

# AUXILIAR CURRICULAR

clasa a XI-a  
An de completare

Domeniul: **CHIMIE INDUSTRIALĂ**  
Calificarea: **OPERATOR ÎN CHIMIA ANORGANICĂ**  
Nivelul: **2**



Modulul: **PRODUSE SODICE ȘI CLOROSODICE**

București - 2005

## **Autori:**

**ing. Aurelia BUCHMAN** - prof. grad did.I, Grup Școlar „C. D. Nenițescu”,  
Baia Mare

**ing. Mihaela MARINCESCU** - prof. grad did.I, Grup Școlar „C. D. Nenițescu”,  
Baia Mare

## **Consultanță**

**ing. Dana STROIE**, expert formare profesională CNDIPT- MEC

**ing. Doina Olivia COSMA**, expert local IMC Consulting

## Cuprins

<b>I. Introducere</b>	pag.	4
Ce veți găsi în acest ghid?	pag.	5
Modul 7 – Competențe, obiective	pag.	6
<b>II. Materiale de referință</b>	pag.	7
Sfaturi pentru proiectarea unei lecții reușite	pag.	7
Fișa pentru înregistrarea progresului elevului	pag.	8
Folia 1 – Clorura de sodiu	pag.	9
Folia 2 – Extragerea clorurii de sodiu din zăcăminte	pag.	9
Folia 3 – Utilizările și caracteristicile produselor clorosodice	pag.	10
Folia 4 – Fișa tehnică pentru HCl	pag.	11
Folia 5, 6, 7 – Fișe tehnice pentru hidroxid de sodiu și clor	pag.	12
Minidicționarul termenilor de specialitate	pag.	15
<b>III. Activități pentru elevi</b>	pag.	16
Fișa de descriere a activităților	pag.	16
Activitatea 1 – Proprietăți fizico-chimice și caracteristici de calitate	pag.	17
Activitatea 2 – Purificarea soluțiilor de clorură de sodiu	pag.	18
Activitatea 3 – Noxe provenite din procesele tehnologice	pag.	18
Fabricarea a sodei calcinate prin procedeul Solvay	pag.	19
Activitatea 4 – Fabricarea sodei calcinate	pag.	20
Activitatea 5 – Probleme randament, puritate, bilanț de materiale	pag.	21
Activitatea 6 – Analiza carbonatului de sodiu	pag.	22
Electroliza soluțiilor de NaCl prin procedeul cu diafragmă	pag.	24
Activitatea 7 - Aplicații la electroliza prin procedeul cu diafragmă	pag.	25
Activitatea 8 - Aplicații la electroliza prin procedeul cu diafragmă	pag.	25
Activitatea 9 – Electroliza cu catod de mercur	pag.	26
Activitatea 10 – Procesul de electroliză cu catod de mercur	pag.	26
Instalația de electroliză cu catod de mercur - schema	pag.	27
Activitatea 11 – Analiza comparativă procedeelelor de electroliză	pag.	28
Activitatea 12 – Obținerea NaOH prin caustificare	pag.	29
Activitatea 13 – Aplicație la folia 10 - tema pentru acasă	pag.	30
Activitatea 14 – Test de evaluare finală	pag.	31
<b>IV. Soluții și sugestii metodologice</b>	pag.	32
<b>V. Bibliografie</b>	pag.	38

# I. Introducere

Prezentul material se adresează profesorilor și elevilor de la Școala de Arte și Meserii, clasa a XI-a an de completare, nivelul 2, domeniul:

## CHIMIE INDUSTRIALĂ – Operator în chimia anorganică

Acest auxiliar nu acoperă toate cerințele din standardele de pregătire profesională

**Obținerea certificatului de calificare pentru fiecare nivel presupune validarea integrală a competențelor din standardele de pregătire profesională !**

Prin conținuturi, auxiliarul curricular dorește să realizeze o mai bună motivare a elevului și o creștere a interesului acestuia pentru cunoștințele și abilitățile ce se formează în domeniul tehnic.

Auxiliarul de lucru are drept scop orientarea activității profesorului și stimularea creativității lui, cuprinzând informații ce vin în sprijinul acestuia .

Materialul cuprinde competențe vizate și obiective urmărite pe parcursul derulării modului, materiale de referință, teste de evaluare, exemple de folii pentru retroproiector, activități care au la bază învățarea centrată pe elev, activități interactive de complexitate diferită, adrese de site-uri pe internet, indicii pentru întocmirea portofoliului elevului, fișe de descriere a activităților, fișe de progres, exemple rezolvate de exerciții și probleme..... și alte materiale pe care o să le descoperiți citind acest AUXILIAR CURRICULAR !

Activitățile, exercițiile, experimentele propuse și rezolvate urmăresc atingerea majorității criteriilor de performanță în condițiile de aplicabilitate descrise în **Standardele de Pregătire Profesională și în Curriculum** în vederea evaluării competențelor din unitățile de competență.

## Ce veți găsi în ghid ?

... activități diverse care au rolul de a forma elevului abilități cheie și de a-i face să-și însușească cunoștințele de specialitate necesare dobândirii competențelor din standardele de pregătire profesională.

Activitățile din ghid sunt astfel alcătuite încât să atingă cât mai multe competențe și conținuturi fără pretenția de le acoperi în întregime.

Activitățile propuse elevilor sunt de diverse tipuri și de complexitate diferită:

- exerciții teoretice și practice
- activități care vizează cele trei stiluri de învățare ale elevilor (vizual, auditiv, practic)
- activități individuale, în perechi și în grup
- activități interactive – experimentul de laborator, jocul de rol, elaborarea de referate tematice, rezolvarea de aritmografe, elaborarea de proiecte.

Alegerea activităților s-a făcut ținând seama că cei care învață sunt – **elevii**, avându-se în vedere diferențierea sarcinilor și a timpului acordat. Toate activitățile propuse în acest ghid fac referință la competențele ce sunt vizate spre evaluare și care sunt corelate cu conținuturile din curriculum.

... rezolvarea majorității exercițiilor, testelor, sarcinilor de lucru propuse elevilor

... noțiunile și termenii cheie specifici fiecărei competențe sunt scoase în evidență prin încadrare, subliniere sau scriere cu culori care să le facă mai ușor vizibile. A fost utilizat un limbaj simplu ușor accesibil elevilor. S-au folosit tabele, grafice, imagini și clip-arturi pentru a face textul mai stimulator și mai atractiv pentru elevi.

... sugestii privind alcătuirea portofoliului elevilor care ar putea cuprinde:

- rezultatele temelor de evaluare formativă și sumativă
- rezultatele activităților de autoevaluare
- mic dicționar al termenilor de specialitate
- opiniile elevilor privind activitățile desfășurate
- fișe de progres sau de feedback
- comentarii ale profesorului privind atitudinea și rezultatele elevului.

Rezultatele activităților desfășurate și ale evaluărilor, colectate atât de profesor cât și de elev, trebuie strânse și organizate într-un anumit loc, astfel încât informațiile să poată fi regăsite cu ușurință.

... sugestii privind evaluarea, aceasta s-a gândit sub forma unei evaluări formative pentru notare iar în vederea atingerii competențelor s-a gândit o evaluare sumativă. S-au propus activități prin care să se evalueze doar competențele cuprinse în acest modul, evaluarea altor competențe nefiind relevantă. Nu uitați că demonstrarea unei abilități în afara celor din competențele specificate pentru acest modul este lipsită de semnificație în cadrul evaluării.

Nu uitați ! **O competență se evaluează o singură dată !**

## Modulul 7

# Produse sodice și clorosodice

### COMPETENȚE

Unități de competență tehnice specializate:

#### **Produse sodice și clorosodice: (U15)**

**C 15.1. Caracterizează materiile prime utilizate la fabricarea sodei și produselor clorosodice**

**C 15.2. Caracterizează soda și produsele clorosodice**

**C 15.3. Descrie procedee de obținere a sodei și produselor clorosodice**

**C 15.4. Aplică normele de tehnica securității muncii și PSI specifice utilajelor pentru fabricarea sodei și produselor clorosodice**

### OBIECTIVE

**După parcurgerea acestor unități de competență, elevii vor fi capabili să:**

- Prezinte principalele caracteristici fizico-chimice și de calitate ale materiilor prime utilizate la obținerea sodei și produselor clorosodice
- Enumere operațiile de pregătire a materiilor prime în vederea prelucrării lor
- Scrie ecuațiile reacțiilor chimice ce au loc la pregătirea materiilor prime
  
- Clasifice produsele sodice și clorosodice
- Aplice algoritmi de calcul pentru determinarea purității și randamentului, pentru întocmirea bilanțului de materiale
- Identifice principalele utilizări ale sodei și produselor clorosodice
  
- Descrie fluxul tehnologic de obținere a sodei calcinate, sodei caustice, acidului clorhidric
- Descrie utilaje specifice fazelor de proces
- Identifice fazele proceselor tehnologice și a parametrilor pe faze de proces
  
- Utilizeze echipamentul de protecție a muncii specific instalațiilor de fabricare a sodei și produselor clorosodice
- Respecte normele de protecție a muncii specifice instalațiilor de fabricare a sodei și produselor clorosodice
- Respecte normele de protecție a mediului

## II. Materiale de referință

### Sfaturi pentru proiectarea unei lecții reușite

1. Asigurați diversitatea.
2. Gradați cu atenție.
3. Fixați-vă un scop.
4. Nu supraestimați cunoștințele anterioare.
5. Țineți cont de încărcătura conceptuală.
6. Redactați conținuturile la persoana a treia.

Nu uitați să demonstrați elevilor cum se dobândește o deprindere înainte să-i puneți să o exerseze sau să o aplice !

#### Când dați instrucțiuni sau explicați ceva\*

- Asigurați-vă că sunteți auzit. Vorbiți cu fața către elevi.
- Puneți-vă întrebarea: “Utilizez cuvinte pe care ceilalți nu le înțeleg (de exemplu, termeni și expresii tehnice)?”. Scrieți cuvintele-cheie pe tablă.
- Puneți-vă întrebarea: “Utilizez cuvinte care au sensuri diferite în contexte diferite?”
- Verificați permanent dacă elevii înțeleg, rugându-i să repete ce ați spus sau adresându-le o întrebare. Nu întrebați “Ați înțeles?”, e posibil ca elevii doar să încuviințeze politicos.
- Întrebări care încep cu: *ce, când, de ce, cum* etc. vă ajută să verificați mai eficient înțelegerea
- Evitați frazele lungi, cu multe idei în plus față de ideile principale.
- Folosiți exemple bazate pe experiențe sau lucruri pe care elevii le recunosc. Evitați să folosiți exemplele clasice, de exemplu rime, mituri, etc.; folosiți-le numai în cazul în care știți că elevii sunt familiarizați cu acestea.
- Rezumați frecvent informațiile oferite.
- Gândiți-vă că termenii tehnici nu sunt neapărat dificili atât timp cât îi folosiți consecvent și verificați dacă au fost înțeleși.
- Repetați frecvent cuvintele-cheie. Elevii vor învăța repede cuvinte pe care le întâlnesc în mod regulat.
- Încurajați elevii să folosească limbajul pe care îl preferă pentru a-i ajuta să-și clarifice ideile împreună cu ceilalți elevi
- Folosiți succesiuni logice clare. Evitați digresiunile și anecdotele.
- Folosiți imagini pentru a vă ajuta la clarificarea celor spuse.
- Prezentați obiectivele la începutul cursului. La finalul acestuia, rezumați materia predată.
- Informațiile noi trebuie oferite în mici “porții” între care sunt inserate sarcini sau activități.
- Creați ocazii prin care elevii să vorbească și să folosească ei înșiși cuvintele-cheie.

