

OPERATII UNITARE

STRUCTURA

- OPERATII UNITARE 1 (6 credite)
 - Semestrul 5/7:
 - (3C + 2L)/sapt. - specializarile IPA, IB
 - (3C + 1S)/sapt. - specializarea EPI
- Titular disciplina:
 - Curs: Prof. univ. dr. ing. Lucian Gavrilă
 - Lab./Sem.: Asist. univ. dr. ing. Andrei Simion

CONDITIONARI

- **Statut:** disciplina obligatorie
- **Categorie:** disciplina in domeniu
- **Discipline anterioare promovate (recomandare):**
 - Matematici aplicate 1, 2, 3 - IPA, IB, EPI
 - Fizica 1, 2 - IPA, IB, EPI
 - Fenomene de transfer - IPA, IB
 - Chimie fizica si coloidala - IPA, IB
 - Mecanica fluidelor si masini hidraulice - EPI
 - Termotehnica - EPI

OBIECTIVELE DISCIPLINEI

“OPERATII UNITARE 1”

- Însușirea cunoștințelor teoretice referitoare la **operațiile hidrodinamice, operațiile termice și operațiile difuzionale** specifice industriilor de proces în general, industriei alimentare și biotehnologiilor în particular;
- **deprinderea de abilități practice** în măsurarea, analiza și interpretarea datelor experimentale în procesele de transport, amestecare, separare hidrodinamică, încălzire, răcire, evaporare, condensare, cristalizare, uscare, distilare, etc.;
- **deprinderea de abilități practice** în analiza funcționării și calculul de dimensionare al echipamentelor de transfer de impuls, transfer de căldură și transfer de masă.

NOTARE

- Forma de verificare: **examen**
- Modalitatea de sustinere: **scris**
- Stabilirea notei finale:

Examen final (in sesiune - 3 h)	25 %
Evaluare activități aplicative (lab., sem.)	25 %
Lucrare de verificare (Sapt. 10/11 la lab./sem. - 2 h)	25 %
Teme de casă	25 %
TOTAL	100%

Condiții minime de promovare (cum se obține nota 5)

- efectuarea **integrală** a lucrărilor de laborator;
- **nota $\geq 4,5$** la laborator/seminar;
- **participarea** la lucrarea de verificare semestrială;
- **predarea la termen** a temelor de casă;
- obținerea unei **note $\geq 4,5$** la examenul final.

Condiții de obținere a notei maxime (cum se obține nota 10)

- efectuarea integrală și corectă a tuturor lucrărilor de laborator;
- nota ≥ 9 la laborator/seminar;
- participare la lucrarea semestrială și obținerea a minim 9/10 puncte;
- predarea și rezolvarea corectă și la termen a tuturor temelor de casă;
- obținerea a minim 9/10 puncte la examenul final.

BIBLIOGRAFIE OBLIGATORIE

1. Gavrilă, L.: *Fenomene de transfer*, vol. I-II, Ed. Alma Mater, Bacău, 2000; **sau:**
2. Gavrilă, L., Zichil, V.: *Bazele inginerie în industria alimentară și biotehnologii- Fenomene de transfer*, Ed. Tehnica-Info, Chișinău, 2000.



BIBLIOGRAFIE OBLIGATORIE

3. Gavrilă, L.:
*Transportul fluidelor
- Aplicații în industria
alimentară și
biotehnologii*, Ed.
Tehnica-Info,
Chișinău, 2002;



BIBLIOGRAFIE OBLIGATORIE

4. Gavrilă, L.: *Operații unitare în industria alimentară și biotehnologii, Vol. 1.2. - Amestecarea*, Universitatea din Bacău, 2001, format electronic;



BIBLIOGRAFIE OBLIGATORIE

5. Gavrilă, L.: *Operații unitare 1* - note de curs, format electronic.



BIBLIOGRAFIE OBLIGATORIE

- Fenomene de transfer vol. 1 (Transfer de impuls):
<http://cadredidactice.ub.ro/gavrilalucian/files/2011/03/fenomene-de-transfer-1.pdf>
- Fenomene de transfer vol. 2 (Transfer de caldura si masa):
<http://cadredidactice.ub.ro/gavrilalucian/files/2011/03/fenomene-de-transfer-2.pdf>
- Operatii unitare vol 1:
<http://cadredidactice.ub.ro/gavrilalucian/files/2012/10/operatii-unitare-vol-1.pdf>

Cursuri, teme, rezultate

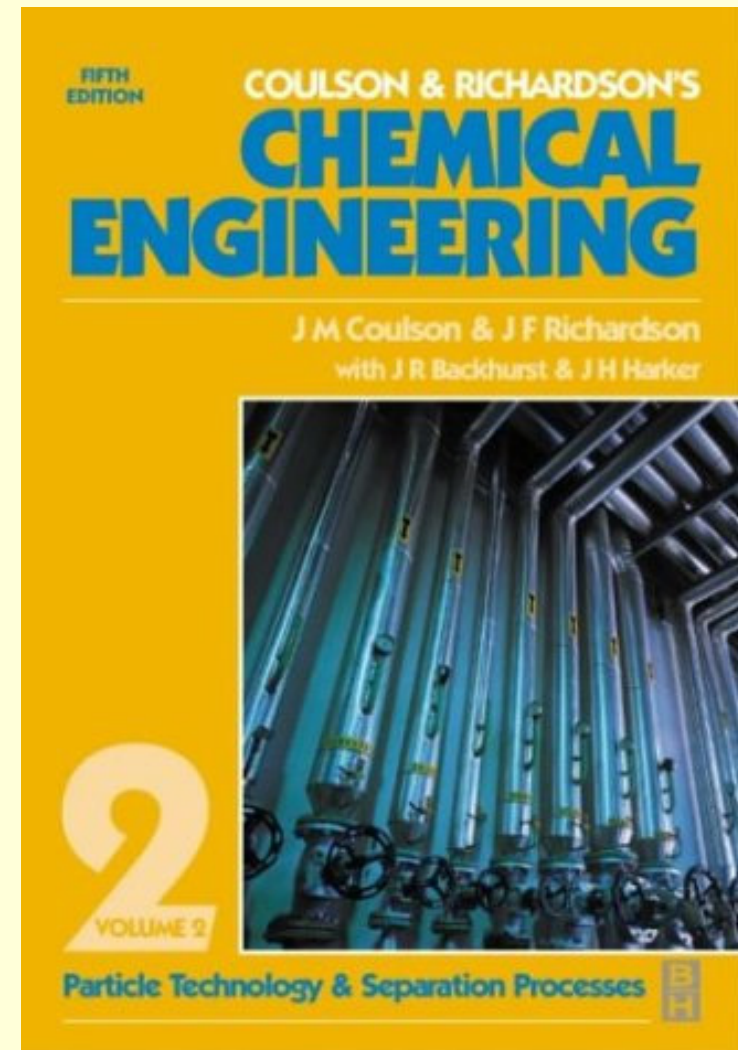
- <http://cadredidactice.ub.ro/gavrilalucian/>
 - <http://cadredidactice.ub.ro/gavrilalucian/info-contact/>
 - <http://cadredidactice.ub.ro/gavrilalucian/studenti/>

