

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

| | |
|---------------------------------------|---|
| 1.1 Instituția de învățământ superior | Univeristatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca |
| 1.2 Facultatea | Chimie și Inginerie Chimică |
| 1.3 Departamentul | Chimie |
| 1.4 Domeniul de studii | Inginerie chimică; Interdisciplinar (Chimie și Inginerie Chimică) |
| 1.5 Ciclul de studii | Master |
| 1.6 Programul de studiu / Calificarea | Ingineria proceselor organice si biochimice, Prelucrarea si controlul alimentelor / Master's Degree |

2. Date despre disciplină

| | | | | | | | |
|--|---|---------------|----|------------------------|---|-------------------------|----|
| 2.1 Denumirea disciplinei | Ingineria avansata a bioproceselor enzimactice si fermentative – CMR7221 | | | | | | |
| 2.2 Titularul activităților de curs | Prof. Dr. Ing.Florin Dan Irimie | | | | | | |
| 2.3 Titularul activităților de seminar | Prof. Dr. Ing.Florin Dan Irimie | | | | | | |
| 2.4 Anul de studiu | I | 2.5 Semestrul | II | 2.6. Tipul de evaluare | E | 2.7 Regimul disciplinei | Ob |

3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)

| | | | | | |
|--|----|--------------------|----|-----------------------|-----|
| 3.1 Număr de ore pe săptămână | 3 | Din care: 3.2 curs | 2 | 3.3 seminar/laborator | 1 |
| 3.4 Total ore din planul de învățământ | 42 | Din care: 3.5 curs | 28 | 3.6 seminar/laborator | 14 |
| Distribuția fondului de timp: | | | | | ore |
| Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe | | | | | 30 |
| Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren | | | | | 30 |
| Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri | | | | | 30 |
| Tutoriat | | | | | 10 |
| Examinări | | | | | 8 |
| Alte activități: | | | | | |
| 3.7 Total ore studiu individual | | 108 | | | |
| 3.8 Total ore pe semestru | | 150 | | | |
| 3.9 Numărul de credite | | 6 | | | |

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

| | |
|-------------------|-----------------|
| 4.1 de curriculum | • Nu este cazul |
| 4.2 de competențe | • Nu este cazul |

5. Condiții (acolo unde este cazul)

| | |
|--|--|
| 5.1 De desfășurare a cursului | <ul style="list-style-type: none"> • Studenții se vor prezenta la curs cu telefoanele mobile închise • Nu va fi acceptată întârzierea cursului |
| 5.2 De desfășurare a seminarului/laboratorului | <ul style="list-style-type: none"> • Studenții se vor prezenta la seminar/laborator cu telefoanele mobile închise • Studenții se vor prezenta în laborator cu halat, manusi, cârpă de laborator. |

| | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Studenții nu pot lăsa nesupravegheată o instalație în funcțiune • Predarea referatului de laborator se va face cel târziu în săptămâna următoare desfășurării efective a lucrării • Pentru predarea cu întârziere se penalizează cu 0,5 puncte/zi • Este interzis accesul cu mâncare în laborator |
|--|--|