\* adaptare după lucrarea “*Working with Language*” (“Folosind limbajul”) de Tom Gorman și Alison Tate, 1993, cu acordul Fundației Naționale pentru Cercetare Educațională

## FIȘA pentru înregistrarea progresului elevului

Modulul (unitatea de competență) \_\_\_\_\_

Numele elevului \_\_\_\_\_

Numele profesorului \_\_\_\_\_

Competențe care trebuie dobândite	Data	Activități efectuate și comentarii	Data	Aplicare în cadrul unității de competență	Evaluare		
					Bine	Satisfăcător	Refa cere
Comentarii			Priorități de dezvoltare				
Competențe care urmează să fie dobândite (pentru fișa următoare)			Resurse necesare				

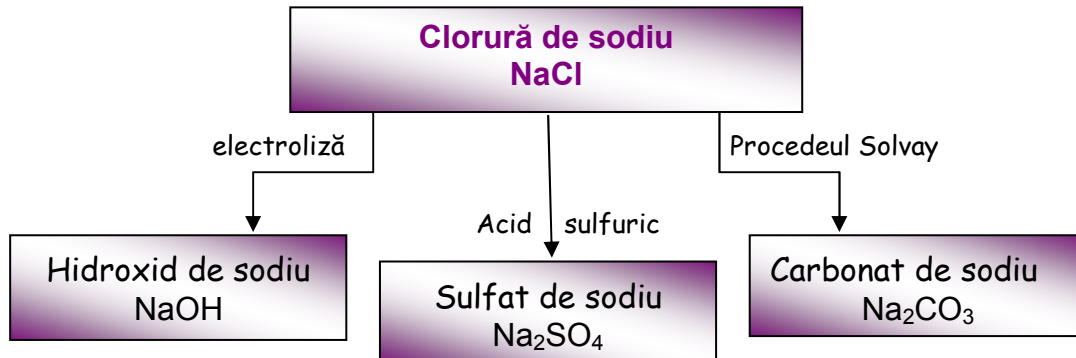


## Clorura de sodiu

Folia 1

Clorura de sodiu, NaCl, este o substanță folosită pentru obținerea unui număr mare de substanțe chimice anorganice. Se găsește în natură în cantități mari sub formă de zăcăminte sau în apa mărilor și oceanelor.

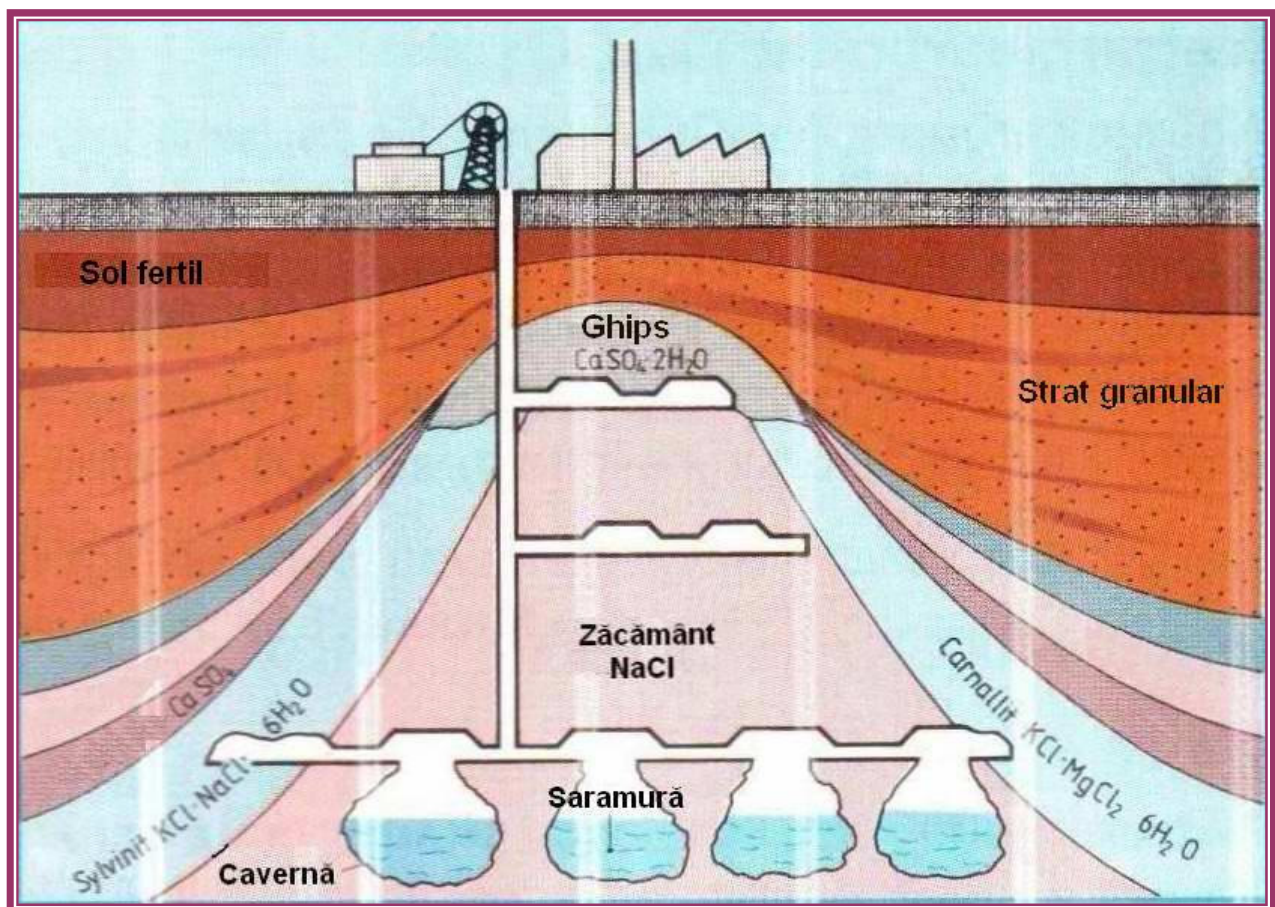
Clorura de sodiu este materie primă pentru:



**SAREA** se extrage din zăcăminte pe cale uscată (prin minerit) sau pe cale umedă (cu ajutorul sondelor) având o concentrație de 310 – 315 g/l.

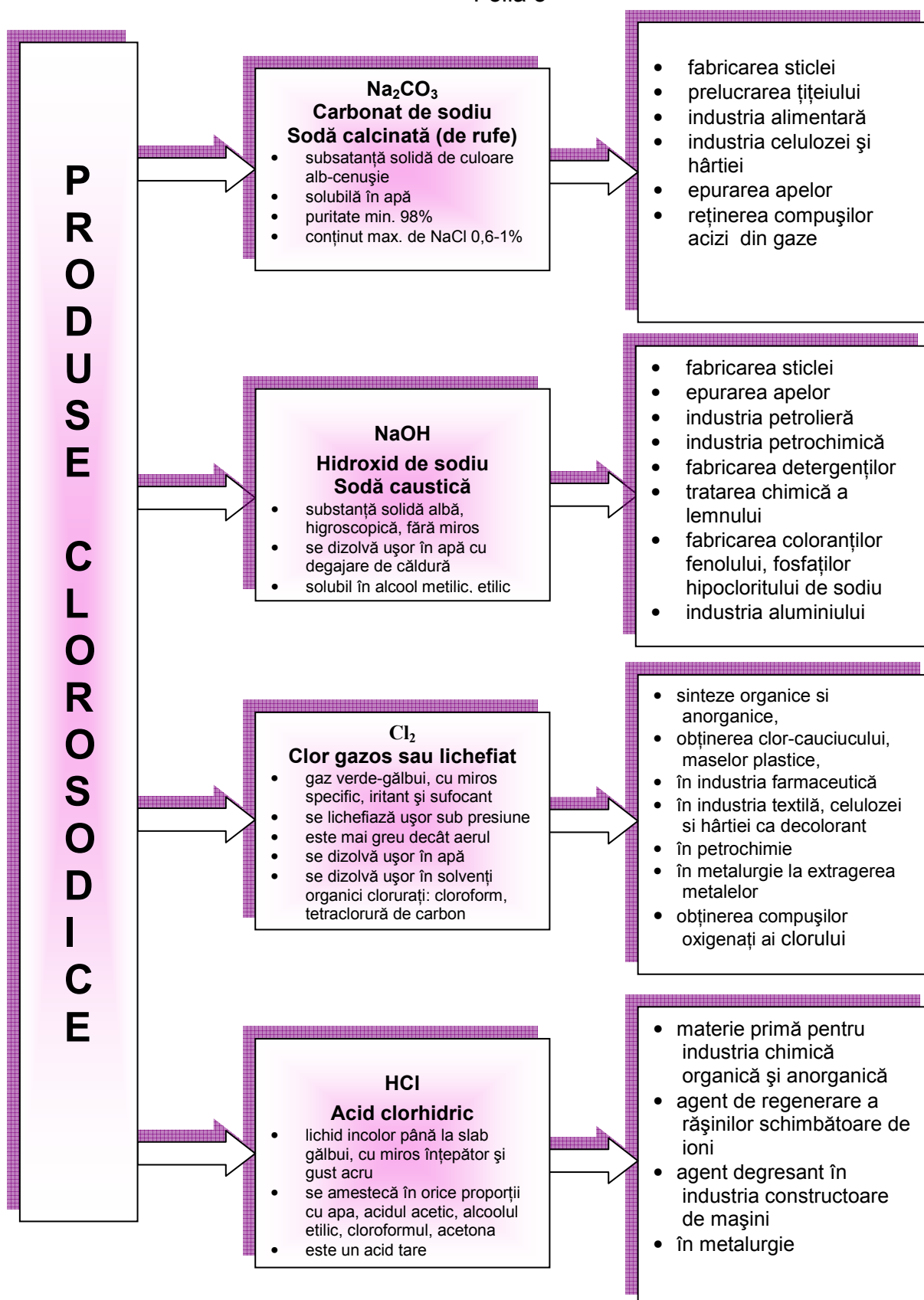
## Extragerea sării din zăcăminte cu ajutorul sondelor

Folia 2



## Utilizările și caracteristicile produselor clorosodice

Folia 3



## ACID CLORHIDRIC DE SINTEZĂ - fișă tehnică

Folia 4

### DESCRIERE GENERALĂ:

Acidul clorhidric este un lichid incolor până la slab gălbui, cu miros înțepător și gust acru. Se amestecă în orice proporții cu apa, acidul acetic, alcoolul etilic, cloroformul, acetona, etc. Acidul clorhidric este un acid tare și în același timp un compus foarte stabil. Sub acțiunea căldurii (peste 1500°C) se descompune în hidrogen și clor.