BIBLIOGRAFIE SUPLIMENTARA

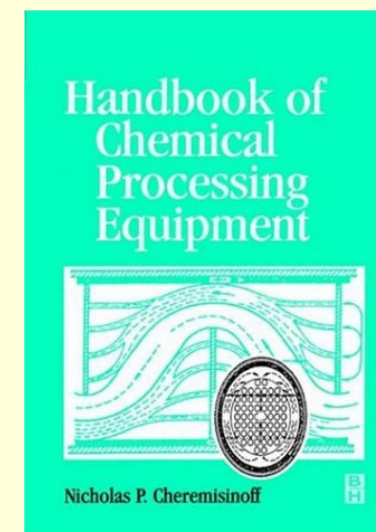
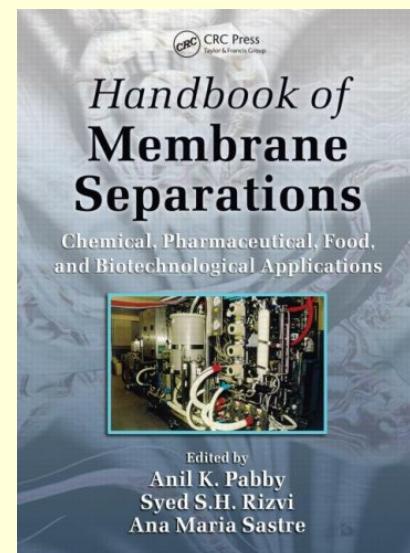
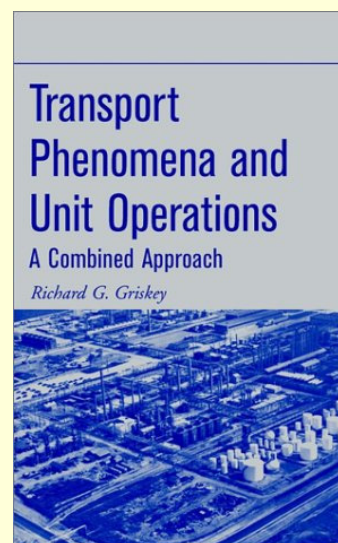
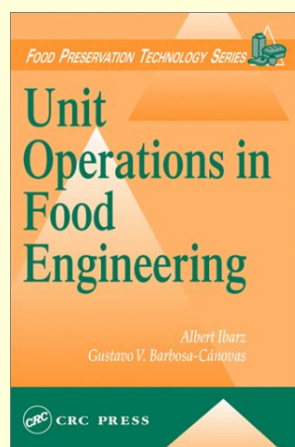
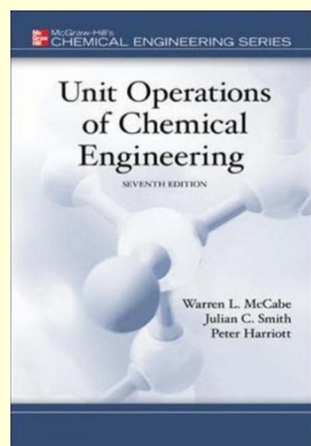
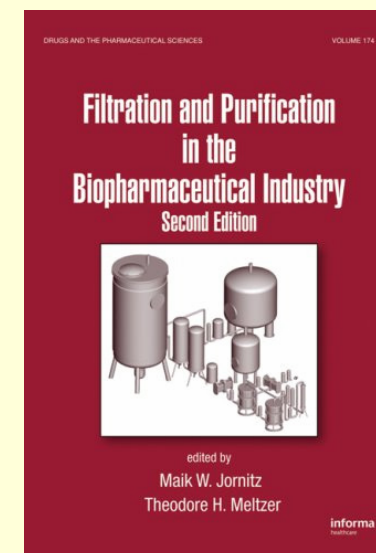
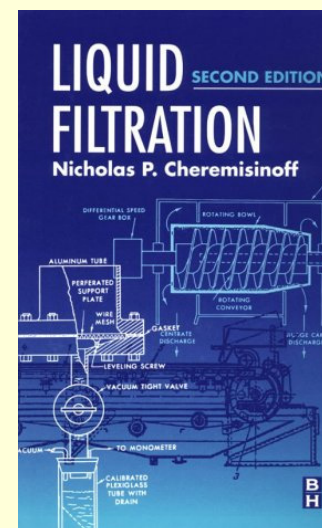
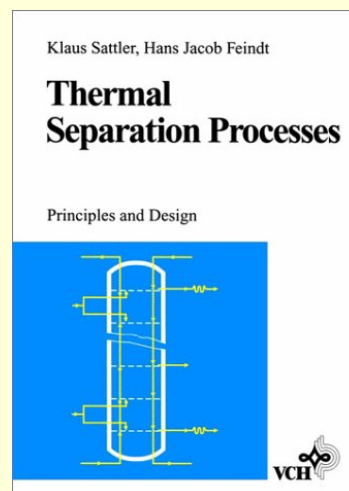
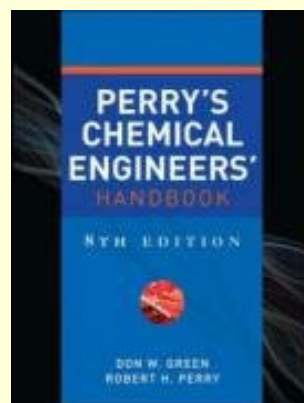
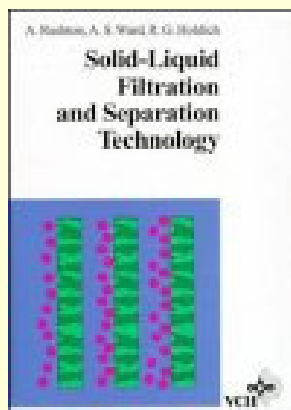
1. Bratu, E.: *Operatii unitare in ingineria chimica*, vol. 1-3, Ed. Tehnica, Bucuresti, 1984-1985;
2. Răşenescu, I.: *Operatii si utilaje in industria alimentara*, vol. 1-2, Ed. Tehnica, Bucuresti, 1971

BIBLIOGRAFIE SUPLIMENTARA

3. Richardson, J.F.,
Harker, J.H.,
Backhurst, J.:
*Chemical Engineering,
Vol. 2 - Particle
Technology and
Separation
Processes,*
Butterworth-
Heinemann, 2002



BIBLIOGRAFIE SUPLIMENTARA



CONTINUTUL CURSULUI

Cap.	Continut	Nr. ore
1.	INTRODUCERE: obiectul cursului, prezentare generală, cerințe	2
2.	TRANSPORTUL LICHIDELOR: considerații generale, ecuația Bernoulli, caracteristicile pompelor, pompe fără elemente mobile, pompe cu mișcări alternative, pompe rotative, pompe centrifuge	2
3.	TRANSPORTUL SI COMPRIMAREA GAZELOR: considerații generale, compresoare volumice cu mișcări alternative, compresoare volumice rotative, compresoare rotodinamice	2
4.	PRODUCEREA VIDULUI: clasificarea pompelor de vid, mărimi caracteristice, tipuri reprezentative de pompe de vid, aplicatii	2
5.	AMESTECAREA: eficiența amestecării, calculul puterii la amestecare, transpunerea la scară a amestecătoarelor	2
6.	SEDIMENTAREA: definiție, factori de influență, calculul vitezei de sedimentare, sedimentarea S - L, sedimentarea S - G, sedimentarea L - L, echipamente pentru sedimentare specifice industriei alimentare și biotehnologiilor	2

CONTINUTUL CURSULUI

Cap.	Continut	Nr. ore
7.	FILTRAREA: definiție, factori de influență, teoriile filtrării, echipamente pentru filtrare specifice industriei alimentare și biotehnologiilor	2
8.	CENTRIFUGAREA: definiție, aplicații specifice, sedimentarea în câmp de forțe centrifugal, filtrarea în câmp de forțe centrifugal, echipamente pentru centrifugare specifice industriei alimentare și biotehnologiilor	2
9.	FLUIDIZAREA si TRANSPORTUL PNEUMATIC: principiul procesului, calculul vitezei minime de fluidizare și a vitezei de antrenare, transfer de masă și căldură în strat fluidizat, aplicații specifice, calculul instalațiilor de transport pneumatic, aplicații specifice industriei alimentare	2
10.	ÎNCĂLZIREA: agenți de încălzire, încălzirea aparatelor și reactoarelor, modalități de încălzire, calculul proceselor de încălzire,	2
11.	RĂCIREA: agenți de răcire, modalități de răcire, răcire moderată și înaintată, aplicații specifice industriei alimentare și biotehnologiilor, refrigerarea și congelarea	2

CONTINUTUL CURSULUI

Cap.	Continut	Nr. ore
12.	EVAPORAREA: definiție, factori de influență, evaporarea simplă, evaporarea multiplă, evaporarea cu compresie mecanică de vapori, evaporarea cu termocompresie, calculul instalațiilor de evaporare, tipuri de evaporatoare, instalații de evaporare specifice industriei alimentare și biotehnologiilor	2
13.	CONDENSAREA: definiție, factori de influență, condensatoare de suprafață și de amestec, calculul condensatoarelor, aplicații specifice industriei alimentare	2
14.	PASTEURIZAREA SI STERILIZAREA: definiție, factori de influență, utilaje și instalații pentru pasteurizare și sterilizare, aplicații specifice industriei alimentare și biotehnologiilor	2
15.	CRISTALIZAREA: definiție, factori de influență, calculul operației, utilaje și instalații pentru cristalizare, aplicații specifice industriei alimentare și biotehnologiilor	2

CONTINUTUL CURSULUI

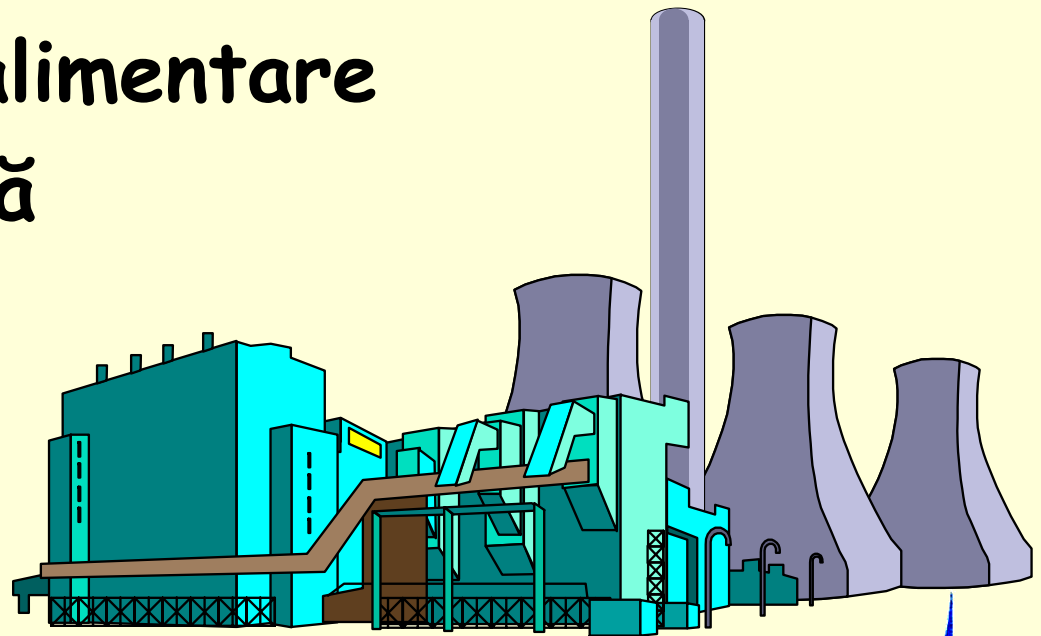
Cap.	Continut	Nr. ore
16.	USCAREA: definiție, factori de influență, calculul operației, agenți de uscare, aplicații specifice industriei alimentare și biotehnologiilor	2
17.	DISTILAREA si RECTIFICAREA: definiție, factori de influență, calculul operației, aplicații specifice industriei alimentare și biotehnologiilor	2
18.	EXTRACTIA LICHID-LICHID: definiție, factori de influență, calculul operației, aplicații specifice industriei alimentare și biotehnologiilor	2
19.	EXTRACTIA LICHID-SOLID: definiție, factori de influență, calculul operației, aplicații specifice industriei alimentare și biotehnologiilor	2
20.	ABSORBTIA si ADSORBTIA: definiție, factori de influență, calculul operațiilor, aplicații specifice industriei alimentare și biotehnologiilor	2
21.	INTEGRAREA si INTENSIFICAREA PROCESELOR	2

