



Inovace profesní přípravy budoucích učitelů chemie

CZ.1.07/2.2.00/15.0324



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ



učitel chemie
CZ.1.07/2.2.00/15.0324

Investice do rozvoje vzdělávání

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



Investice do rozvoje vzdělávání

Výroba chloru a hydroxidu sodného elektrolytickými metodami

Mgr. Jana Prášilová, prof. RNDr. Jiří Kameníček, CSc.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Obsah prezentace

1. Rozdíly mezi elektrolýzou roztoku a taveniny NaCl
2. Rozdělení základních metod výroby
3. Diafragmová metoda výroby NaOH
4. Amalgamový způsob výroby NaOH
5. Membránová metoda výroby NaOH

Rozdíly mezi elektrolýzou roztoku a taveniny NaCl

- přítomnost iontů v tavenině a roztoku
- reakce probíhající na katodě

	Tavenina NaCl	Roztok NaCl
Přítomnost iontů	Na ⁺ , Cl ⁻	Na ⁺ , Cl ⁻ , H ₃ O ⁺ , OH ⁻
Anoda (+)	grafitová	titanová (aktivovaná platinovými kovy)
Katoda (-)	železná	železná
Stejnoseměrné napětí	7 – 8 V	4 V
Reakce probíhající na anodě (+)	$2 \text{Cl}^- \rightarrow 2 \text{Cl}^\bullet + 2 \text{e}^-$ $2 \text{Cl}^\bullet \rightarrow \text{Cl}_2$	$2 \text{Cl}^- \rightarrow 2 \text{Cl}^\bullet + 2 \text{e}^-$ $2 \text{Cl}^\bullet \rightarrow \text{Cl}_2$
Reakce probíhající na katodě (-)	$2 \text{Na}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Na}$	$2 \text{Na}^+ + 2 \text{e}^- + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $\rightarrow 2 \text{NaOH} + \text{H}_2$
Produkty	Na, Cl₂	NaOH, Cl₂, H₂

Rozdělení základních metod výroby

V průmyslové praxi se chlor a NaOH vyrábějí třemi metodami:

- diafragmovou
- amalgamovou
- membránovou

V České republice se používá **amalgamová metoda**.