6. Competențele specifice acumulate

| | |
|--------------------------------|--|
| Competențe profesionale | <ul style="list-style-type: none"> • Aplicarea conceptelor și teoriilor avansate din domeniul chimie și ingineriei chimice pentru elaborarea unui (bio)proces, în vederea obținerii unui produs util • Definirea noțiunilor, conceptelor, teoriilor și modelelor de bază proprii științelor ingineresti și al biotehnologiilor • Utilizarea cunoștințelor aprofundate, a teoriilor și modelelor de bază proprii științelor ingineresti și al biotehnologiilor la dezvoltarea tehnologiilor specifice de obținere a unui produs organic prin procese sau bioprocese • Utilizarea cunoștințelor aprofundate de proiectare pentru identificarea de posibile soluții pentru probleme complexe de proiectare a aparatelor și utilajelor dintr-un sistem (bio)chimic • Evaluarea și analiza critic-constructivă a proceselor, aparatelor și utilajelor pe baza conceptelor, teoriilor, modelelor, metodelor și practicilor de proiectare în vederea propunerii de soluții de proiectare a acestora • Formularea, dezvoltarea și elaborarea creativă de soluții pentru dezvoltarea unor soluții (bio)tehnologice, pentru obținerea unor compusi organici valorosi |
| Competențe transversale | <ul style="list-style-type: none"> • Executarea cu independență a sarcinilor profesionale complexe și desfășurarea autonomă de activități de cercetare-proiectare, utilizând tehnici asistate de calculator și respectând normele de etică profesională și de conduită morală • Planificarea, monitorizarea și asumarea sarcinilor profesionale ale unui grup profesional subordonat. Demonstrarea capacității de coordonare a activității, gândire analitică, adaptabilitate și flexibilitate, colaborare cu membrii echipei |

7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor acumulate)

| | |
|---------------------------------------|---|
| 7.1 Obiectivul general al disciplinei | <ul style="list-style-type: none"> • Să familiarizeze studenții cu noțiunile de bază, conceptele, teoriile și modelele de bază din domeniul ingineriei chimice |
| 7.2 Obiectivele specifice | <ul style="list-style-type: none"> • Dobândirea cunoștințelor teoretice de bază pentru analiza și sinteza proceselor industriale • Dobândirea cunoștințelor referitoare la întocmirea bilanțurilor de masă și de energie • Dobândirea cunoștințelor referitoare la etapele ce trebuie parcurse la sinteza proceselor industriale, sinteza subsistemelor de separare și schimbătoare de căldură |

8. Conținuturi

| 8.1 Curs | Metode de predare | Observații |
|--|---|------------|
| 8.1.1. Prezentarea cursului. Introducerea conceptului de ingineria bioproceselor. Principii de microbiologie, compoziția chimică a celulelor | Prelegerea Explicația Conversația | |
| 8.1.2. Cinetica de creștere a celulelor. Factori de influență. Modele de creștere | Prelegerea Explicația Conversația | |
| 8.1.3. Cinetica reacțiilor enzimatică. Cinetica Michaelis-Menten și modele derivate. | Prelegerea; Explicația Conversația | |
| 8.1.4. Bioreactoare. Tipuri (continuu, discontinuu, etc). Modele. | Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea | |
| 8.1.5. Reactoare cu enzime imobilizate. Reactor cu amestecare perfectă, reactor continuu, în strat fix, cu strat fluidizat, cu membrană. | Prelegerea Explicația Conversația | |
| 8.1.6. Medii de cultură. Conceptul de mediu optim. Principii de formulare optimă a mediilor de cultură | Prelegerea Explicația Conversația | |
| 8.1.7. Transferul de masă în bioprocese. Difuzia ca factor limitativ al transferului de masă. | Prelegerea; Explicația Conversația | |
| 8.1.8. Transferul de masă în bioprocese. Legea lui Fick. Cazuri particulare. Rezistențele difuzionale interne. | Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea | |
| 8.1.9. Transferul de căldură în bioprocese. bilanț energetic, coeficienți de transfer termic, reologia biomasei | Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea; Dezbaterea; | |
| 8.1.10. Ingineria sterilizării în procesele biotehnologice. sterilizarea aerului, mediului și a instalațiilor | Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea; | |
| 8.1.11. Ingineria aerării în bioprocese. transferul de masă al oxigenului, aria interfacială de contact, relații de calcul | Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea; | |
| 8.1.12. Ingineria agitării în bioprocese. agitare mecanică, pneumatică, hidraulică | Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea; | |
| 8.1.13. Proiectarea bioreactoarelor și scaling-up. noțiuni de proiectare. Criterii de similitudine. Transpunerea la scala | Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea; | |