INDUSTRIILE DE PROCES

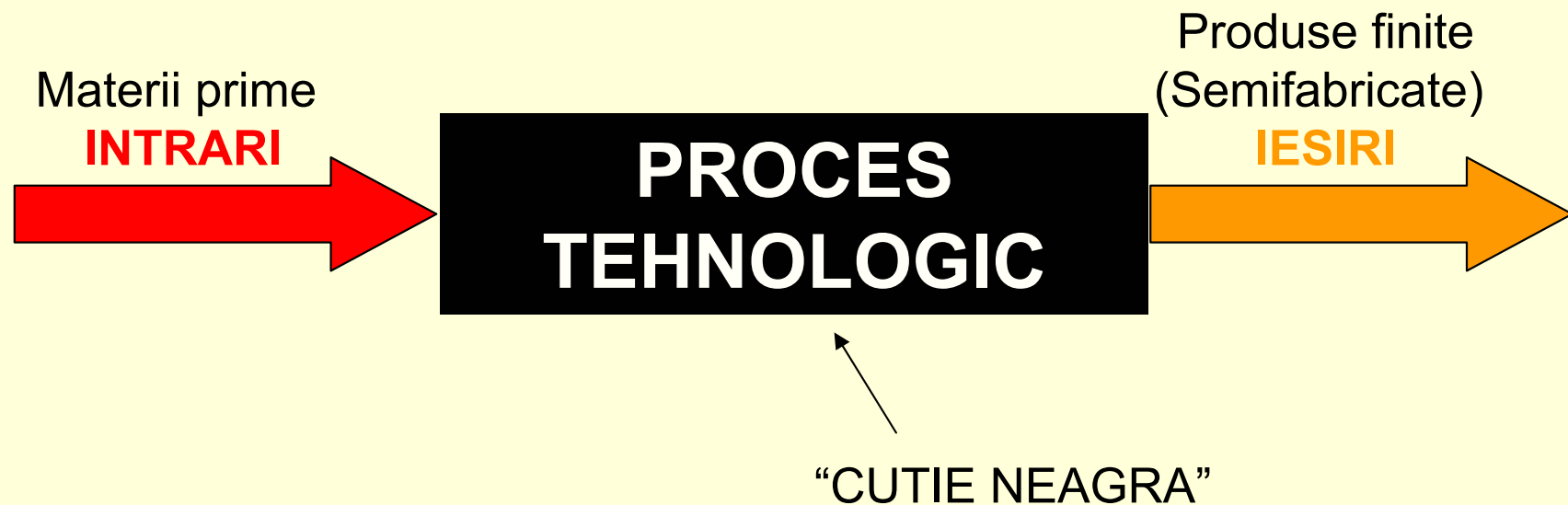
- Sunt industrii bazate pe **proces tehnologic** în urma cărora materiile prime (naturale, artificiale sau sintetice) sunt transformate, printr-o succesiune de procese (mecanice, fizice, chimice, biochimice), care au drept urmare modificarea stării, compoziției sau conținutului lor energetic, în scopul obținerii unor produse finite sau semifabricate de valoare și utilitate superioară.

Exemple de industrii de proces:

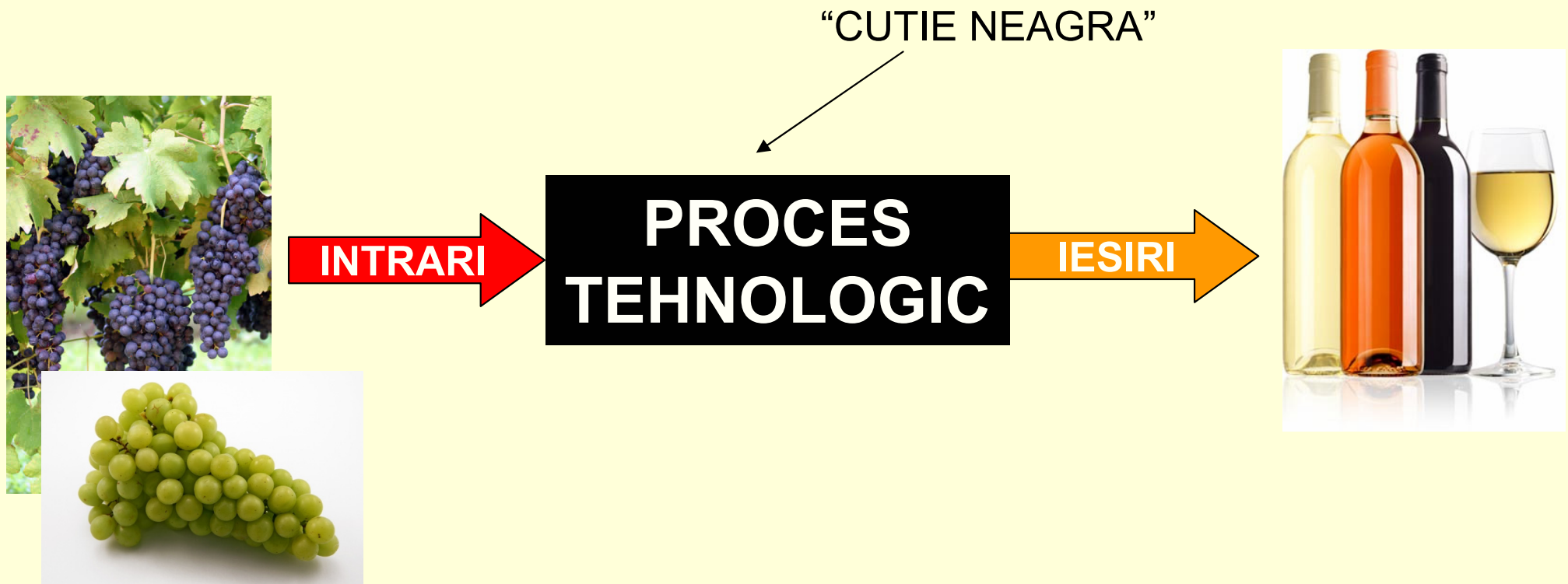
- Industria chimică
- Rafinarea petrolului
- Industria petrochimică
- Industria celulozei și hârtiei
- Industria produselor alimentare
- Industria farmaceutică
- Industria metalurgică
- Energetica