Nejstarší metoda: amalgamová

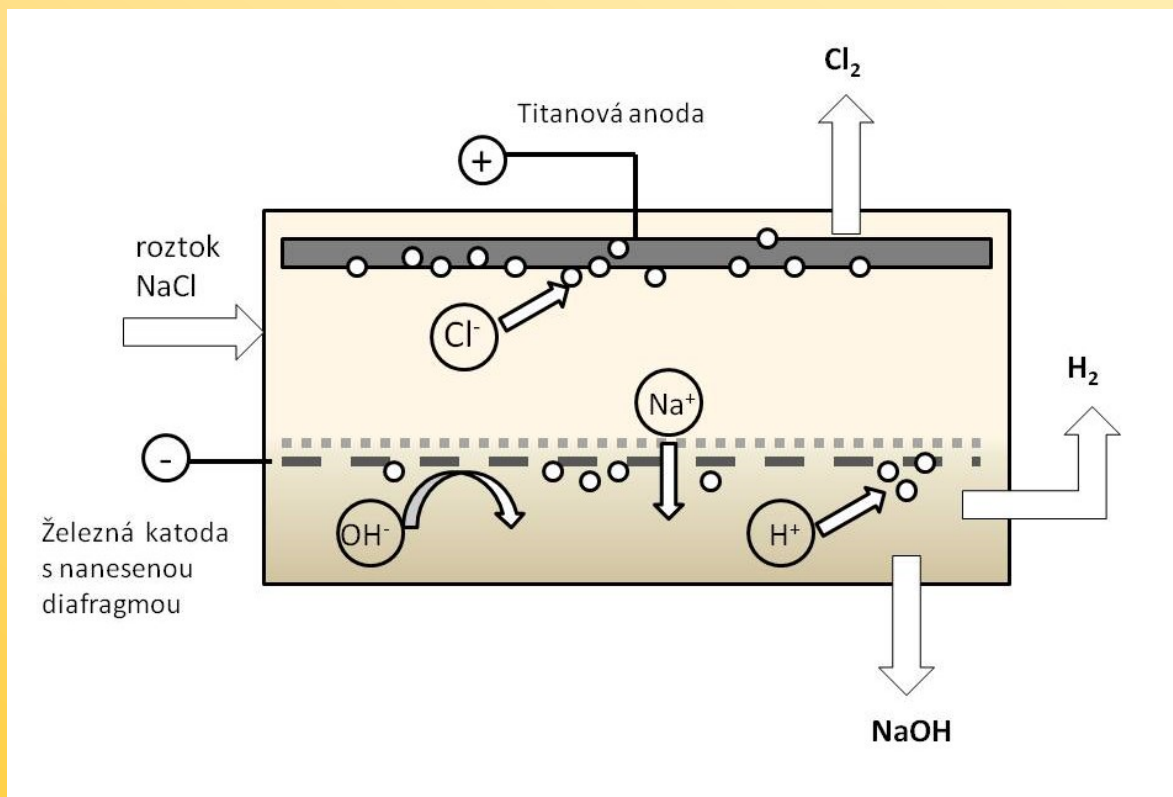
Nejmodernější: membránová

Diafragmová metoda výroby NaOH

Diafragma:

- odděluje katodový a anodový prostor
- umožňuje migraci sodných iontů
- zabraňuje reagování produktů elektrolýzy
- nanesena na železné katodě
- starší diafragmy vyrobeny z grafitu
- novější typy vyrobeny titanu, pokryté TiO_2 nebo RuO_2

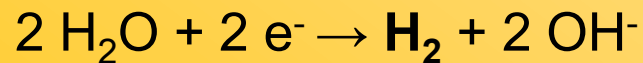
Diafragmová metoda výroby NaOH



Anoda:



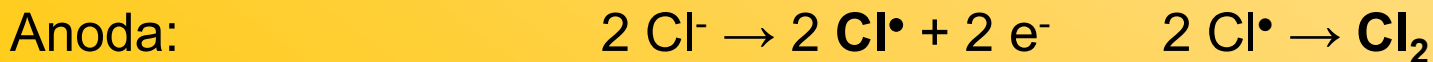
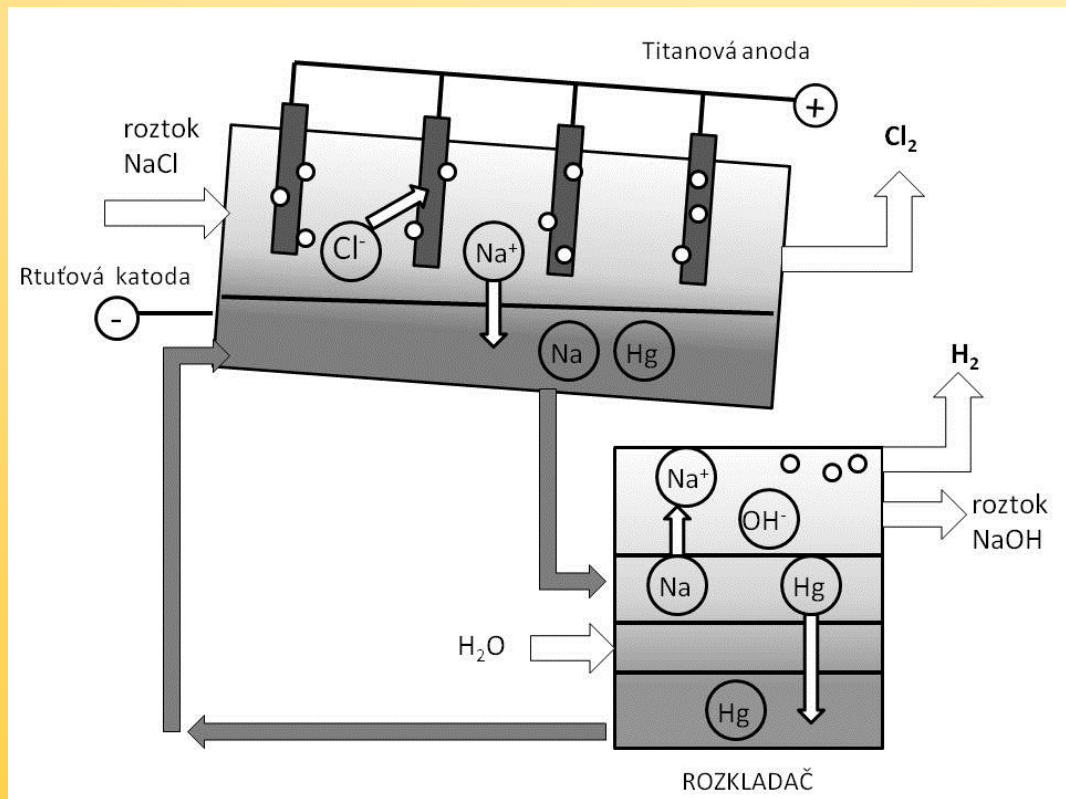
Katoda:



Amalgamový způsob výroby NaOH

- zařízení má dvě části: **elektrolyzér** a **rozkladač**
- **katoda** je z kapalné rtuti
- **anoda** bývá grafitová nebo z titanu, pokrytá TiO_2 nebo RuO_2
- Na^+ ionty migrují ke rtuťové katodě – vzniká sodíkový amalgam
- sodíkový amalgam je veden do rozkladné nádoby s vodou, kde se uvolňují Na^+ ionty a vzniká NaOH
- regenerovaná rtuť se opět používá

Amalgamový způsob výroby NaOH



Porovnání diafragmové a amalgamové metody

	Diafragmový způsob	Amalgamový způsob
Přítomnost iontů	Na^+ , Cl^- , H_3O^+ , OH^-	Na^+ , Cl^- , H_3O^+ , OH^-
Anoda (+)	titanová (pokrytá TiO_2 , RuO_2)	titanová (pokrytá TiO_2 , RuO_2)
Katoda (-)	železná	rtuťová (kapalná)
Oddělení prostoru anody a katody	porézní přepážkou (dříve karcinogenní azbest, dnes tkaniny, keramické materiály)	prostory nejsou odděleny další procesy probíhají v tzv. rozkladné nádobě
Reakce probíhající na anodě (+)	$2 \text{Cl}^- \rightarrow 2 \text{Cl}^\bullet + 2 \text{e}^-$ $2 \text{Cl}^\bullet \rightarrow \text{Cl}_2$	$2 \text{Cl}^- \rightarrow 2 \text{Cl}^\bullet + 2 \text{e}^-$ $2 \text{Cl}^\bullet \rightarrow \text{Cl}_2$
Reakce probíhající na katodě (-)	$2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$ $2 \text{Na}^+ + 2 \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{NaOH}$	$2 \text{Na}^+ + 2 \text{e}^- + 2x \text{Hg} \rightarrow 2 \text{NaHg}_x$ (tzv. sodíkový amalgám)
Doprovodné reakce		v rozkladné nádobě: $2 \text{NaHg}_x + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2x \text{Hg} + 2 \text{NaOH} + \text{H}_2$
Produkty	Cl_2 , H_2 , NaOH	Cl_2 , H_2 , NaOH

Membránová metoda výroby NaOH

- **iontově selektivní membrány**
- propouští sodné ionty a vodu
- výsledný roztok NaOH je pouze minimálně znečištěn přítomností NaCl



Hala s membránovými elektrolyzéry

<http://electrochem.cwru.edu/encycl/art-b01-brine.htm>



Investice do rozvoje vzdělávání

Konec

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.