### CONDIȚII TEHNICE DE CALITATE:

Caracteristici	U.M.	Valori	Metode de încercare
Aspect	-	lichid limpede	vizual
Culoare	-	incolor până la slab gălbui	vizual
Acid clorhidric (HCl), min.	%	32	STAS 339-80
Fier (Fe), max.	%	0,001	STAS 339-80
Clor (Cl <sub>2</sub> ), max.	%	0,01	STAS 339-80

### PROPRIETĂȚI SPECIFICE:

pH	0,1 (soluție 4%)
Punct de fierbere	-84°C
Densitate, g/cm <sup>3</sup>	1,19
Temperatura de aprindere	nu se aprinde

\*Valorile acestor caracteristici sunt aproximative, au numai caracter informativ general și nu sunt parte a condițiilor tehnice de calitate.

### UTILIZĂRI:

Industria chimică organică și anorganică ca materie primă  
Industria chimică, petrolieră ca agent de neutralizare  
Stațiile de demineralizare apă ca agent de regenerare a rășinilor schimbătoare de ioni  
Industria metalurgică și constructoare de mașini ca agent degresant

### AMBALARE ȘI DEPOZITARE:

Se ambalează în cisterne de oțel căptușite în interior cu ebonită, ale furnizorului sau beneficiarului. Se depozitează în rezervoare de oțel ebonitate, prevăzute cu conducte de degazare.

### MĂSURI DE PROTECȚIE:

Acidul clorhidric este un produs agresiv și toxic.

Înainte de a manipula și utiliza acest produs, personalul trebuie să fie familiarizat cu informațiile referitoare la pericolele la care este expus. Aceste informații sunt disponibile în mai multe forme, de exemplu MSDS și etichete ale produsului. Pentru informații suplimentare contactați Serv. Tehnic din cadrul SC OLTCHIM SA.

**Notă:** Informațiile conținute în această Fișă Tehnică sunt valabile până la 31 decembrie 2005. Vă rugăm să contactați SC OLTCHIM SA pentru a vă informa dacă acest document a fost revizuit, la adresa de internet : [www.oltchim.ro](http://www.oltchim.ro)

**SODĂ CAUSTICĂ BLOC- fișă tehnică****Descriere generală:**

Soda caustică bloc este obținută din hidroxid de sodiu tehnic electrolitic. Este o substanță solidă albă, higroscopică, fără miros. Se dizolvă ușor în apă cu degajare de căldură. Este solubil în alcool metilic și etilic. Hidroxidul de sodiu este un electrolit tare (atât în stare cristalină, cât și în soluție este complet ionizat). Nu este volatil, dar se ridică ușor în aer sub formă de aerosoli. Este insolubil în eter etilic.

**Condiții tehnice de calitate:**

Caracteristici	U.M.	Valori	Metode de încercare
Hidroxid de sodiu (NaOH), min	%	98	STAS 3068-80
Carbonat de sodiu (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ), max.	%	0,5	STAS 3068-80
Clorură de sodiu (NaCl), max.	%	0,15	STAS 3068-80
Oxizi de fier (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), max.	%	0,01	STAS 3068-80

**Proprietăți specifice:**

pH	puternic alcalin
Punct de fierbere	1390°C
Temperatura de aprindere	nu se aprinde
Densitate relativă(apă=1)	2,13 la 25°C
Punct de topire	318°C

\*Valorile acestor caracteristici sunt aproximative, au numai caracter informativ general și nu sunt parte a condițiilor tehnice de calitate.

**Utilizări:**

Industria de prelucrare a șteiului, la rafinarea produselor petroliere;  
 Industria chimică la fabricarea coloranților;  
 Metalurgia aluminiului, la regenerarea cauciucului, la uscarea și decarbonatarea gazelor, etc.;  
 Industria celulozei, la tratarea chimică a lemnului;  
 Industria de fabricare a săpunului și detergenților;  
 Producerea fibrelor textile celulozice prin procedeul vâscoză

**Ambalare și depozitare:**

Soda caustică bloc se livrează în butoaie din tablă ondulată sau netedă, grosime de 0,5 mm, nevopsite, capacitate maximă de 400 kg net (toleranța maximă admisă ± 4 kg). Pentru export via terra, când este cazul, S.C. OLTCHIM S.A. va asigura vopsirea și marcarea butoaielor.  
 Depozitarea sodei caustice se face în magazine uscate.

**Măsuri de protecție:**

Soda caustică este un produs coroziv.  
 Înainte de a manipula și utiliza acest produs, personalul trebuie să fie familiarizat cu informațiile referitoare la pericolele la care este expus. Aceste informații sunt disponibile în mai multe forme de exemplu MSDS și etichete ale produsului. Pentru informații suplimentare contactați Serv. Tehnic din cadrul SC OLTCHIM SA.

**SODĂ CAUSTICĂ PERLĂ - fișa tehnică****Descriere generală:**

Soda caustică perle este obținută din hidroxid de sodiu tehnic electrolitic. Este o substanță solidă albă, higroscopică, fără miros. Se dizolvă ușor în apă cu degajare de căldură. Este solubil în alcool metilic și etilic. Hidroxidul de sodiu este un electrolit tare (atât în stare cristalină, cât și în soluție este complet ionizat). Nu este volatil, dar se ridică ușor în aer sub formă de aerosoli. Este insolubil în eter etilic.

**Condiții tehnice de calitate:**

Caracteristici	U.M.	Valori	Metode de încercare
Aspect	-	perle	vizual
Hidroxid de sodiu (NaOH), min	%	99	STAS 3068-80
Carbonat de sodiu (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ), max	%	0,7	STAS 3068-80
Clorură de sodiu (NaCl), max	%	0,10	STAS 3068-80
Oxizi de fier (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), max	%	0,004	STAS 3068-80

**Proprietăți specifice:**

pH	puternic alcalin
Punct de fierbere	1390°C
Temperatura de aprindere	nu se aprinde
Densitate relativă(apă=1)	2,13 la 25°C
Punct de topire	318°C

\*Valorile acestor caracteristici sunt aproximative, au numai caracter informativ general și nu sunt parte a condițiilor tehnice de calitate.

**Utilizări:**

Industria de prelucrare a țițeiului, la rafinarea produselor petroliere;  
 Industria chimică la fabricarea coloranților;  
 Metalurgia aluminiului, la regenerarea cauciucului, la uscarea și decarbonatarea gazelor, etc;  
 Industria celulozei, la tratarea chimică a lemnului;  
 Industria de fabricare a săpunului și detergenților;  
 Producerea fibrelor textile celulozice prin procedeul vâscoză.

**Ambalare și depozitare:**

Soda caustică perle se ambalează în saci de polietilenă de 25 kg paletizați (toleranța admisă +/- 0,2 kg ) și saci din polipropilenă dublați cu polietilenă de 1 t (toleranța admisă +/- 5 kg).

**Măsuri de protecție:**

Soda caustică este un produs coroziv.

Înainte de a manipula și utiliza acest produs ,personalul trebuie să fie familiarizat cu informațiile referitoare la pericolele la care este expus. Aceste informații sunt disponibile în mai multe forme de exemplu MSDS și etichete ale produsului. Pentru informații suplimentare contactați Serv. Tehnic din cadrul SC OLTCHIM SA.



**Descriere generală:**

Clorul este un gaz verde-gălbui, cu miros specific, iritant și sufocant. Se lichefiază ușor sub presiune, chiar la temperatura ambiantă. Este mai greu decât aerul și se acumulează în părțile joase. Se dizolvă ușor în apă, formând o soluție galben-verzuie - apa de clor, instabilă la lumină. Se dizolvă ușor în solvenți organici clorurați: cloroform, tetraclorură de carbon, diclorețan, etc

**Condiții tehnice de calitate:**

Caracteristici	U.M.	Valori	Metode de încercare
Clor (Cl <sub>2</sub> ), min.	%	99,8	SF 23- 2003
Apă, max.(w/w)	ppm	35	SF 23- 2003
Triclorură de azot (NCl <sub>3</sub> ), max.	ppm	12	SF 23- 2003

**Proprietăți specifice:**

Masa moleculară	70,914
Punct de fierbere	-33,6°C
Presiunea de vapori la 20°C	6860 mmHg
Densitatea în stare gazoasă la 0°C și 760 mmHg	3,214 g/cm <sup>3</sup>
Densitatea în stare lichidă la 0°C și 3,65 atm.	1,47 g/cm <sup>3</sup>

\*Valorile acestor caracteristici sunt aproximative, au numai caracter informativ general și nu sunt parte a condițiilor tehnice de calitate.

**Utilizări:**

La fabricarea acidului clorhidric  
La epurarea apelor  
Sinteza unor produse chimice

**Ambalare și depozitare:**

Se ambalează în cisterne speciale ale furnizorului sau clientului și în butelii sau containere ale clientului. Se depozitează în rezervoare special amenajate.

Transportul auto se face cu mașini special amenajate, însoțite de un delegat autorizat și instruit în acest sens. Cisternele CF sunt însoțite de un delegat autorizat până la graniță.

**Măsuri de protecție:**

Clorul este un produs toxic.

Înainte de a manipula și utiliza acest produs, personalul trebuie să fie familiarizat cu informațiile referitoare la pericolele la care este expus. Aceste informații sunt disponibile în mai multe forme de exemplu MSDS și etichete ale produsului. Pentru informații suplimentare contactați Serv. Tehnic din cadrul SC OLTCHIM SA

**Notă:** Informațiile conținute în această Fișă Tehnică sunt valabile până la 31 decembrie 2005. Vă rugăm să contactați SC OLTCHIM SA pentru a vă informa dacă acest document a fost revizuit.

## Minidicționarul termenilor de specialitate

Calcinare	A transforma o substanță chimică în alta prin încălzirea ei la o temperatură înaltă în scopul eliminării apei, a înlăturării unor compuși volatili, al oxidării
CMA	Concentația maximă admisă
Electrolit	Compus chimic care, prin dizolvare sau prin topire, se disociază în ioni
Electroliză	Procesul de descompunere a unui electrolit cu ajutorul curentului electric
Leșie	Soluție alcalină folosită la spălatul rufelor, în diverse procese industriale, obținută prin dizolvarea în apă a hidroxidului de sodiu sau de potasiu sau prin fierberea cenușii de lemn
Lichefiere	Acțiunea de transformare a unei substanțe în lichid
Saramură	Soluție de clorură de sodiu
Sare gemă	Clorura de sodiu extrasă din zăcământ
Sodă calcinată Sodă de rufe	Carbonat de sodiu anhidru sau cristalizat folosit pentru spălatul rufelor, vaselor
Sodă caustică	Hidroxid de sodiu, sub formă de soluție sau solid
Soluție saturată	O soluție în care nu se mai poate dizolva o cantitate suplimentară de solvat (substanță dizolvată)
Precipitare	Operație de trecere a unui component solubil într-o formă insolubilă folosind un reactiv potrivit

... poate fi continuat de fiecare elev și pus în portofoliul personal !