Procesul tehnologic



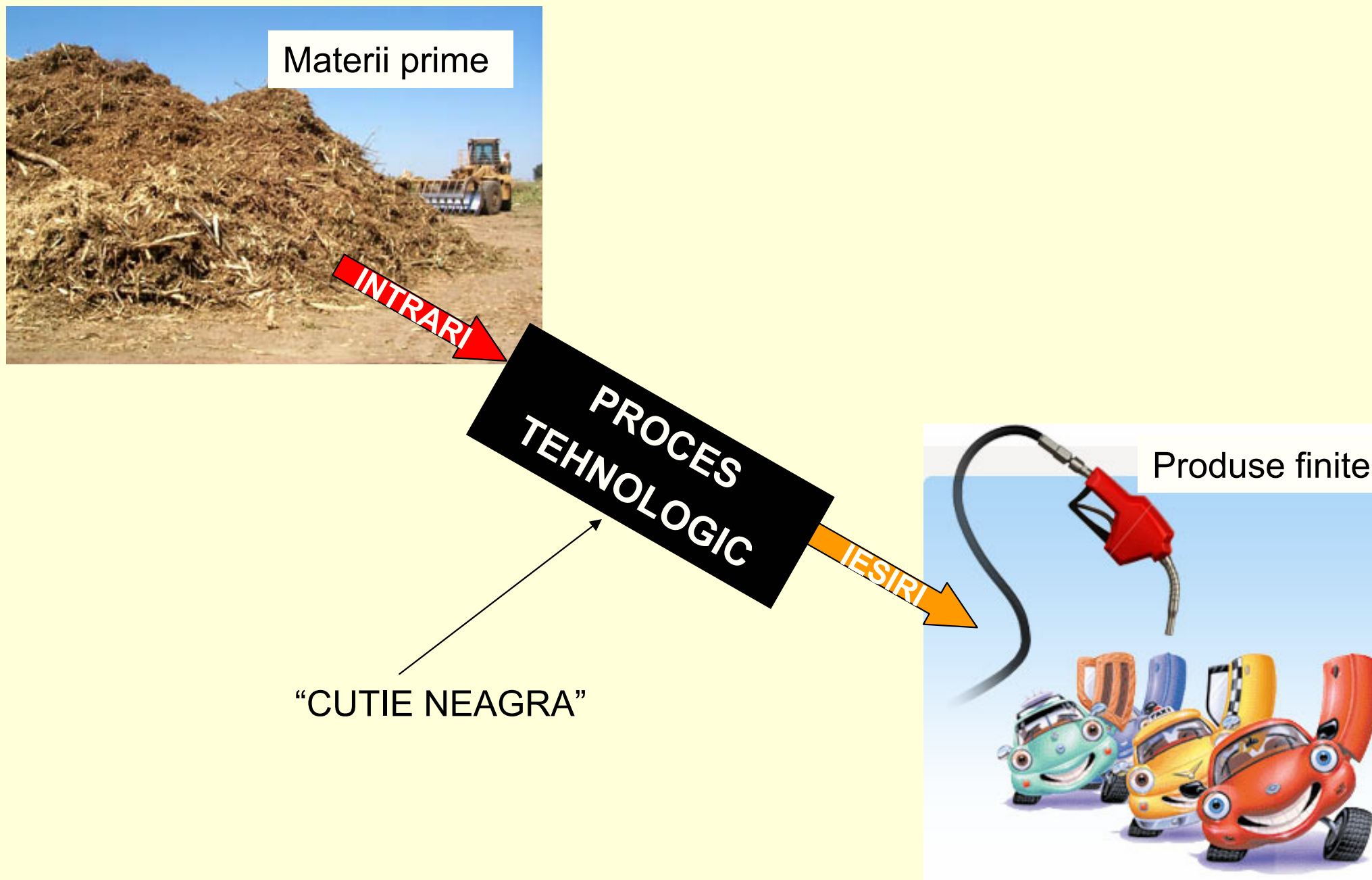
Procesul tehnologic



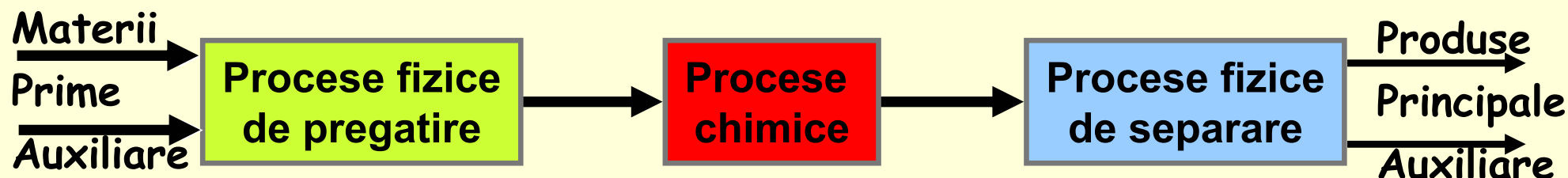
Materii prime

Produse finite

Procesul tehnologic



PROCESUL TEHNOLOGIC

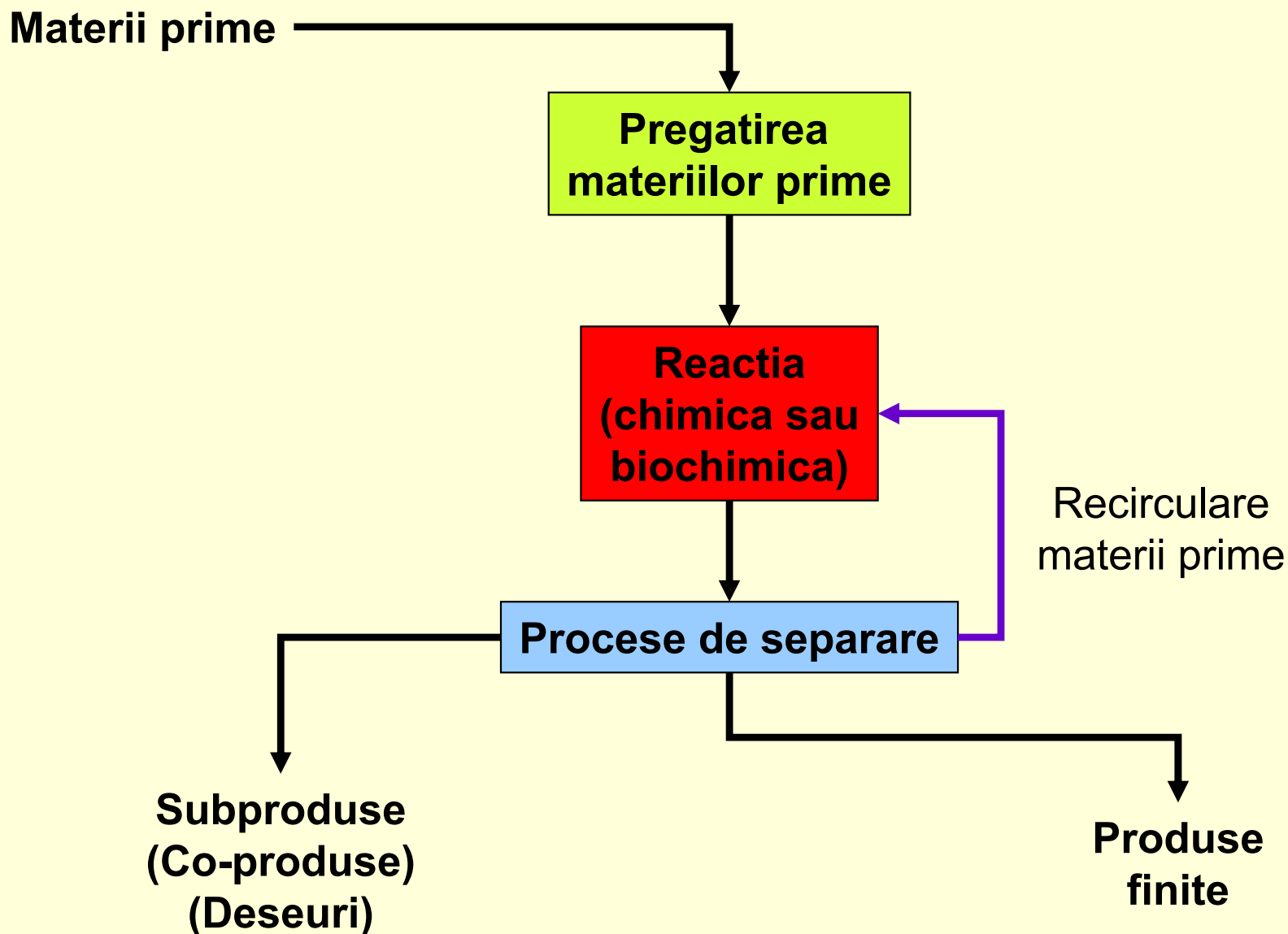


- Oricat de **complex** ar fi, un **PROCES TEHNOLOGIC** este format dintr-o succesiune de operatii bazate pe procese fizice si/sau chimice:
 - Operatii de **pregatire a materiilor prime** (bazate pe fenomene fizice);
 - Operatii de **transformare moleculara** (bazate pe fenomene chimice);
 - Operatii de **separare a produselor** (bazate pe fenomene fizice).

Clasificarea proceselor componente ale unui proces tehnologic

Tipul procesului	Modificările suferite de materiale	Utilajele în care se desfășoară	Exemple de	
			proces	utilaje
mecanic	de formă și/sau dimensiuni	mașini	măcinare	mori
fizic	de presiune, temperatură, concentrație, stare de agregare	aparate	distilare	coloane de distilare
chimic	de specii moleculare sau ionice	reactoare	hidrogenarea uleiurilor vegetale	reactoare catalitice
bio-chimic	de specii moleculare sau ionice, în prezența unor organisme vii	bioreactoare	fermentare	linuri