| | | |
|---|---|--|
| | | |
| 8.1.14. Metode de separare și purificare a produșilor de biotransformare. metode de separare, produs valoros, operații de baza pentru purificare | Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea; | |
| Bibliografie | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Oniscu, C., Cașcaval D., <i>Inginerie Biochimică și Biotehnologie 1. Ingineria Proceselor Biotehnologice</i>. 2002, Iași 2. Cașcaval, D., Oniscu C., Galaction A.I., <i>Inginerie Biochimică și Biotehnologie. 2 Bioreactoare</i>. 2002, Iași 3. Buchholz K., Kasch V., Bornscheuer U. <i>Biocatalysis and Enzyme Technology</i>, Wiley VCH, 2004 4. Michael C. Flickinger, Stephen W. Drew, <i>Encyclopedia of Bioprocess Technology: Fermentation, Biocatalysis, And Bioseparation</i>, John Wiley & Sons, Inc., 1999 5. Irimie, F. D. <i>Elemente de Biochimie</i>, Erdely Hirado: Cluj Napoca 1998 | | |
| 8.2 Seminar / laborator | Metode de predare | Observații |
| 1. 8.2.1. Bioreactorul cu amestecare (suspensie celulară) | Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; | |
| 2. 8.2.2. Bioreactorul cu amestecare (enzima solubilă) | Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; | Deoarece timpul necesar pentru realizarea unei lucrări este de minim 6 ore, se vor efectua 4 lucrări de laborator (a câte 7 ore) la date stabilite anterior. |
| 3. 8.2.3. Bioreactorul cu deplasare (enzima imobilizată) | Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; | |
| 4. 8.2.4. Bioreactorul cu membrane lichide | Experimentul; Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; | |
| Bibliografie referat de laborator | | |

9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului

- Prin însușirea conceptelor teoretico-metodologice și abordarea aspectelor practice incluse în disciplina INGINERIA AVANSATA A BIOPROCESELOR ENZIMATICE SI FERMENTATIVE studenții dobândesc un bagaj de cunoștințe consistent, în concordanță cu competențele parțiale cerute pentru ocupațiile posibile prevăzute în Grila 1 – RNCIS.

10. Evaluare

| Tip activitate | 10.1 Criterii de evaluare | 10.2 metode de evaluare | 10.3 Pondere din nota finală |
|----------------|---|--|------------------------------|
| 10.4 Curs | Corectitudinea răspunsurilor – însușirea și înțelegerea corectă a problematicei tratate la curs Rezolvarea corectă a | Examen scris – accesul la examen este condiționat de susținerea colocviului de laborator și prezentarea referatelor de laborator corespunzătoare tuturor | 80% |

| | | | |
|---|--|---|-----|
| | problemelor | lucrărilor practice Intenția de fraudă la examen se pedepsește cu eliminarea din examen. Frauda la examen se pedepsește prin exmatriculare conform regulamentului ECST al UBB | |
| 10.5 Seminar/laborator | Corectitudinea răspunsurilor – însușirea și înțelegerea corectă a problematicii tratate la seminar/laborator | Referatele de laborator corespunzătoare tuturor lucrărilor practice – se predau în ultima săptămână de activitate didactică Colocviu laborator – test – se susține în ultima săptămână de activitate didactică | 20% |
| | Calitatea referatelor pregătite | | |
| | Activitatea desfășurată în laborator | | |
| 10.6 Standard minim de performanță | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Nota 5 (cinci) atât la colocviul de laborator cât și la examen conform baremului. • Cunoașterea noțiunilor introductive; întocmirea corectă a unui bilanț de materiale (identificare sistem, subsisteme, scrierea corectă a ecuațiilor de bilanț de masă); elaborarea unui flux de separare (distilare simplă); elaborarea unei diagrame cascadă pentru sinteza unui subsistem de schimbătoare de căldură. | | | |

Data completării

.....

Semnătura titularului de curs

.....

Semnătura titularului de seminar

.....

Data avizării în departament

.....