## III. Activități pentru elevi

### Fișa de descriere a activităților

Tabelul următor detaliază sarcinile incluse în:

#### Modulul 7

### Produse sodice și clorosodice

Tabelul va fi folositor în procesul de colectare a dovezilor pentru portofoliul elevilor

Compe-tența	Sarcina de lucru	Obiectiv	Rezol-vat
<b>U 15 Produse sodice și clorosodice</b>			
<b>C 15.1.</b>	A1, A2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prezentarea principalelor caracteristici fizico-chimice și de calitate ale materiilor prime utilizate la obținerea sodei și produselor clorosodice</li> </ul>	
	A3, A6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enumerarea operațiilor de pregătire a materiilor prime în vederea prelucrării lor</li> </ul>	
	A4, A5, A13	<ul style="list-style-type: none"> <li>Scrierea ecuațiilor reacțiilor chimice ce au loc la pregătirea materiilor prime</li> </ul>	
<b>C 15.2.</b>	F3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clasificarea produselor sodice și clorosodice</li> </ul>	
	A 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicarea algoritmilor de calcul pentru determinarea purității și randamentului, pentru întocmirea bilanțului de materiale</li> </ul>	
	F3, F4, F5, F6, F7	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificarea principalelor utilizări ale sodei și produselor clorosodice</li> </ul>	
<b>C 15.3.</b>	A4, A8, A9, A10	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descrierea fluxului tehnologic de obținere a sodei calcinate, sodei caustice, acidului clorhidric</li> </ul>	
	A4, A8, A9, A10	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descrierea utilajelor specifice fazelor de proces</li> </ul>	
	A4, A9, A6, A12, F4, F5, F6, F7, A11	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificarea fazelor proceselor tehnologice și a parametrilor pe faze de proces</li> </ul>	
<b>C 15.4.</b>	A7, A10, A13, F4, F5, F6, F7	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizarea echipamentului de protecție a muncii specific instalațiilor de fabricare a sodei și produselor clorosodice</li> </ul>	
	A4, A8, A10, F4, F5, F6, F7	<ul style="list-style-type: none"> <li>Respectarea normelor de protecție a muncii specifice instalațiilor de fabricare a sodei și produselor clorosodice</li> </ul>	
	A7, A3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Respectarea normelor de protecție a mediului</li> </ul>	

Bifați în rubrica „Rezolvat” sarcinile de lucru pe care le-ați verificat!



**Activitatea 1**

Carbonatul de sodiu (soda calcinată),  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , hidroxidul de sodiu (soda caustică),  $\text{NaOH}$ , clorul,  $\text{Cl}_2$  și acidul clorhidric,  $\text{HCl}$  fac parte din categoria produselor clorosodice. Pentru fabricarea acestor substanțe se utilizează mai multe materii prime care au anumite proprietăți fizico-chimice și trebuie să îndeplinească anumite caracteristici de calitate pentru a putea fi prelucrate.

Completați tabelul de mai jos cu proprietățile fizico-chimice și caracteristicile de calitate a materiilor prime utilizate la obținerea produselor clorosodice.

Produsul	Materia primă	Proprietăți fizico-chimice	Caracteristici
Carbonatul de sodiu ( <u>soda calcinată</u> ), $\text{Na}_2\text{CO}_3$ solid			
Hidroxidul de sodiu ( <u>soda caustică</u> ) $\text{NaOH}$ Solid sau soluții			
Clorul $\text{Cl}_2$ Gaz sau lichefiat			
Acidul clorhidric $\text{HCl}$ Gaz sau soluții de 32,5%			

- Elevii vor lucra în perechi, fiecare elev din grup va avea o sarcină distinctă (de exemplu elevul 1 rezolvă sarcina pentru soda calcinată și clor iar elevul 2 pentru soda caustică și acid clorhidric).
- Pentru rezolvarea sarcinii puteți consulta manuale și cărți de specialitate, internetul.
- După rezolvarea sarcinii, fiecare elev discută cu perechea sa rezolvările și caută soluții acolo unde se constată că s-a greșit.
- Profesorul îndrumă și urmărește întreaga activitate a elevilor.
- Rezolvările găsite de elevi vor fi confruntate cu folia prezentată de profesor.

## Activitatea 2

Pentru a putea fi utilizată la obținerea sodiei calcinate și a celei caustice, clorura de sodiu trebuie purificată în vederea înlăturării sărurilor nedorite. Impuritățile din saramură cel mai frecvent întâlnite sunt sub formă de:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ .

Precizați:

- Care sunt reactivii folosiți la precipitarea impurităților.
- Scrieți ecuațiile reacțiilor de precipitare.
- Indicați care sunt principalele utilaje folosite pentru realizarea purificării saramurii.
- Precizați care sunt condițiile normale pentru realizarea precipitării impurităților.

**REȚINE !**

Clorura de sodiu din zăcămintele naturale se numește:  
**Sare gemă**

## Activitatea 3

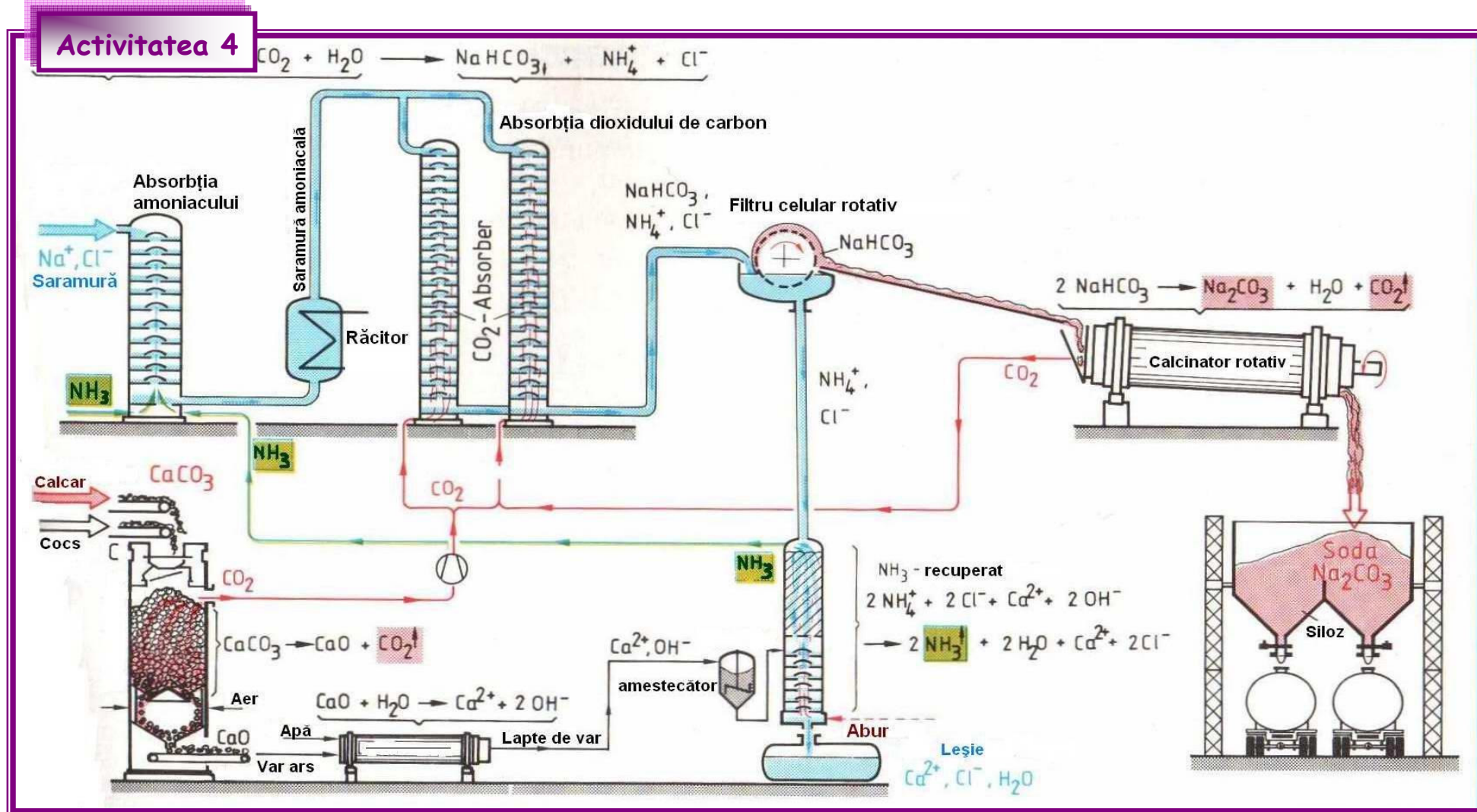
### Temă pentru acasă

În tabelul de mai jos sunt trecute concentrațiile maxim admise (CMA) ale principalelor noxe ce sunt eliminate în atmosferă din instalațiile de producere a substanțelor cloro-sodice. Studiați tabelul, informați-vă și precizați care din noxele prezentate în tabel au o acțiune dăunătoare asupra omului și asupra mediului

Noxe, mg/m <sup>3</sup> aer	Clor	Hidroxid de sodiu	Clorură de vinil	Mercur	Acid clorhidric	Benzen	Triclor- etenă	Tetraclorură de carbon
CMA	1	1	100	0,05	10	80	50	50

**Puteți folosi ca surse de documentare caietul de notițe, manuale de specialitate, cărți și tratate de specialitate, adrese de internet.**

Schema instalației de fabricare a sodei calcinate prin procedeul amoniacal (Solvay)



Urmăriți cu atenție:

„**Schema instalației de fabricare a sodei calcinate prin procedeul amoniacal**”  
de pe folia din pagina anterioară și efectuați următoarele sarcini:

1. Enumerați etapele principale ale procesului tehnologic.
2. Precizați care sunt utilajele în care acestea au loc.
3. Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice care au loc.
4. Enumerați etapele secundare ale procesului tehnologic.
5. Precizați care sunt utilajele în care au loc acestea.
6. Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice care au loc.
7. Precizați care sunt condițiile de depozitare a produsului finit.
8. Elaborați schema fluxului tehnologic de fabricare a sodei calcinate:
  - Veți lucra în grupe eterogene de câte 3-5 elevi, iar sarcinile în grup vor fi repartizate de către profesor care va ține seama de stilul de învățare al fiecărui elev din grup.
  - Elevii cu stil de învățare vizual vor studia cu atenție schema instalației!
  - Elevii cu stil de învățare auditiv vor citi din caiet sau alte documentații informațiile necesare rezolvării sarcinii!
  - Elevii cu stil de învățare practic vor identifica utilajele folosite pentru diversele operații din procesul tehnologic, modul de depozitare, transport și ambalare a produsului finit!
  - Rezultatele obținute de fiecare grup vor fi sistematizate pe un poster și prezentate de un reprezentant al grupului.
  - În final se vor confrunța rezultatele obținute de fiecare grup în parte și vor fi făcute observații dacă e necesar.
  - Profesorul va fi observatorul și arbitrul întregii activități, iar evaluarea se va face de către profesor și elevii din celelalte grupe.



Puteți folosi ca surse de documentare caietul de notițe, manuale de specialitate, cărți și tratate de specialitate, adrese de internet.