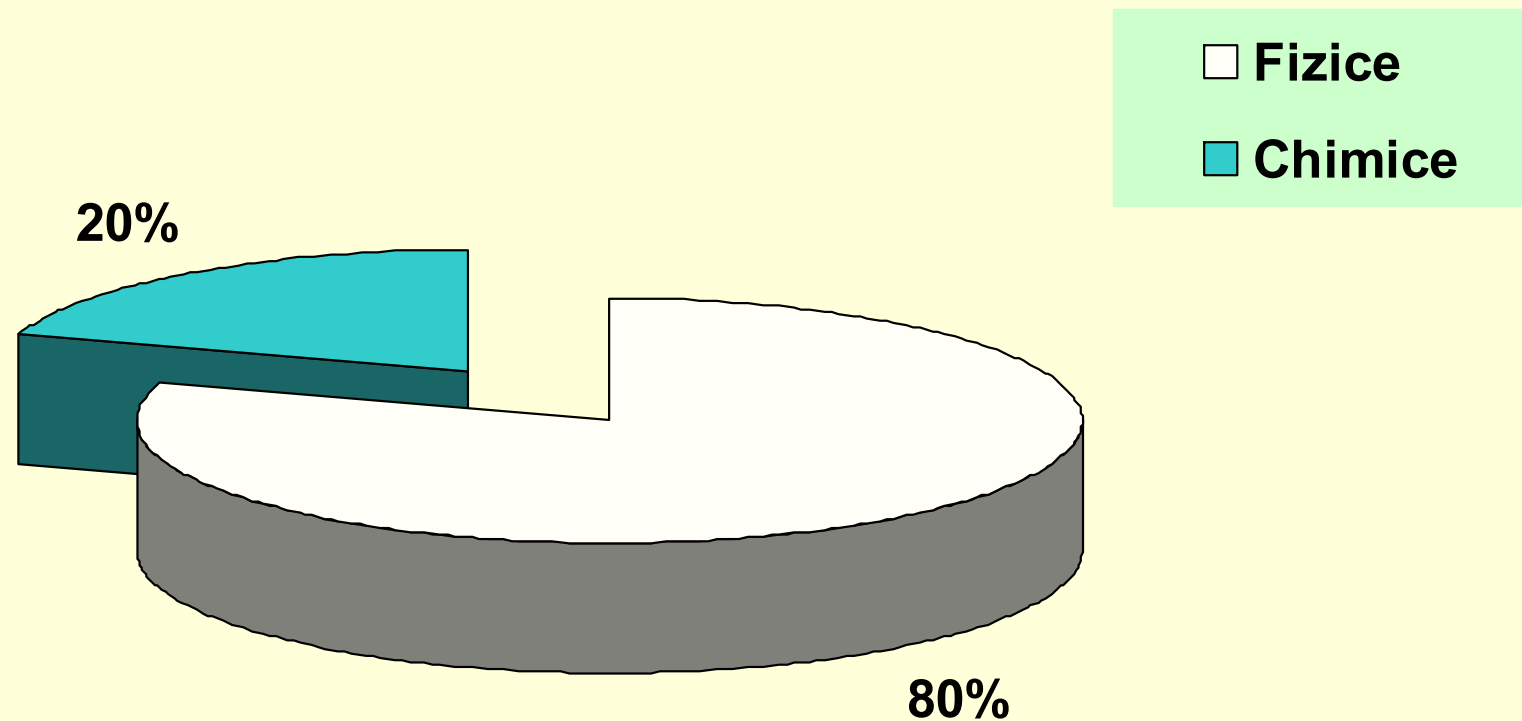
PROCESUL TEHNOLOGIC



PROCESUL TEHNOLOGIC

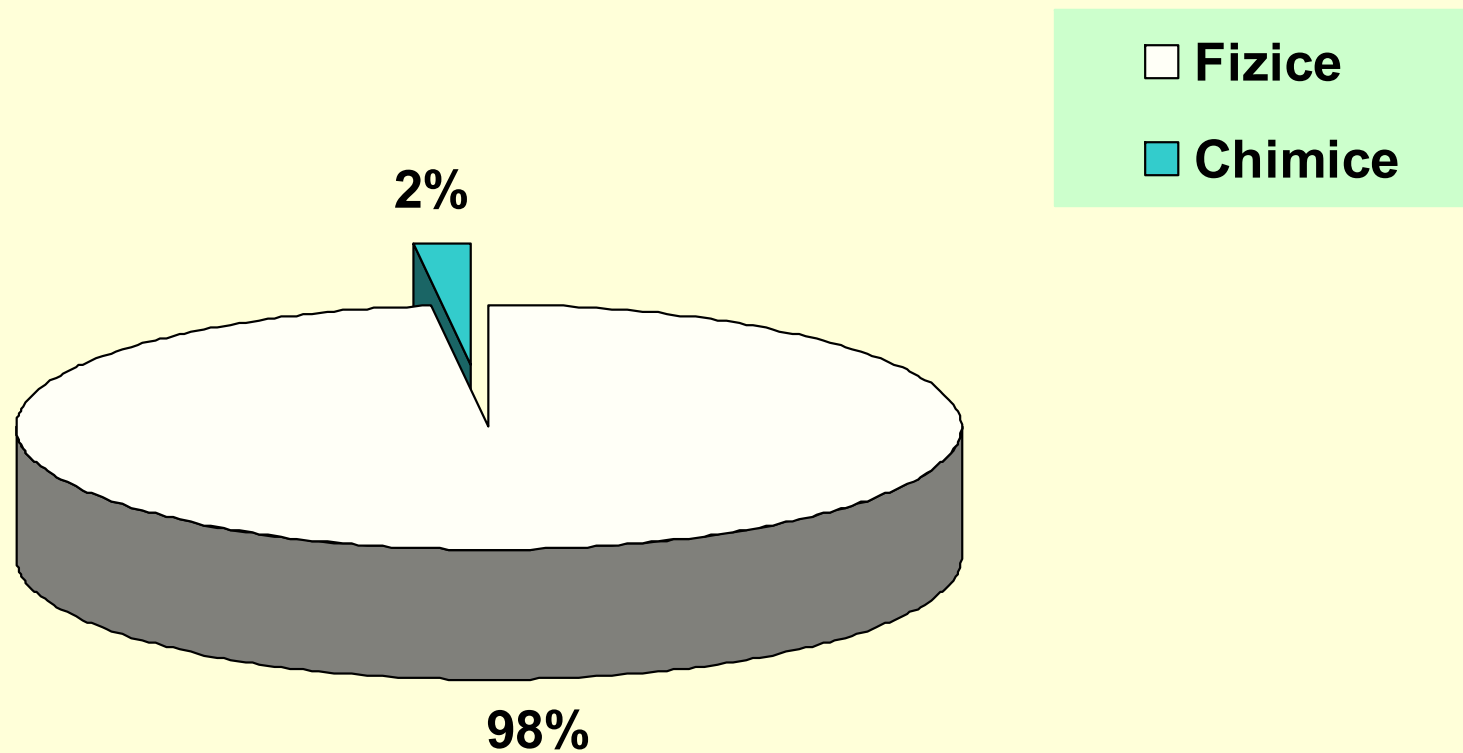
- **Procesul tehnologic** = ansamblul proceselor mecanice, fizice, chimice și biochimice componente, concomitente sau ordonate în timp, necesare pentru obținerea unui anumit produs.

PROCESUL TEHNOLOGIC



Proportia dintre procesele fizice si chimice in industriile de proces

PROCESUL TEHNOLOGIC



Proportia dintre procesele fizice si chimice in industriile de proces

Operatii unitare

- Fiecare proces tehnologic este constituit dintr-o serie de **FAZE** distincte, care se regasesc si la alte procese, dar in alta ordine si in alte conditii.
- Conceptul de **OPERATIE UNITARA** permite sistematizarea unui nr. foarte mare de procese tehnologice.

Operatii unitare

- Procesele tehnologice sunt reduse la un numar limitat de **OPERATII**, ceea ce usureaza abordarea lor teoretica.
- Marea majoritate a fazelor unui proces tehnologic (80 - 98 %) sunt bazate pe **FENOMENE FIZICE**, al caror studiu revine **OPERATIILOR UNITARE**.

Operatii unitare

- **OPERATIA** = faza distincta a unui proces tehnologic: incalzire, racire, distilare, uscare, reactie chimica etc.
- **OPERATIA UNITARA** = faza unui proces tehnologic bazata pe fenomene fizice.
- **OPERATIA CHIMICA (PROCESUL CHIMIC)** = faza unui proces tehnologic bazata pe reactii chimice (transformari de specii moleculare).

Concepte si Definitii

- Fenomenul care sta la baza unei operatii unitare: **FENOMEN FUNDAMENTAL**.
- Pentru industriile de proces, fenomene fundamentale sunt:
 - Transferul (transportul) de impuls;
 - Transferul (transportul) de caldura;
 - Transferul (transportul) de masa.

De ce este necesar studiul Operatiilor Unitare ?

- Industriile de proces produc **sute de mii** de produse (chimicale, alimente, medicamente, vopsele, etc.) pornind de la **zeci de mii** de materii prime, utilizand **mii** de procese tehnologice diferite.
- Practic este imposibil ca un INGINER DE PROCES sa le cunoasca pe toate ...
- DAR:

De ce este necesar studiul Operatiilor Unitare ?

- Intr-un proces tehnologic exista relativ putine procese chimice sau biochimice (2 pana la 20%);
- Foarte putine operatii sunt specifice tehnologiei unui anumit produs:
 - Tocarea sfeclei de zahar in taitei in procesul de obtinere a zaharului;
 - Obtinerea aschiilor din lemn utilizate in procesul de obtinere a celulozei;

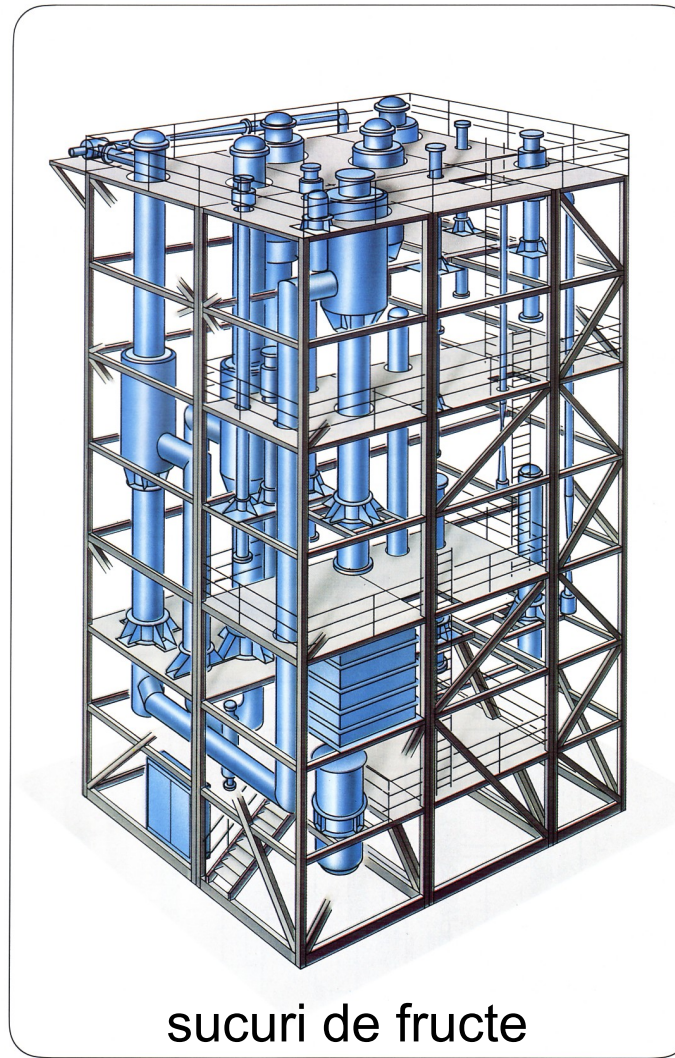
De ce este necesar studiul Operatiilor Unitare ?

