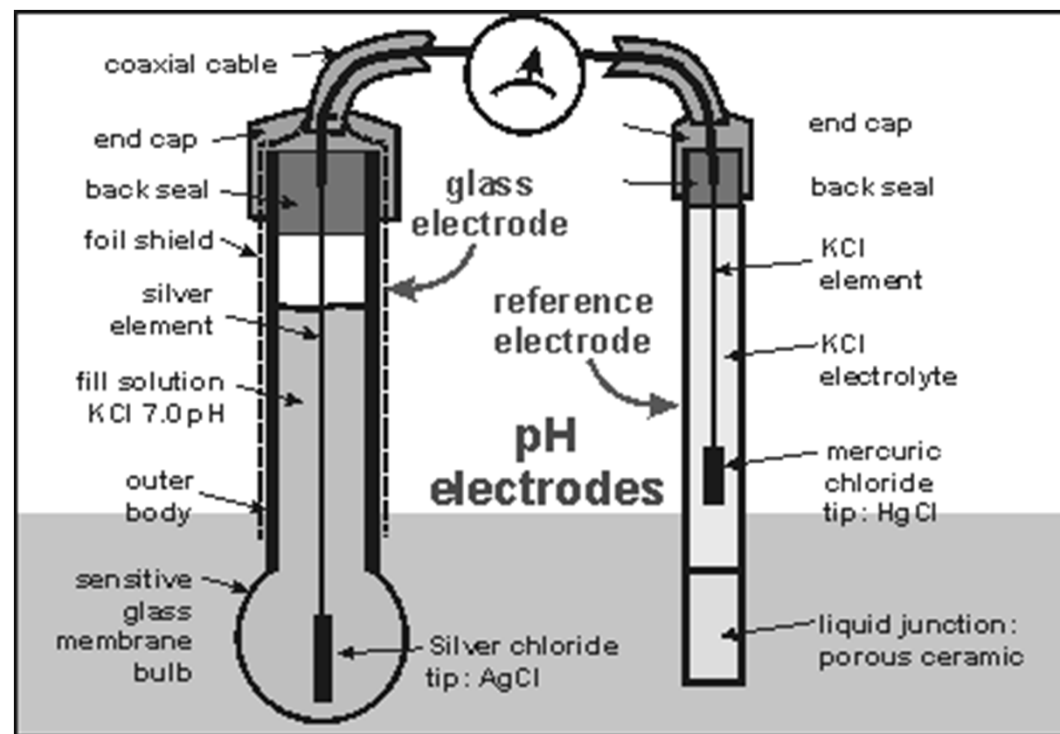


Одређивање рН вредности

- **КВАЛИТАТИВНО** (колориметријска метода помоћу индикаторских трака – лакмус папир),
- **КВАНТИТАТИВНО** (помоћу инструмента – рН метра).



Одређивање pH вредности помоћу pH метра





Примери рН метара





Пример рН индикаторских трака