**Observație:** Sarcina nr. 8 se adresează elevilor care doresc să se evidențieze !

**REȚINE !**

Materiile prime folosite pentru fabricarea sodei calcinate sunt: **sare, calcar, cocs, amoniac !**

### Activitatea 5

În fabricarea produselor clorosodice se utilizează diverse materii prime care nu sunt substanțe pure, cum sunt: calcarul și clorura de sodiu. Pentru a calcula cantitățile de materii prime necesare proceselor tehnologice, a randamentul și pentru întocmirea bilanțului de materiale este necesară cunoașterea purității materiilor prime. Pentru calculul purității se va utiliza următoarea formulă:

**RETINE !**

$$p = \frac{m_{pur}}{m_{total}} \cdot 100, \%$$

p - puritatea substanței, %

$m_{pur}$  - masa de subst. pură, g

$m_{total}$  - masa totală de subst, g

Calculați:

- Cantitatea de NaCl din 1200 t de sare extrasă din zăcământ, dacă puritatea acesteia este de 95%.
- Puritatea calcarului dacă din 500 kg substanță impură s-au obținut 480 kg substanță pură.
- Cantitatea de var de puritate 85 % este necesară pentru a prepara 1200 kg lapte de var de concentrație 20%.
- Cantitatea de oxid de calciu (CaO) și de dioxid de carbon (CO<sub>2</sub>) ce se obține prin descompunerea termică a 800 kg de calcar pur, cu un randament de 90%.
- Randamentul procesului de purificare a saramurii dacă din 1500 kg saramură impură s-au obținut 1420 kg saramură pură.

Întocmiți bilanțul de materiale pentru următoarele procese:

- Calcinarea a 1200 kg de calcar de puritate 96%, știind ca impuritățile din calcar nu se descompun termic.
- Calcinarea într-un calcinator rotativ a 500 kg cristale de NaHCO<sub>3</sub> care au următoarea compoziție: 80% NaHCO<sub>3</sub>, 18% H<sub>2</sub>O, 2% NaCl.
- Purificarea saramurii folosite la obținerea sodei calcinate, știind că se supun purificării 1000 kg saramură ce conține 30% NaCl și 0,2% CaSO<sub>4</sub>.  
Îndepărtarea ionilor de Ca<sup>2+</sup> se realizează folosind ca reactiv de precipitare o soluție de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> de concentrație 40%.

Pentru rezolvarea problemelor de bilanț de materiale veți completa un tabel de următoarea formă:

Nr.crt.	Materiale intrate		Nr.crt.	Materiale ieșite	
	Denumire substanță intrată	Cantitate		Denumire substanță ieșită	Cantitate

Veți rezolva sarcinile de lucru lucrând în perechi. Elevii rezolvă câte o problemă după care confruntă rezultatele obținute cu cele ale colegului cu care lucrează, ajutându-se reciproc !

Problema h) se adresează elevilor care doresc să se evidențieze !





## Lucrare de laborator

### Analiza carbonatului de sodiu anhidru

#### a) Determinarea conținutului de carbonat de sodiu

**Principiul metodei:** se calcinează proba de analizat la o temperatură de 250-300°C, până se ajunge la masă constantă. Apoi se dizolvă proba în apă, se filtrează soluția obținută și se titrează cu o soluție de HCl în prezență de metiloranj.

**Reactivi utilizați:** soluție HCl 1 n, soluție apoasă 0,1% de metiloranj, soluție 0,1% de bromtimol (se dizolvă 0,1 g de bromtimol în 80 ml de apă și 20 ml de alcool etilic 95%). Intervalul de pH pentru virajul culorii este 6-7,6 și culoarea se schimbă de la galben la albastru.

**Ustensile și aparatură:** pahare Erlenmeyer, pipete, biuretă, pahare Berzelius, cuptor de calcinare, balanță, spatulă, fiolă de cântărire, hârtie de filtru, pâlnie de filtrare.

#### Mod de lucru:

- se ia o probă de 25 g substanță de analizat calcinată în prealabil la 250-300°C într-un cuptor de calcinare până ce este adusă la masă constantă
- se dizolvă proba calcinată într-un pahar Berzelius care conține circa 200 ml apă la temperatura de 50°C
- se filtrează soluția din pahar pe o hârtie de filtru de porozitate medie, se spală cu apă caldă (aprox. 50°C) până la dispariția alcalinității (se verifică cu soluție de bromtimol în apele de spălare)
- filtratul și apele de spălare se colectează într-un balon cotat de 500 ml, se lasă să se răcească și se completează până la semn cu apă distilată.
- Se pipetează 50 ml soluție din balonul cotat ce se trec într-un pahar conic de 200 ml și se titrează cu HCl în prezență de metiloranj.

#### Calculul: % de $\text{Na}_2\text{CO}_3$ :

$$\% \text{ de } \text{Na}_2\text{CO}_3 = \frac{V \cdot F \cdot 0,053 \cdot 10}{m} \cdot 100$$

unde:

V - volumul HCl 1 n utilizat la titrare, ml

0,053 - cantitatea de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  anhidru ce corespunde la 1 cm<sup>3</sup> de soluție HCl 1 n, g

F - factorul soluției de HCl 1n

m - masa probei luată în lucru, g

10 - raportul dintre volumul soluției din balonul cotat și cota parte luată pentru titrare

### b. Determinarea clorurii de sodiu

**Principiul metodei:** se titrează clorura de sodiu din soluția de analizat cu o soluție de azotat de argint în prezența cromatului de potasiu ca indicator. Proba se ia din soluția de carbonat de sodiu preparată pentru determinarea de la punctul a) după ce în prealabil a fost neutralizată în prezență de fenolftaleină.

**Reactivi utilizați:** soluție de acid azotic 1 n, soluție de cromat de potasiu 5%, soluție de azotat de argint 0,1 n, soluție alcoolică 1% de fenolftaleină.

**Ustensile și aparatură:** pahare Erlenmeyer, pipete, biuretă, pahare Bezelius, cilindru gradat.

**Mod de lucru:** se iau într-un pahar Erlenmeyer 50 ml din soluția preparată pentru determinarea de la punctul a) se adaugă 2-3 picături de fenolftaleină și se neutralizează cu acid azotic până la dispariția culorii roz. Apoi se adaugă câteva picături de soluție de cromat de potasiu și se titrează cu soluție de azotat de argint până când precipitatul de cromat de argint nu mai dispare prin agitare.

**Calculul:** % de NaCl:

$$\% \text{ de NaCl} = \frac{V \cdot 0,005845 \cdot 10}{m} \cdot 100$$

unde:

V - volumul  $\text{AgNO}_3$  0,1 n utilizat la titrare, ml

0,005845 - cantitatea de NaCl ce corespunde la 1 ml de soluție  $\text{AgNO}_3$  0,1 n, g

m - masa probei luată în lucru, g (cea de la punctul a)

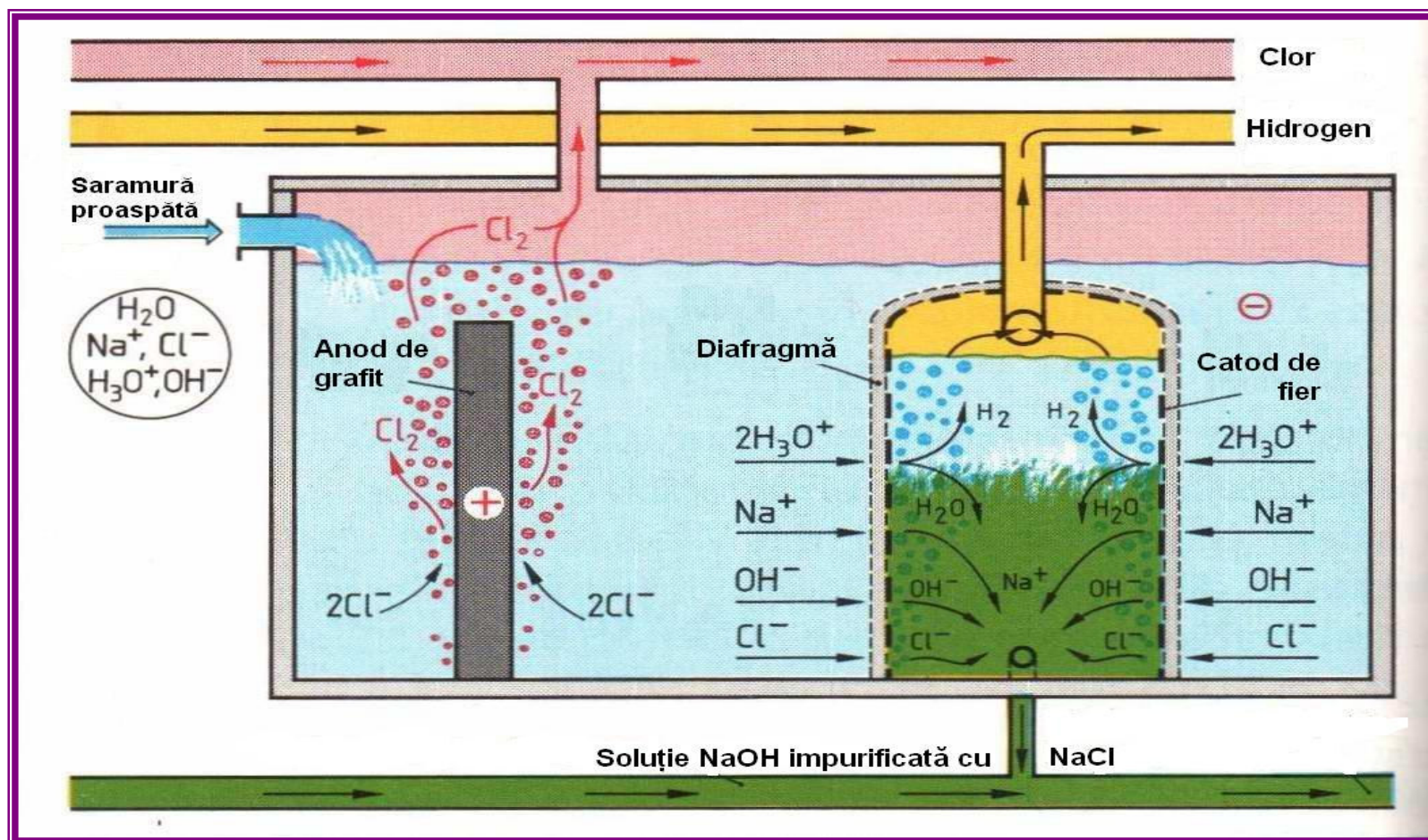
10 - raportul dintre volumul soluției din balonul cotate și volumul soluției luat în lucru

Modul de desfășurare a activității în laborator:

- Veți lucra în grupe de câte 4 elevi.
- Veți efectua prin rotație câte 3 determinări.
- Veți înregistra rezultatele obținute într-un tabel.
- Veți compara rezultatele grupei voastre cu cele ale celorlalte grupe.
- Veți trage concluzii privind conținutul în  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  și NaCl al sodei calcinate.
- Veți compara rezultatele obținute cu cele din fișele de prezentare a produsului pe care le găsiți pe internet.