- Majoritatea proceselor mecanice si fizice sunt comune unor tehnologii asemanatoare sau total diferite:
 - EX: **Procesul de concentrare prin evaporare:**
 - Tehnologia zaharului;
 - Tehnologia acidului fosforic;
 - Tehnologia ingrasamintelor (uree, azotat de amoniu);
 - Recuperarea sulfatului de amoniu la fabricarea caprolactamei;
 - Regenerarea lesiilor reziduale la fabricarea celulozei;
 - Hidrometalurgie, ...

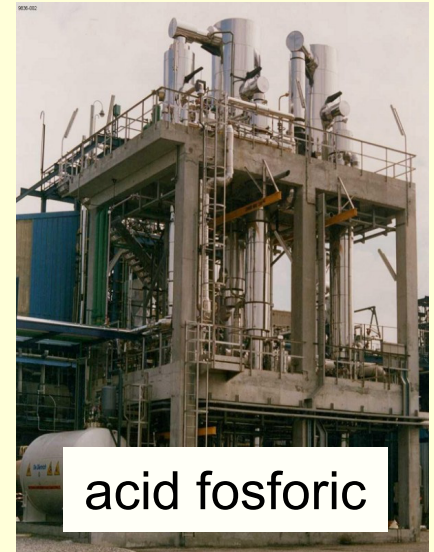
Concentrarea prin evaporare



uree



sucuri de fructe



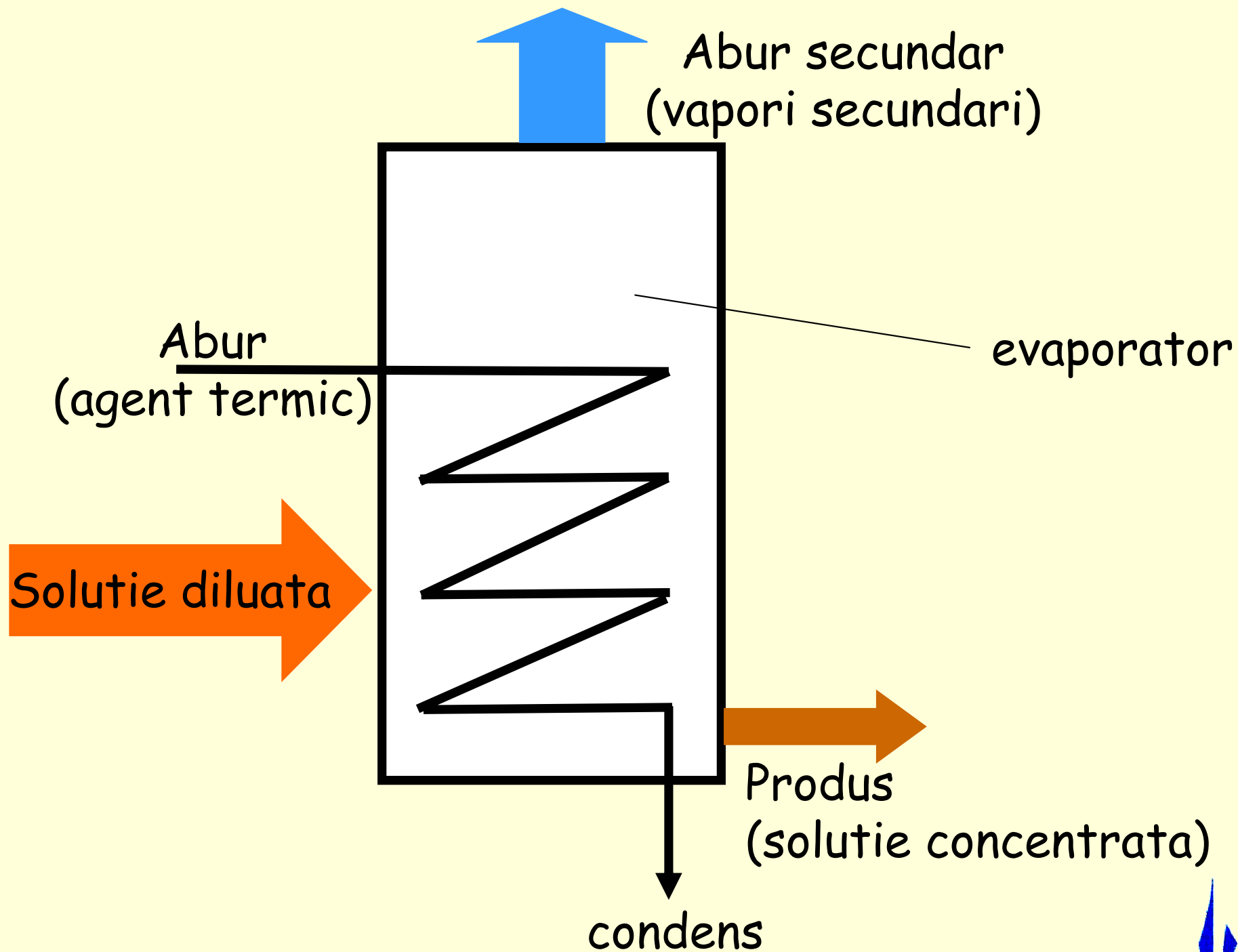
acid fosforic



celuloza

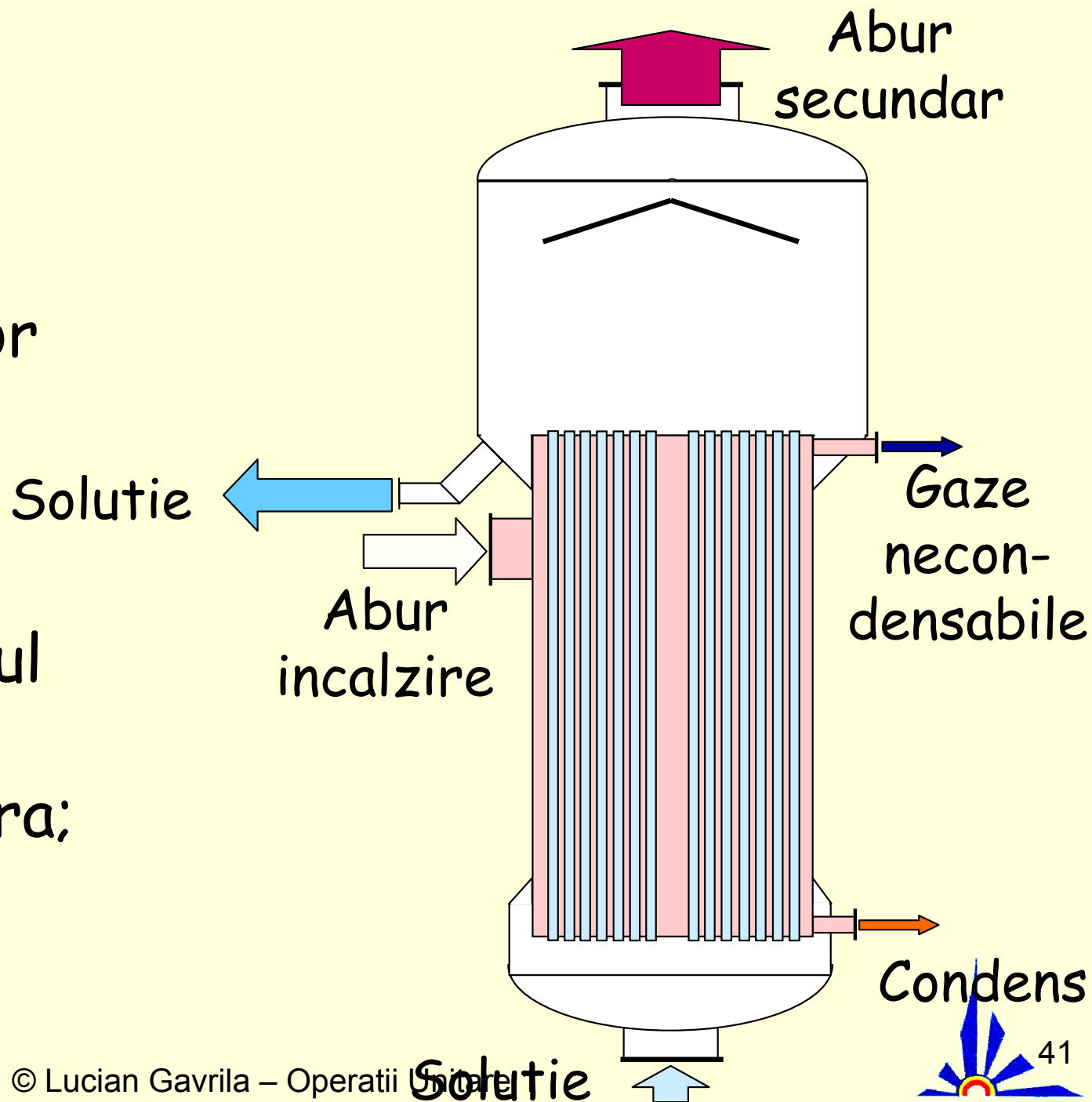


zahar



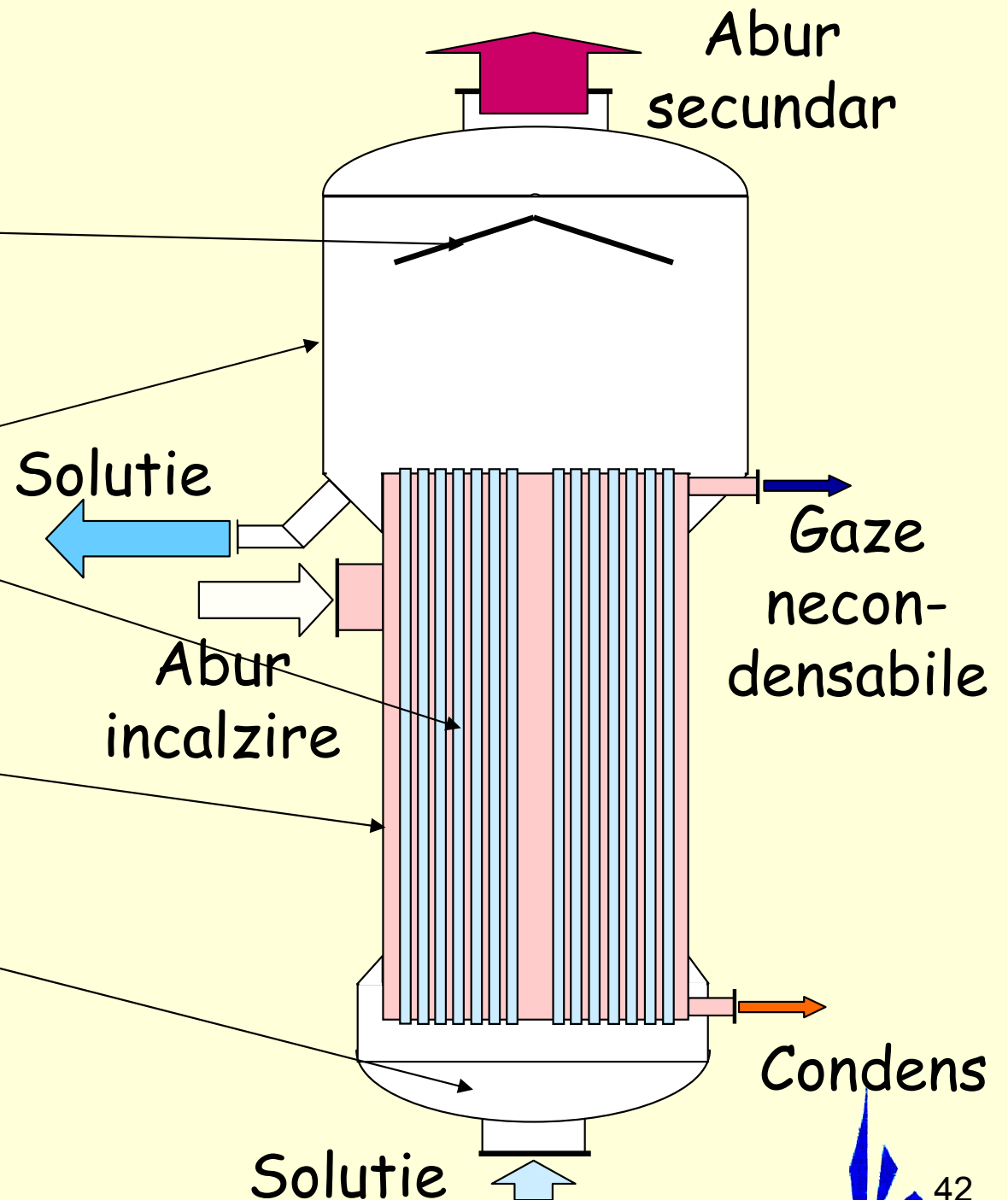
EVAPORATOARE CU FASCICUL TUBULAR

- **Suprafata de incalzire:** interiorul tevilor unui fascicul tubular;
- **Camera de incalzire:** spatiul dintre tevi si mantaua tubulara;



EVAPORATOARE CU FASCICUL TUBULAR

- Separator de picături