Semnătura directorului de departament

.....

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

| | |
|---------------------------------------|---|
| 1.1 Instituția de învățământ superior | Univeristatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca |
| 1.2 Facultatea | Chimie și Inginerie Chimică |
| 1.3 Departamentul | Chimie |
| 1.4 Domeniul de studii | Inginerie chimică |
| 1.5 Ciclul de studii | Master |
| 1.6 Programul de studiu / Calificarea | Procesarea si controlul alimentelor |

2. Date despre disciplină

| | | | | | | | |
|--|---|---------------|----|------------------------|---|-------------------------|----|
| 2.1 Denumirea disciplinei | Ingineria avansata a bioproceselor enzimactice si fermentative – CMR7221 | | | | | | |
| 2.2 Titularul activităților de curs | Prof. Dr. Ing.Florin Dan Irimie | | | | | | |
| 2.3 Titularul activităților de seminar | | | | | | | |
| 2.4 Anul de studiu | I | 2.5 Semestrul | II | 2.6. Tipul de evaluare | E | 2.7 Regimul disciplinei | Ob |

3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)

| | | | | | |
|--|----|--------------------|----|-----------------------|-----|
| 3.1 Număr de ore pe săptămână | 3 | Din care: 3.2 curs | 2 | 3.3 seminar/laborator | 1 |
| 3.4 Total ore din planul de învățământ | 42 | Din care: 3.5 curs | 28 | 3.6 seminar/laborator | 14 |
| Distribuția fondului de timp: | | | | | ore |
| Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe | | | | | 30 |
| Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren | | | | | 30 |
| Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri | | | | | 30 |
| Tutoriat | | | | | 10 |
| Examinări | | | | | 8 |
| Alte activități: | | | | | |
| 3.7 Total ore studiu individual | | 108 | | | |
| 3.8 Total ore pe semestru | | 150 | | | |
| 3.9 Numărul de credite | | 6 | | | |

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

| | |
|-------------------|---|
| 4.1 de curriculum | <ul style="list-style-type: none"> Nu este cazul |
| 4.2 de competențe | <ul style="list-style-type: none"> Nu este cazul |

5. Condiții (acolo unde este cazul)

| | |
|--|--|
| 5.1 De desfășurare a cursului | <ul style="list-style-type: none"> Studentii se vor prezenta la curs cu telefoanele mobile închise Nu va fi acceptată întârzierea cursului |
| 5.2 De desfășurare a seminarului/laboratorului | <ul style="list-style-type: none"> Studentii se vor prezenta la seminar/laborator cu telefoanele mobile închise Studentii se vor prezenta în laborator cu halat, manusi, cârpă de laborator. |

| | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Studenții nu pot lăsa nesupravegheată o instalație în funcțiune • Predarea referatului de laborator se va face cel târziu în săptămâna următoare desfășurării efective a lucrării • Pentru predarea cu întârziere se penalizează cu 0,5 puncte/zi • Este interzis accesul cu mâncare în laborator |
|--|--|

6. Competențele specifice acumulate

| | |
|--------------------------------|---|
| Competențe profesionale | <ul style="list-style-type: none"> • Descrierea conceptelor, teoriilor și metodelor avansate aplicate în cazul proceselor și instalațiilor specifice industriei alimentare. • Utilizarea cunoștințelor de specialitate din domeniul chimiei, ingineriei chimice și biochimiei pentru explicarea fenomenelor și proceselor specifice industriei alimentare. • Monitorizarea proceselor și instalațiilor specifice industriei alimentare. Identificarea punctelor critice și rezolvarea unor probleme teoretice și practice noi. • Selectarea unor metode și criterii adecvate pentru evaluarea proceselor și produselor din industria alimentară. • Aplicarea inovativă a conceptelor și teoriilor avansate pentru rezolvarea unor noi probleme tehnologice specifice domeniului. |
| Competențe transversale | <ul style="list-style-type: none"> • Executarea cu independență a sarcinilor profesionale complexe, cu respectarea normelor de etică profesională și de conduită morală, urmând un plan de lucru propriu și propunând soluții inovative problemelor specifice apărute • Planificarea, monitorizarea și asumarea sarcinilor profesionale ale unui grup/grupuri profesional(e) subordonate. Demonstrarea capacității de coordonare a activității, gândire analitică, adaptabilitate și flexibilitate, colaborare cu membrii echipei • Autoevaluarea performanțelor profesionale proprii și stabilirea nevoilor de formare continuă, informarea și documentarea permanentă în domeniul său de activitate și domenii conexe, în corelație cu nevoile pieței muncii |