***Spor la treabă !***

### Electroliza soluțiilor de NaCl prin procedeul cu diafragmă



**Anod** - electrod pozitiv

**Catod** - electrod negativ



### Activitatea 7

Studiați cu atenție din desenul de pe pagina precedentă, cu:

**"Schema instalației de electroliză a soluțiilor de NaCl prin procedeul cu diafragmă":**

- Identificați materiile prime folosite în procesul de electroliză.
- Identificați materialele din care sunt confecționați electrozii.
- Scrieți ecuațiile reacțiilor care au loc la electrozi.
- Care sunt produsele obținute în procesul de electroliză ?
- Care este echipamentul de protecția muncii ce trebuie folosit de muncitorii care lucrează în astfel de instalații ?
- Ce norme de protecția mediului trebuie respectate ?

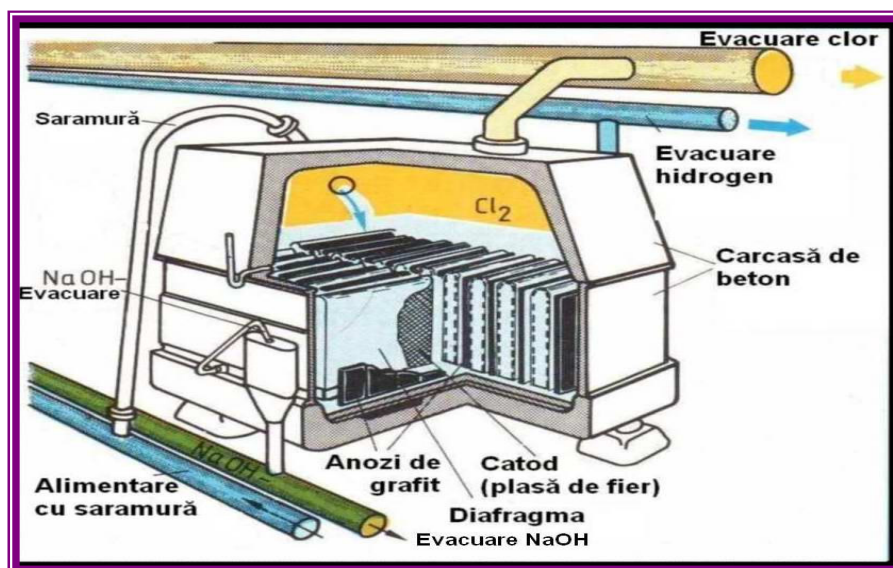
Veți lucra împreună cu colegul de bancă și vă veți ajuta reciproc, în caz de nevoie apelați la ajutorul profesorului vostru !

**Anioni** - ioni cu sarcină electrică negativă  
**Cationi** - ioni cu sarcină electrică pozitivă

### Activitatea 8

În figura din desen este redată o celulă de electroliză utilizată în electroliza soluțiilor de NaCl prin procedeul cu diafragmă.

#### Celulă de electroliză cu diafragmă



Precizați:

- elementele constructive ale celulei de electroliză;
- modul de ambalare pentru fiecare produs obținut.

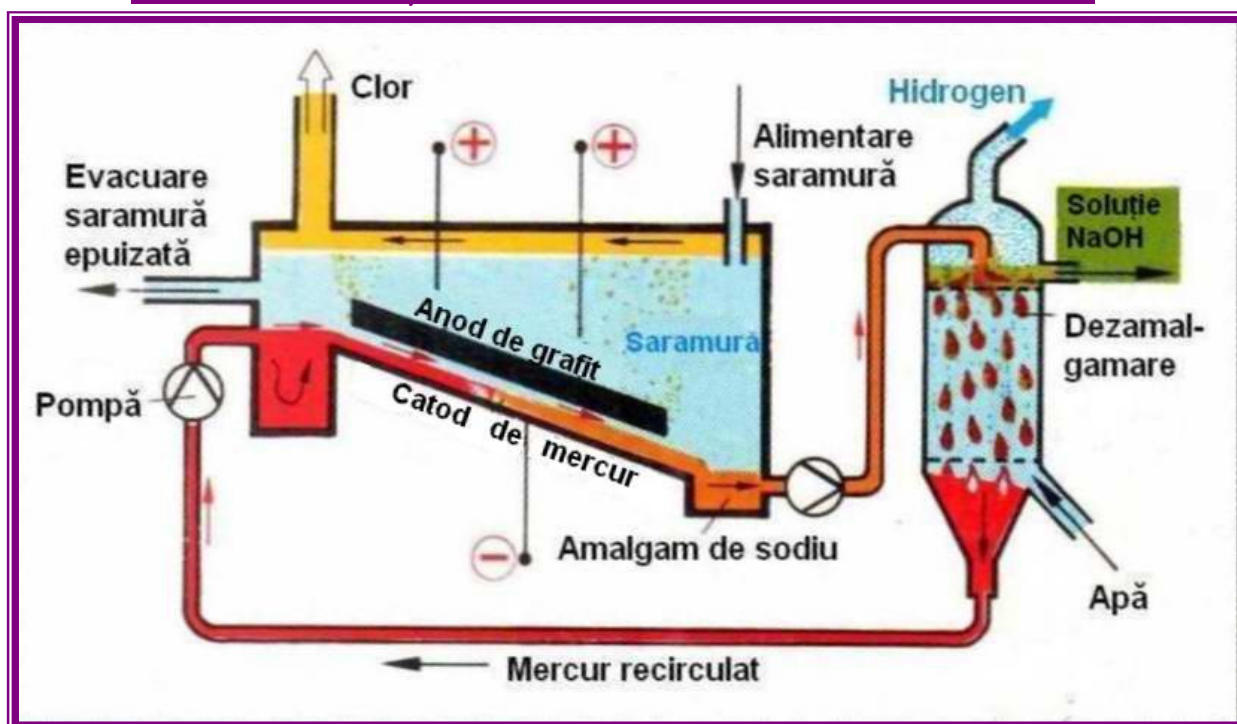
Informațiile despre modalitățile de ambalare a produselor le puteți obține de la următoarele adrese de internet: [www.OLTCHIM.ro](http://www.OLTCHIM.ro) și [www.CHIMCOMPLEX.home.ro](http://www.CHIMCOMPLEX.home.ro)

**Exercițiul va fi rezolvat individual, ca temă pentru acasă**

### Activitatea 9

În desenul de mai jos este redată schema unei instalații de electroliză a soluției de clorură de sodiu prin procedeul cu catod de mercur (catod lichid):

#### Schema instalației de electroliză cu catod de mercur



Sarcina de lucru:

- care sunt produsele obținute în urma electrolizei ?
- care sunt principalele utilaje folosite?
- care sunt reacțiile electrochimice care au loc?
- care sunt principalii parametri ai procesului?

Lucrați individual folosindu-vă de sursele de informare dorite

### Activitatea 10

Studiați cu atenție "Schema instalației de electroliză a soluțiilor de NaCl prin procedeul cu catod de mercur" din desenul de mai jos.

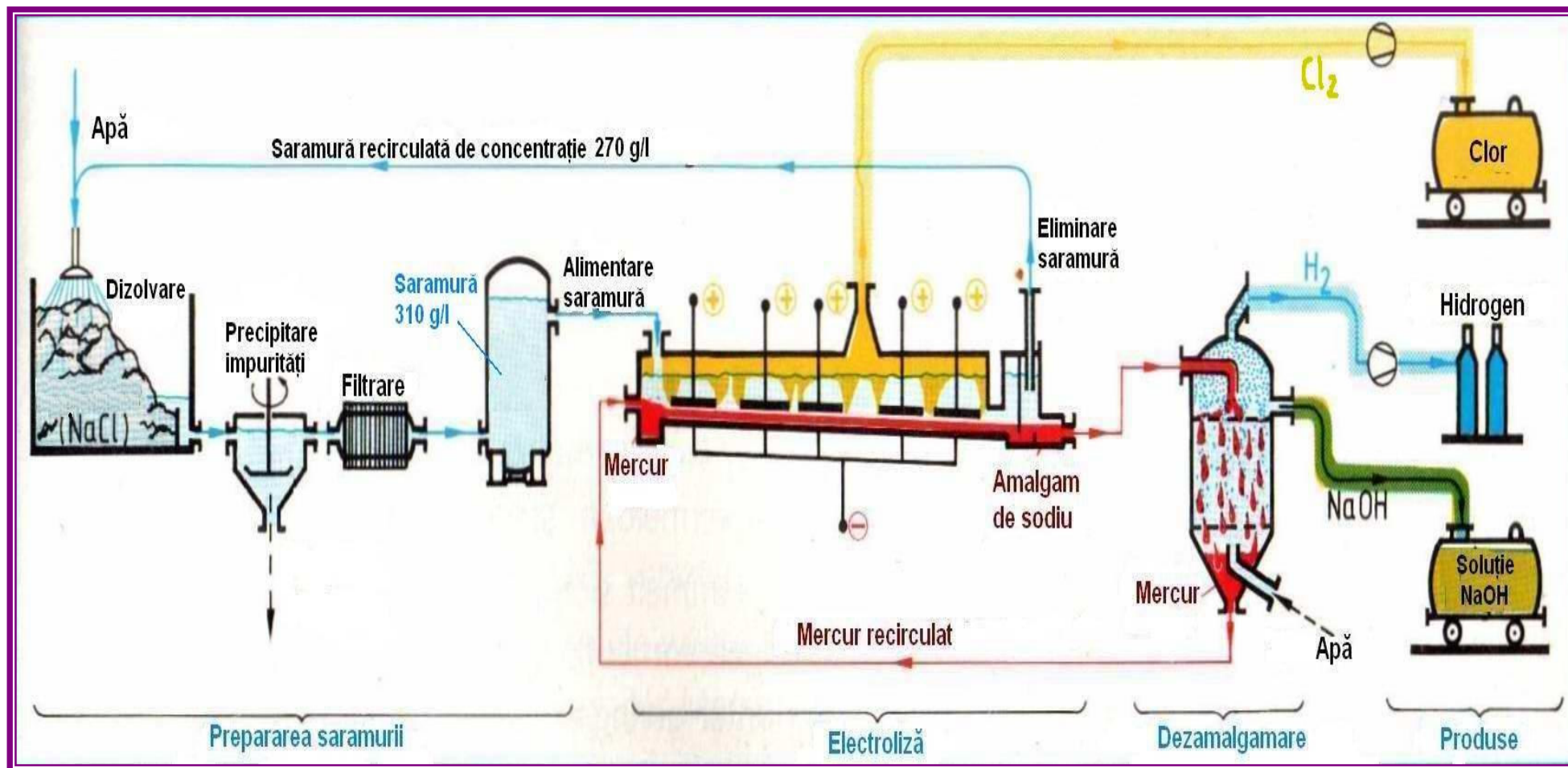
Cerințe:

- Precizați care sunt etapele procesului tehnologic.
- Identificați principalele utilaje folosite pentru fiecare fază a procesului tehnologic.
- Identificați materiile prime și materialele auxiliare care intervin în proces.
- Enumerați câteva pericole ce apar în instalațiile de fabricare a produselor clorosodice.
- Enumerați măsuri de protecția muncii de ordin organizatoric și igienico-sanitar ce trebuie respectate în instalațiile de obținere a produselor clorosodice.