- Camera de vapori
- Fascicul tubular
- Camera de incalzire
- Camera de distributie



De ce este necesar studiul Operatiilor Unitare ?

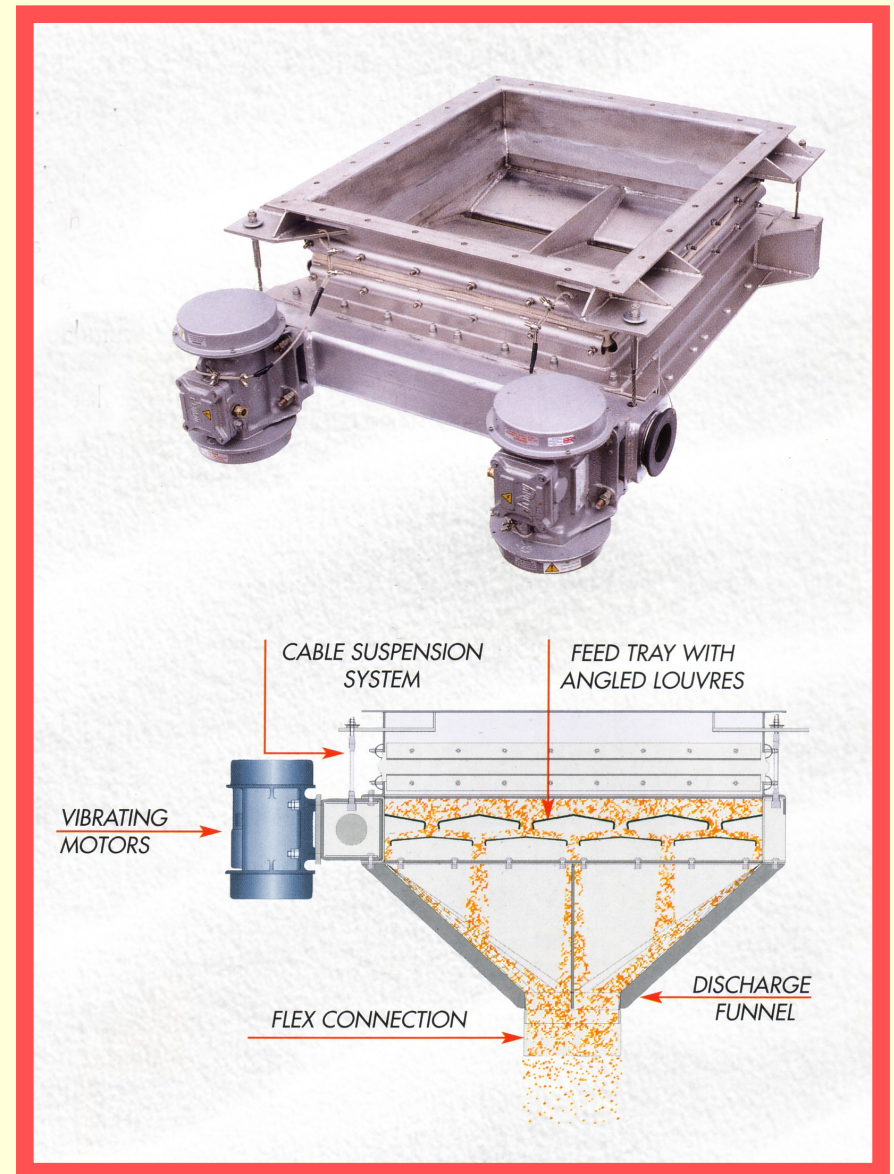
- Exista relativ putine utilaje specifice unui singur scop: tocatoare de sfecla, cojitoare de lemn, ...
 - Majoritatea utilajelor sunt comune tuturor industriilor de proces:
- mori,
 - filtre,
 - uscatoare,
 - centrifuge,
 - schimbatoare de caldura,
 - coloane de distilare,
 - decantoare,
 - evaporatoare,
 - condensatoare,

De ce este necesar studiul Operatiilor Unitare ?

- Exista **cateva zeci** de operatii unitare care acopera toate fazele din marea majoritate a industriilor de proces;
- Aceste operatii unitare sunt bazate pe **trei** procese fundamentale :
 - Transferul/Transportul de impuls;
 - Transferul/Transportul de caldura;
 - Transferul/Transportul de masa.
- Alaturi de acestea mai exista o serie de **operatii mecanice**.