7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor acumulate)

| | |
|---------------------------------------|---|
| 7.1 Obiectivul general al disciplinei | <ul style="list-style-type: none"> • Să familiarizeze studenții cu noțiunile de bază, conceptele, teoriile și modelele de bază din domeniul ingineriei chimice |
| 7.2 Obiectivele specifice | <ul style="list-style-type: none"> • Dobândirea cunoștințelor teoretice de bază pentru analiza și sinteza proceselor industriale • Dobândirea cunoștințelor referitoare la întocmirea bilanțurilor de masă și de energie • Dobândirea cunoștințelor referitoare la etapele ce trebuie parcurse la sinteza proceselor industriale, sinteza subsistemelor de separare și schimbătoare de căldură |

8. Conținuturi

| | | |
|----------|-------------------|------------|
| 8.1 Curs | Metode de predare | Observații |
|----------|-------------------|------------|

| | | |
|--|---|--|
| 8.1.1. Prezentarea cursului. Introducerea conceptului de ingineria bioproceselor. Principii de microbiologie, compoziția chimică a celulelor | Prelegerea Explicația Conversația | |
| 8.1.2. Cinetica de creștere a celulelor. Factori de influență. Modele de creștere | Prelegerea Explicația Conversația | |
| 8.1.3. Cinetica reacțiilor enzimatică. Cinetica Michaelis-Menten și modele derivate. | Prelegerea; Explicația Conversația | |
| 8.1.4. Bioreactoare. Tipuri (continuu, discontinuu, etc). Modele. | Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea | |
| 8.1.5. Reactoare cu enzime imobilizate. Reactor cu amestecare perfectă, reactor continuu, în strat fix, cu strat fluidizat, cu membrană. | Prelegerea Explicația Conversația | |
| 8.1.6. Medii de cultură. Conceptul de mediu optim. Principii de formulare optimă a mediilor de cultură | Prelegerea Explicația Conversația | |
| 8.1.7. Transferul de masă în bioprocese. Difuzia ca factor limitativ al transferului de masă. | Prelegerea; Explicația Conversația | |
| 8.1.8. Transferul de masă în bioprocese. Legea lui Fick. Cazuri particulare. Rezistențele difuzionale interne. | Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea | |
| 8.1.9. Transferul de căldură în bioprocese. bilanț energetic, coeficienți de transfer termic, reologia biomasei | Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea; Dezbaterea; | |
| 8.1.10. Ingineria sterilizării în procesele biotehnologice. sterilizarea aerului, mediului și a instalațiilor | Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea; | |
| 8.1.11. Ingineria aerării în bioprocese. transferul de masă al oxigenului, aria interfacială de contact, relații de calcul | Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea; | |
| 8.1.12. Ingineria agitării în bioprocese. agitare mecanică, pneumatică, hidraulică | Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea; | |
| 8.1.13. Proiectarea bioreactoarelor și scaling-up. noțiuni de proiectare. Criterii de similitudine. Transpunerea la scala | Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea; | |