Veți lucra în perechi ajutându-vă la rezolvarea sarcinii de manuale și cărți de specialitate !

### Schema instalației de electroliză a soluțiilor de NaCl prin procedeul cu catod de mercur







Pentru PORTOFOLIUL vostru vă propunem să întocmiți un **Proiect** cu tema:

### „Analiza comparativă a procedeelelor de electroliză industrială a clorurii de sodiu”

Analizați cu atenție cele 2 procedee de electroliză a soluțiilor de NaCl, cu diafragmă (cu catod solid) și cu catod de mercur (cu catod lichid). Produsele clorosodice ce rezultă din aceste procese sunt aceleași: **clor gazos, hidrogen gazos, hidroxid de sodiu soluție**.

Găsiți avantajele și dezavantajele celor 2 procedee de electroliză.

- organizați-vă în grupe de 4-5 elevi și alegeți-vă un lider.
- lucrați câte 2 la fiecare tip de electroliză (avantaje, și dezavantaje) sau lucrați câte 2 elevi la avantajele procedeelelor și câte 2 elevi la dezavantajele acestora.
- liderul grupului va culege informațiile de la perechile de elevi care au lucrat împreună.
- discutați și completați soluțiile găsite în cadrul grupului.
- realizați un poster de prezentare a rezultatelor .
- prezentați posterul în fața întregului colectiv al clasei.
- confrunțați rezultatele obținute de celelalte grupe cu ale voastre.
- formați un juriu din reprezentanți ai fiecărei grupe și evaluați proiectele realizate.
- profesorul va fi arbitrul întregii activități.



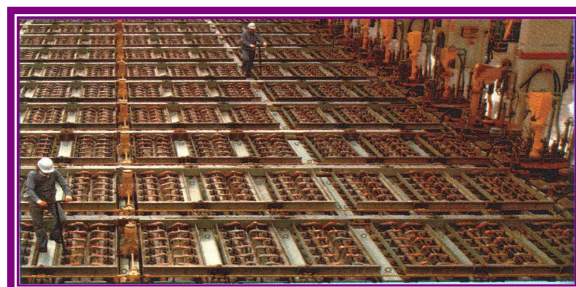
#### **Atenție !**

**Pentru realizarea proiectului aveți la dispoziție 3-4 zile !**



**Instalație industrială de electroliză a soluțiilor de NaCl în celule cu diafragmă**

**Instalație industrială de electroliză a soluțiilor de NaCl în celule cu catod de mercur**

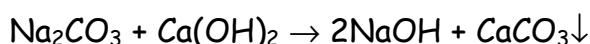




## Lucrare de laborator

### Obținerea hidroxidului de sodiu prin caustificare

**Scopul lucrării:** obținerea hidroxidului de sodiu prin caustificarea carbonatului de sodiu, conform reacției:



**Descrierea instalației:** instalația se compune dintr-un vas de caustificare, agitator, termometru, baie de apă.

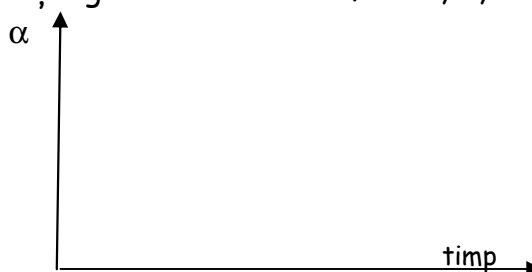
**Mod de lucru:**

- în vasul de reacție se introduce o cantitate de oxid de calciu cântărită, peste care se adaugă soluție de carbonat de sodiu de concentrație 200g/l.
- se încălzește vasul la 80-90 °C. Din 20 în 20 de minute se iau probe din soluție pentru a determina conținutul de hidroxid de sodiu și carbonat de sodiu, caustificarea se consideră terminată atunci când 2 probe consecutive au aceeași concentrație în NaOH și Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.
- soluția obținută se separă de carbonatul de calciu format prin filtrare.

**Partea experimentală:** analiza amestecului de NaOH + Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> - din vasul de reacție se iau 2 probe de 1 ml fiecare care se diluează cu apă distilată până la 50 ml și apoi se titrează.

- prima probă se tratează cu soluție de HCl 0,1 n, de factor cunoscut, pentru determinarea alcalinității totale în prezență de metiloranj
- în proba a 2-a se adaugă un exces de BaCl<sub>2</sub> soluție 10% și se aduce la fierbere, apoi se răcește, se lasă în repaus 10 minute pentru a precipita carbonatul de bariu, iar hidroxidul de sodiu rămas se titrează încet cu soluția de HCl 0,1 n de factor cunoscut, în prezență de fenolftaleină
- se va trasa graficul dependenței gradului de caustificare,  $\alpha$ , în funcție de timp:

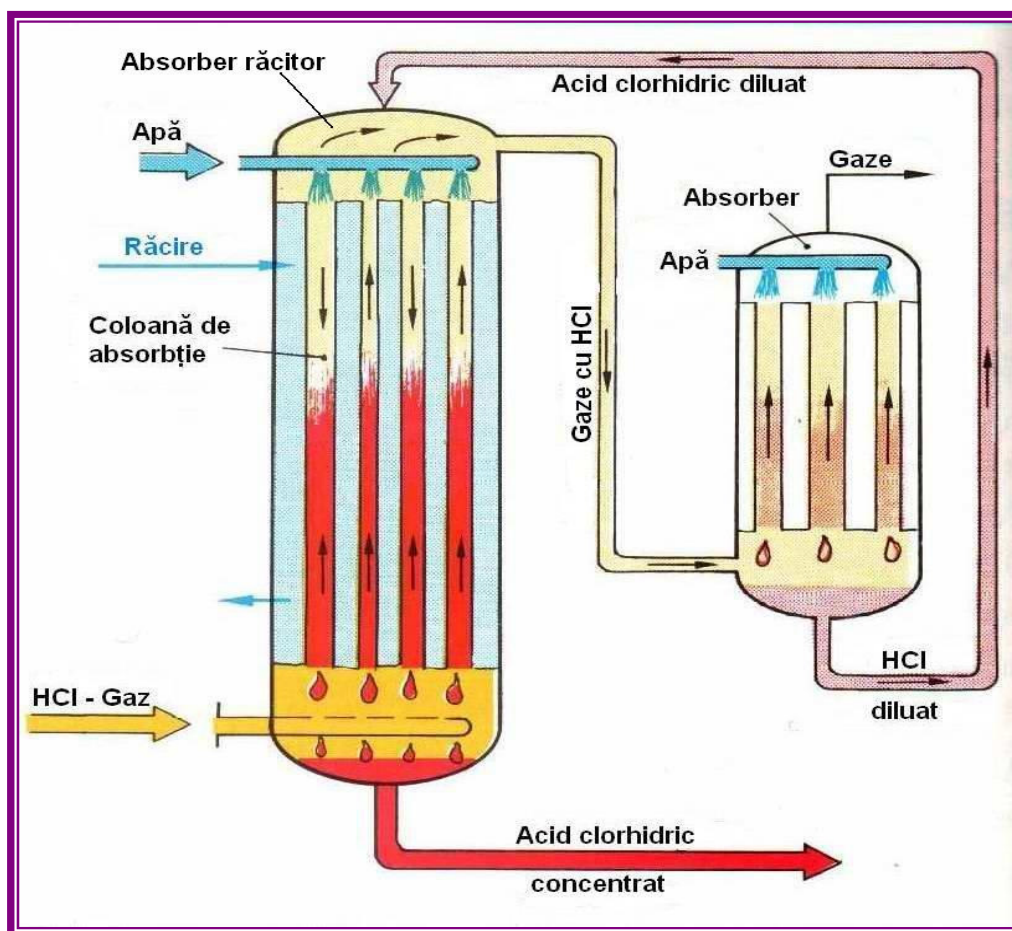
$$\alpha = \frac{m_{\text{carbonatdesodiu caustificat}}}{m_{\text{carbonatdesodiu introdus}}}$$



**OBSERVAȚIE !**

Se cântăresc 100 g CaO și se calculează cantitatea corespunzătoare de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> soluție de concentrație 200 g/l necesară caustificării !

## Schema instalației de obținere a soluțiilor de HCl concentrat



### Activitatea 13

### Temă pentru acasă

Urmăriți desenul de mai sus și apoi specificați următoarele:

- Materiile prime utilizate pentru fabricarea HCl prin sinteză.
- Scrieți ecuația reacției chimice care are loc și mecanismul acesteia.
- Utilajele folosite în instalația de absorbție a HCl.
- Care sunt caracteristicile HCl obținut prin acest procedeu folosindu-vă de fișa de produs redată mai jos (folia 11).
- Măsurile de protecția muncii ce se impun în fabricarea HCl.

**Lucrați individual folosind toate sursele de documentare de care aveți nevoie !**



## TEST DE EVALUARE

## Activitatea 14

Încercuiți litera corespunzătoare răspunsului corect:

- 1p** 1. Soda calcinată se obține din următoarele materii prime prin procedeul Solvay:
- clorură de sodiu, amoniac, calcar, cocs
  - oxid de calciu, carbonat de sodiu, hidroxid de sodiu
  - calcar, azotat de sodiu, hidrogen
- 1p** 2. Purificarea saramurii concentrate se face cu:
- reactivi de coagulare
  - reactivi de precipitare
  - reactivi de complexare
- 2p** 3. Încercuiți litera **A** dacă afirmația este adevărată sau litera **F** dacă afirmația este falsă:
- A** **F** a. Produsele ce se obțin prin electroliza soluțiilor de clorură de sodiu sunt: clor, hidrogen, hidroxid de sodiu.
- A** **F** b. Celula de electroliză este utilajul principal în fabricarea sodei calcinate.
- A** **F** c. Hidrogenul obținut prin electroliză se depozitează și se transportă în butelii sub presiune.
- A** **F** d. Sinteza acidului clorhidric are la bază reacția de sinteză a acestuia din clor și hidrogen.
- 1,5p** 4. Puneți în ordine cronologică următoarele etape ce trebuie parcurse pentru a obține soda calcinată prin procedeul Solvay:

Absorbția amoniacului	1
Calcinarea carbonatului acid de sodiu	2
Extracția saramurii	3
Filtrarea cristalelor de $\text{NaHCO}_3$	4
Purificarea saramurii	5
Carbonatarea saramurii amoniacale	6

- 1p** 5. Alegeți din următoarele echipamente de protecție a muncii pe acelea care se utilizează în secțiile de electroliză și subliniați-le: ochelari de protecție, mască de gaze corespunzătoare noxelor, cizme de cauciuc, cască, sort de piele, bocanci, mănuși de piele, mănuși de cauciuc, cizme dielectrice.
- 1p** 6. Calculați cantitatea de calcar de puritate 90% necesară pentru a obține 200 kg  $\text{CO}_2$ , știind că randamentul calcinării este de 80%.
- 1,5p** 7. Completați următoarele ecuații ale reacțiilor chimice care au loc la fabricarea sodei prin procedeul amoniacal:
- $\text{NaHCO}_3 \rightarrow \dots + \dots + \text{H}_2\text{O}$
  - $\text{NaCl} + \dots \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$
  - $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \dots \rightarrow \text{NH}_4\text{HCO}_3$
- 1p** se acordă din oficiu