OPERATII MECANICE

- Depozitarea si transportul solidelor
- Dozarea solidelor granulare si pulverulente
- Maruntirea solidelor (concasare, macinare...)
- Clasarea particulelor solide (cernerea, sitarea)
- Amestecarea particulelor solide



OPERATII HIDRODINAMICE

- Operatii bazate pe transferul de impuls:
 - Transportul si dozarea lichidelor
 - Comprimarea si transportul gazelor
 - Amestecarea (L-L; L-S; L-G; S-G)
 - Sedimentarea
 - Filtrarea
 - Purificarea gazelor
 - Separarile centrifugale



OPERATII TERMICE

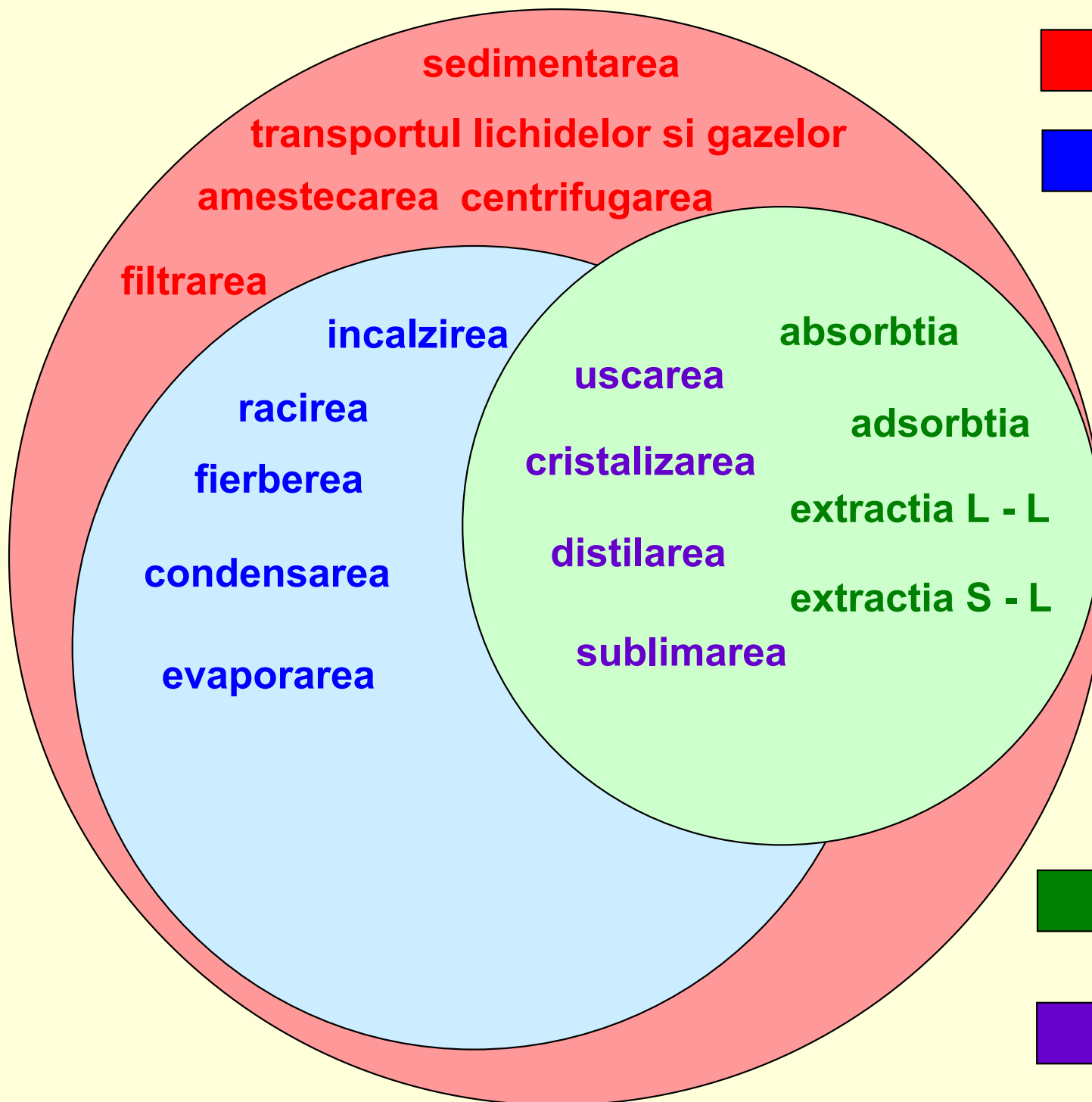
- Operatii bazate pe transferul de caldura:
 - Incalzirea
 - Racirea
 - Fierberea
 - Condensarea
 - Evaporarea
(concentrarea solutiilor)



OPERATII DIFUZIONALE

- Operatii bazate pe transferul de masa:
 - Uscarea
 - Cristalizarea
 - Absorbția gazelor
 - Adsorbția
 - Extractia S - L
 - Extractia L - L
 - Extractia cu fluide supercritice
 - Distilarea si rectificarea





Transfer de impuls



Transfer de caldura si impuls



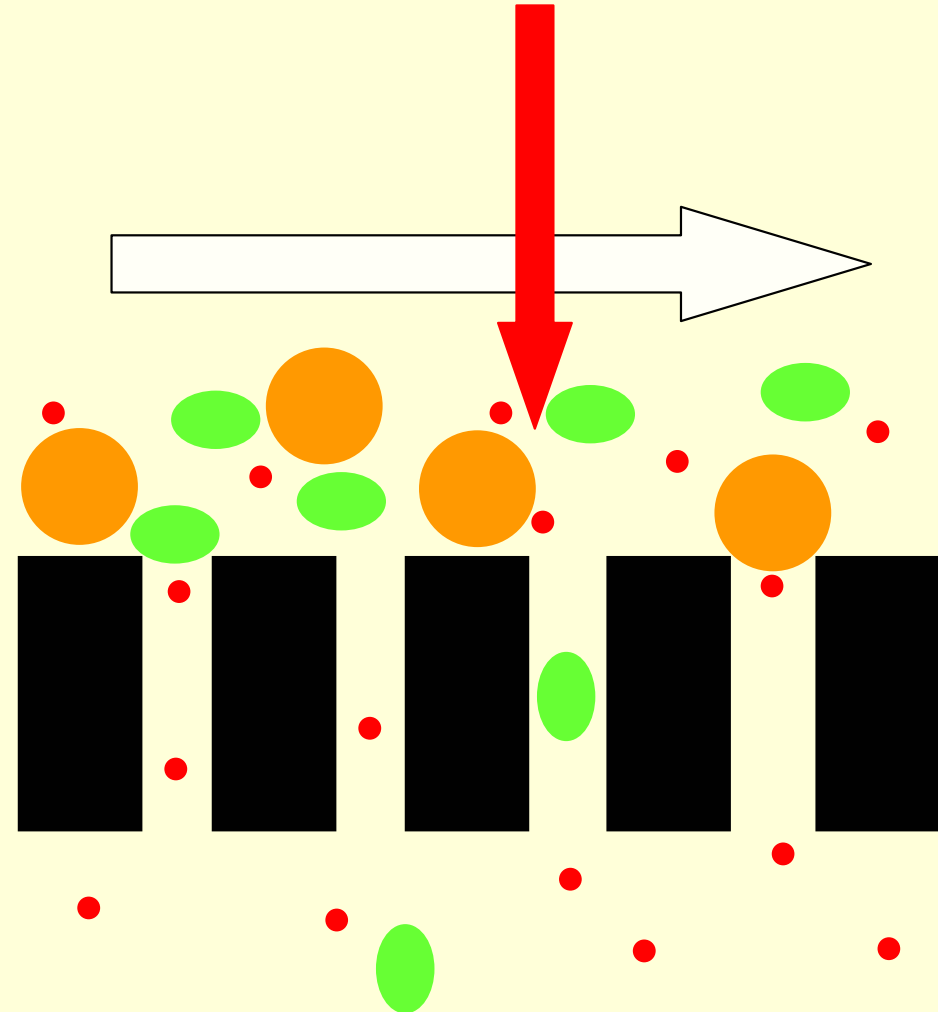
Transfer de masa si impuls



Transfer de caldura, masa si impuls

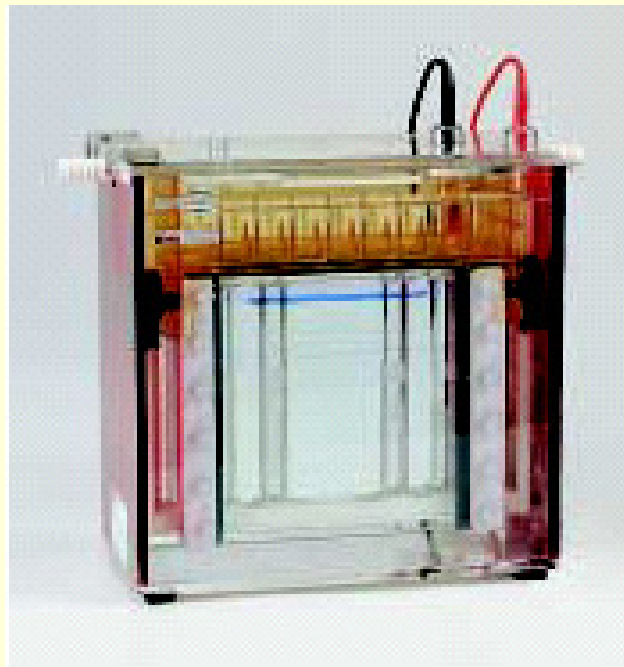
PROCESE DE SEPARARE PRIN MEMBRANE

- Microfiltrarea in curent incrucisat
- Ultrafiltrarea
- Osmoza inversa
- Electrodializa
- Pervaporarea



PROCESE DE SEPARARE FIZICO-CHIMICE

- Schimbul ionic
- Separarile cromatografice
- Electroforeza



SE 600 requires MultiTemp III and power supply EPS601 to complete the system.