| | | |
|--|---|--|
| 8.1.14. Metode de separare și purificare a produșilor de biotransformare. metode de separare, produs valoros, operatii de baza pentru purificare | Prelegerea; Explicația Conversația; Descrierea Problematizarea; | |
| Bibliografie | | |
| 6. Oniscu, C., Cașcaval D., <i>Inginerie Biochimică și Biotehnologie 1. Ingineria Proceselor Biotehnologice</i> . 2002, Iași | | |
| 7. Cașcaval, D., Oniscu C., Galaction A.I., <i>Inginerie Biochimică și Biotehnologie. 2 Bioreactoare</i> . 2002, Iași | | |
| 8. Buchholz K., Kasch V., Bornscheuer U. <i>Biocatalystis and Enzyme Technology</i> , Wiley VCH, 2004 | | |
| 9. Michael C. Flickinger, Stephen W. Drew, <i>Encyclopedia of Bioprocess Technology: Fermentation, Biocatalysis, And Bioseparation</i> , John Wiley & Sons, Inc., 1999 | | |
| 10. Irimie, F. D. <i>Elemente de Biochimie</i> , Erdely Hirado: Cluj Napoca 1998 | | |
| 8.2 Seminar / laborator | Metode de predare | Observații |
| 5. 8.2.1. Bioreactorul cu amestecare (suspensie celulara) | Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; | |
| 6. 8.2.2. Bioreactorul cu amestecare (enzima solubila) | Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; | Deoarece timpul necesar pentru realizarea unei lucrari este de minim 6 ore, se vor efectua 4 lucrari de laborator (a cate 7 ore) la date stabilite anterior. |
| 7. 8.2.3. Bioreactorul cu deplasare (enzima imobilizata) | Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; | |
| 8. 8.2.4. Bioreactorul cu membrane lichide | Experimentul; Explicația; Conversația; Descrierea; Problematizarea; | |
| Bibliografie referat de laborator | | |

9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului

- Prin însușirea conceptelor teoretico-metodologice și abordarea aspectelor practice incluse în disciplina INGINERIA AVANSATA A BIOPROCESELOR ENZIMATICE SI FERMENTTATIVE studentii dobandesc un bagaj de cunostinte consistent, in concordanta cu competentele partiale cerute pentru ocupatiile posibile prevazute in Grila 1 – RNCIS.

10. Evaluare

| Tip activitate | 10.1 Criterii de evaluare | 10.2 metode de evaluare | 10.3 Pondere din nota finală |
|----------------|---|--|------------------------------|
| 10.4 Curs | Corectitudinea răspunsurilor – însușirea și înțelegerea corectă a problematicei tratate la curs | Examen scris – accesul la examen este condiționat de susținerea colocviului de laborator și prezentarea referatelor de laborator corespunzătoare tuturor lucrărilor practice Intenția de fraudă la examen | 80% |
| | Rezolvarea corectă a problemelor | | |

| | | | |
|---|--|---|-----|
| | | se pedepsește cu eliminarea din examen. Frauda la examen se pedepsește prin exmatriculare conform regulamentului ECST al UBB | |
| 10.5 Seminar/laborator | Corectitudinea răspunsurilor – însușirea și înțelegerea corectă a problematicii tratate la seminar/laborator | Referatele de laborator corespunzătoare tuturor lucrărilor practice – se predau în ultima săptămână de activitate didactică Colocviu laborator – test – se susține în ultima săptămână de activitate didactică | 20% |
| | Calitatea referatelor pregătite | | |
| | Activitatea desfășurată în laborator | | |
| 10.6 Standard minim de performanță | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Nota 5 (cinci) atât la colocviul de laborator cât și la examen conform baremului. • Cunoașterea noțiunilor introductive; întocmirea corectă a unui bilanț de materiale (identificare sistem, subsisteme, scrierea corectă a ecuațiilor de bilanț de masă); elaborarea unui flux de separare (distilare simplă); elaborarea unei diagrame cascadă pentru sinteza unui subsistem de schimbătoare de căldură. | | | |

Data completării

.....

Semnătura titularului de curs

.....

Semnătura titularului de seminar

.....

Data avizării în departament

.....

Semnătura directorului de departament

.....