Total 10p

## IV: Soluții și sugestii metodologice

### Activitatea 1

Folie

Produsul	Materia primă	Proprietăți fizico-chimice materii prime	Caracteristici
Carbonatul de sodiu (soda calcinată), <b>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b>  <b>solid</b>	Clorură de sodiu	Substanță solidă Cristalizată Culoare albă, solubilă în apă	Puritate 97-99% Soluții saturate 310g/l
	Carbonat de calciu	Substanță solidă Insolubilă în apă	Puritate 95-97% Sursă de CO <sub>2</sub> și CaO
	cocs	Substanță solidă culoare neagră	Cocs metalurgic de înaltă puritate
	amoniac	Gaz Miros înțepător	Gaze cu 65% NH <sub>3</sub> Temperatură 55°C
Hidroxidul de sodiu (soda caustică) <b>NaOH</b>  <b>Solid sau soluții</b>	Clorură de sodiu (electroliză)	Substanță solidă Cristalizată Culoare albă, solubilă în apă	Puritate 97-99% Soluții saturate 310g/l
	Carbonat de sodiu (caustificare)	Substanță solidă Culoare alb-cenușiu Pulbere Solubil în apă	Soluții 12 - 13% Temperatură 80°C
	Hidroxid de calciu Ca(OH) <sub>2</sub>	Substanță solidă Culoare albă Parțial solubilă în apă	Soluție de lapte de var
Clorul <b>Cl<sub>2</sub></b> <b>Gaz sau lichefiat</b>	Clorură de sodiu (electroliză)	Substanță solidă Cristalizată Culoare albă Solubilă în apă	Puritate 97-99% Soluții saturate 310g/l
Acidul clorhidric <b>HCl</b> <b>Gaz sau soluții de 32,5%</b>	Hidrogen	Gaz, incolor, inodor care arde dar nu întreține arderea	Electrolitic de puritate 99% temperatură 2000-2500°C în flacără
	Clor	Gaz, galben-verzui, miros înțepător	Electrolitic de puritate 99,7% temperatură 2000-2500°C în flacără
	Catalizatori Cărbune, platină, cuarț	Substanțe solide Insolubile în apă	



## Activitatea 2

- b. Reactivii folosiți la precipitarea impurităților sunt:
- carbonatul de sodiu,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  - pentru precipitarea  $\text{Ca}^{2+}$
  - hidroxidul de sodiu,  $\text{NaOH}$  – pentru precipitarea  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ .
- c. Ecuatiile reacțiilor chimice care au loc sunt:
- $$\text{Ca}^{2+} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{Na}^+$$
- $$\text{Mg}^{2+} + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{Na}^+$$
- $$\text{Fe}^{3+} + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{Na}^+$$
- $$\text{Al}^{3+} + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{Na}^+$$
- d. Principalele utilaje care se folosesc la purificarea soluțiilor de NaCl sunt:
- **vas de reacție** prevăzut cu un regulator de debit
  - **decantor** care are raportul dintre diametru și înălțime mare pentru a asigura o viteză ascensională mică a lichidului purificat
- e. Condițiile normale pentru realizarea purificării sunt:
- excesul de ioni de  $\text{Na}^+$  la ieșirea din reactor: 0,001-0,0025 Eg/l
  - excesul de ioni de  $\text{CO}_3^{2-}$  la ieșirea din reactor: 0,0015-0,002 Eg/l
  - concentrația reactivilor de purificare: 160 g/l NaOH, 40 g/l  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
  - soluția purificată trebuie să fie perfect limpede, fără suspensii și cu un conținut cât mai redus de impurități
  - nămolul format din precipitate este evacuat periodic din decantor, cam la 6-8 ore.
  - temperatura soluției în vasul de reacție este de 15-20 °C
  - timpul de precipitare la această temperatură este de 30-40 minute.

## Activitatea 4

Etape principale	Utilaje	Reacții chimice
obținerea soluției saturate de clorură de sodiu	sonde pentru extracția saramurii	
purificarea soluției de clorură de sodiu	vas reactor decanator	$\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{HCO}_3$
absorbția amoniacului în saramură (amonizarea saramurii amoniacale)	Coloane de absorbție cu umplutură	$\text{NaCl} + \text{NH}_4\text{HCO}_3 \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$
absorbția dioxidului de carbon (carbonatarea saramurii amoniacale)	Coloane de absorbție cu umplutură	$2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
separarea cristalelor de $\text{NaHCO}_3$	Filtru celular rotativ	
calcinarea cristalelor de $\text{NaHCO}_3$ și obținerea $\text{Na}_2\text{CO}_3$	Calcinator rotativ	
Etape secundare	Utilaje	Reacții chimice
Recuperarea amoniacului	Coloane de distilare	$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CaCl}_2$
Calcinarea calcarului	Cuptor vertical	$\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
Obținerea laptelui de var	Tobe de stingere a varului	$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$

8. Ambalarea se face în silozuri

**Activitatea 5**

Folie

- a) 1140 t NaCl  
 b) 96%  
 c) 213,67 kg var  
 d) 403,2 kg CaO și 316,8 kg CO<sub>2</sub>  
 e) 94,66%

f)

Nr.crt.	Materiale intrate		Nr.crt.	Materiale ieșite	
	Denumire substanță intrată	Cantitate, kg		Denumire substanță ieșită	Cantitate, kg
1	CaCO <sub>3</sub>	1152	1	CaO	645,12
2	Impurități	48	2	CO <sub>2</sub>	506,88
			3	Impurități	48
<b>TOTAL</b>		<b>1200</b>	<b>TOTAL</b>		<b>1200</b>

g)

Nr.crt.	Materiale intrate		Nr.crt.	Materiale ieșite	
	Denumire substanță intrată	Cantitate, kg		Denumire substanță ieșită	Cantitate, kg
1	NaHCO <sub>3</sub>	400	1	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	252,38
2	NaCl	10	2	NaCl	10
3	H <sub>2</sub> O	90	3	H <sub>2</sub> O	132,85
			4	CO <sub>2</sub>	104,76
<b>TOTAL</b>		<b>500</b>	<b>TOTAL</b>		<b>499,99</b>

h)

Nr.crt.	Materiale intrate		Nr.crt.	Materiale ieșite	
	Denumire substanță intrată	Cantitate, kg		Denumire substanță ieșită	Cantitate, kg
1	NaCl	300	1	NaCl	300
2	CaSO <sub>4</sub>	20	2	CaCO <sub>3</sub>	14,70
3	H <sub>2</sub> O din saramură	680	3	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20,88
4	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	15,58	4	H <sub>2</sub> O	718,97
5	H <sub>2</sub> O din soluția de Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	38,97			
<b>TOTAL</b>		<b>1054,55</b>	<b>TOTAL</b>		<b>1054,55</b>



## Modul 7 - Poduse sodice și clorosodice

- Catodul fără impurități chimice
- Debitul de alimentare cu mercur să fie constant
- Tensiunea de descompunere 3,5-5V
- Consumul de energie electrică 1000-3400 kWh/t Cl<sub>2</sub>

### Dezamalgamator:

- Alimentare cu apă demineralizată
- Temperatura de lucru 80-105 °C
- Anodul de grafit trebuie să fie pur și poros
- Concentrația soluției de NaOH ce rezultă este 50-75%

### Activitatea 10

- Etapele sunt: - extracția și purificarea saramurii, electroliza propriu-zisă, dezamalgamarea, depozitarea și ambalarea produselor
- Utilajele principale pe faze de proces sunt:
  - extracția și purificarea saramurii: sonde de extracție a soluțiilor de NaCl, amestecător-decantor, filtru, rezervor saramură
  - electroliza propriu-zisă – celule de electroliză
  - dezamalgamarea – dezamalgamator (pilă), pompă pentru mercur
  - depozitarea și ambalarea produselor - rezervoare și cisterne anticorozive pentru soluțiile de NaOH, butelii sub presiune în spații aerisite și lipsite de surse de foc pentru H<sub>2</sub> gaz, rezervoare și butelii anticorozive sub presiune pentru Cl<sub>2</sub>.
- Materiile prime și auxiliare folosite sunt: soluții concentrate de clorură de sodiu aprox. 310 g/l, anodi din grafit, catod din mercur, reactivi pentru purificarea soluțiilor de NaCl.
- Pericole: - intoxicații datorate caracterului toxic al mercurului, clorului și hidroxidului de sodiu, explozii cauzate de formarea amestecurilor explozive: hidrogen – clor, hidrogen – aer, incendii datorate lucrului cu substanțe inflamabile (hidrogen), arsuri termice și chimice, electrocutări
- Măsuri de protecția muncii de ordin organizatoric și igienico-sanitar: - respectarea parametrilor de funcționare a instalațiilor, evitarea pătrunderii substanțelor toxice în spațiul de lucru, evitarea formării amestecurilor explozive prin respectarea parametrilor tehnologici, controlul permanent al concentrației amestecurilor explozive (H<sub>2</sub> în clor sub 1%), evitarea electrocutărilor prin legarea la pământ a utilajelor periculoase, folosirea dispozitivelor de protecție adecvate, manipularea cu atenție a soluțiilor caustice pentru evitarea stropirilor, dotarea cu echipamentul de protecție corespunzător fiecărui loc de muncă, instruirea personalului în vederea folosirii corespunzătoare a echipamentului din dotare (cizme dielectrice, mănuși de cauciuc, mască de gaze corespunzătoare noxelor), respectarea igienei la locul de muncă, acordarea de antidot, controlul medical preventiv.

### Activitatea 14

1 – a

2 – b

3 – a) – A; b) – F; c) – F; d) – A

4 – 3; 5; 1; 6; 4; 2

5 - bocanci, cască, mănuși de piele, mască de gaze corespunzătoare noxelor, șorț de piele

6 – 631,31 kg calcar

7 –  $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 $\text{NaCl} + \text{NH}_4\text{HCO}_3 \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$   
 $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{HCO}_3$

## V. Bibliografie

1. Teodorescu, M., Tehnologia fabricării și prelucrării produselor chimice, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1995
2. Ignatovitz, E., Haerring, G., Chemie für Schule und Beruf, Verlag Nournez VolimarGMBH, Europa Lernmittel, 1994
3. Tomiță, I., Onițiu, V., Instruire practică în laboratorul de chimie analitică, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983
4. Pincovschi, E., Brașoveanu, D., Tehnologia chimică anorganică, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982
5. Brener, C., Dan, I., Bumbu, S., Îndrumător pentru lucrări în laboratorul tehnologic și stații pilot, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1977
6. \*\*\*\*\* Standard de pregătire profesională, clasa a XI-a , an de completare, domeniul: Chimie Industrială, București, 2005
7. \*\*\*\*\* Curriculum, clasa a XI-a , an de completare, domeniul: Chimie Industrială, calificare: Operator în chimia anorganică, București, 2005
8. Buchman, A., Lupei, E., Marincescu, M., Auxiliar Curricular pentru clasa a IX-a SAM, Domeniul: Chimie industrială, elaborat în cadrul CNDIPT-MEC, București, 2004

