



Digitally signed by
Library TUM
Reason: I attest to the
accuracy and integrity
of this document

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI
FACULTATEA TEHNOLOGIA ALIMENTELOR

CHIMIA APLICATĂ PENTRU INGINERI

Manual

Chișinău
Editura „Tehnica-UTM”
2021

CZU 54:62(075.8)

C 42

Manualul *Chimia aplicată pentru ingineri* a fost aprobat și recomandat spre publicare prin hotărârea Senatului Universității Tehnice a Moldovei, proces-verbal nr. 11 din 22.06.2021.

Autori

Sturza Rodica, prof. univ., dr. hab.

Verejan Ana, conf. univ., dr.

Haritonov Svetlana, conf. univ., dr.

Munteanu Diana, lector universitar

Covaci Ecaterina, conf. univ., dr.

Scutaru Iurie, conf. univ., dr.

Druță Raisa, conf. univ., dr.

Subotin Iurie, conf. univ., dr.

Gurev Angela, conf. univ., dr.

Dragancea Veronica, conf. univ., dr.

Druță Vadim, conf. univ., dr.

Baerle Alexei, conf. univ., dr.

Redactor responsabil:

Subotin Iurie, conf. univ., dr.

Recenzent:

Nistor Ileana Denisa, dr. ing., Universitatea „Vasile Alecsandri”, Bacău, România

Bulimestru Ion, dr.conf. univ., Universitatea de Stat din Moldova, Republica Moldova

Redactor Eugenia Balan

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII DIN REPUBLICA MOLDOVA

Chimia aplicată pentru ingineri: Manual / Sturza Rodica, Verejan Ana, Haritonov Svetlana [et al.]; redactor responsabil: Subotin Iurie; Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Tehnologia Alimentelor. – Chișinău: Tehnica-UTM, 2021. – 356 p.: fig., fig. color, tab.

Aut. sunt indicați pe vs. f. de tit. – Referințe bibliogr. la sfârșitul cap. – 100 ex.

ISBN 978-9975-45-698-2

54:62(075.8)

C 42

Bun de tipar 10.06.21

Formatul hârtiei 60x84 1/8

Hârtie ofset. Tipar RISO

Comanda nr. 43

2004, UTM, Chișinău, bd. Ștefan cel Mare și Sfânt, 168

Editura „Tehnica-UTM”

2045, Chișinău, str. Studenților, 9/9

ISBN 978-9975-45-698-2

© UTM, 2021

PREFAȚĂ

Chimia este o știință fundamentală, care oferă cunoștințe aprofundate despre materie, energie și reacțiile dintre diferite substanțe, fiind asociată cu dezvoltarea unor industrii precum metalurgia, construcția de mașini, ingineria mecanică, transportul, producția de materiale de construcții, electronice, industria ușoară, industria alimentară, farmaceutică, biomedicină etc.

Activitatea de succes a inginerului este posibilă numai pe baza unei înțelegeri armonioase a lumii, a mediului, a unei căutări conștiente a soluțiilor problemelor apărute în activitatea cotidiană. Prin urmare, cunoașterea disciplinelor științifice și naturale fundamentale, inclusiv a chimiei, devine o bază necesară pentru asigurarea unei activități profesionale fructuoase a absolvenților universității și a capacității de a soluționa problemele curente și posibilele probleme globale.

Modificările accelerate care se produc în toate domeniile tehnicii și tehnologiilor moderne necesită cunoștințe și abilități de a pătrunde în esența lucrurilor și de a aplica cunoștințele obținute în chimie la exploatarea eficientă a materialelor, echipamentelor și tehnologiilor fără pierderi și cu impact minim asupra mediului. În acest context, legătura dintre chimia fundamentală și chimia aplicată constă în cunoașterea principiilor fundamentale și aplicarea lor în domeniile concrete ale ingineriei, stabilind o legătură reală cu disciplinele ingineresti.

Această lucrare își propune să consolideze unele concepte fundamentale ale chimiei cu exemple din domeniile de aplicare practică, și anume, chimia fizică, chimia anorganică, chimia organică, chimia analitică, chimia suprafeței, biochimia, geochimia, chimia combustibililor, chimia polimerilor, chimia cimentului, chimia materialelor și chimia asfaltului. Scrise în principal pentru a fi utilizate ca manual pentru un curs la nivel universitar, subiectele tratate oferă instrumentele fundamentale necesare pentru pregătirea unui inginer performant.

Cadrul teoretic propus se caracterizează prin accesibilitate, fiind conceput în manieră sintetică, pentru a surprinde și relațiile dintre conceptele prezentate cu scopul evidențierii înțelegerii. Ne exprimăm încrederea că lucrarea de față, prin modalitatea de organizare / structurare, va reprezenta un instrument curricular important în formarea profesională teoretică și practică a viitorilor ingineri.

Autorii

CUPRINS

	Denumirea capitolului	Autorul	
1.	CHIMIA ȘI INGINERIA MATERIALELOR MINERALE	Haritonov S. Munteanu D.	10
1.1.	Polimerii		10
1.1.1.	Noțiuni generale		10
1.1.2.	Polimerii anorganici. Caracteristici de bază		11
1.1.3.	Proprietățile polimerilor anorganici		12
1.1.4.	Tipuri de polimeri anorganici		13
1.1.5.	Principii de formare a polimerilor		19
1.1.6.	Întreținerea polimerilor		20
1.2.	Sticla		21
1.2.1.	Compoziția chimică a sticlelor și proprietățile acestora		22
1.2.2.	Clasificarea sticlei anorganice, proprietăți, aplicare		22
1.2.3.	Proprietățile generale ale sticlelor		24
1.2.4.	Sortimentul de sticle		26
1.2.5.	Prelucrarea sticlei		27
1.2.6.	Reciclarea sticlei		28
1.2.7.	Alte tipuri de sticlă		29
1.2.8.	Sitali, proprietăți, aplicație		29
1.2.9.	Aliaje microcristaline obținute din sticle		30
1.3.	Materiale ceramice		30
1.3.1.	Noțiuni generale		30
1.3.2.	Ceramica tehnică		31
1.3.3.	Structura ceramicii		31
1.3.4.	Elemente ale tehnologiei materialelor ceramice		32
1.3.5.	Aplicarea ceramicii structurale		33
2.	TERMODINAMICA PROCESELOR INDUSTRIALE	Covaci E.	37
2.1.	Generalități privind tehnologiile industriale alimentare		37
2.2.	Noțiuni fundamentale în chimia tehnologică		41
2.3.	Aspecte generale ale termodinamicii sistemelor		43
2.4.	Descrieri ale procesului termodinamic industrial		45
2.5.	Echilibrul termodinamic		47
2.6.	Aspecte aplicative ale celor trei principii termodinamice		49
2.7.	Glosar de termodinamică		56
3.	ECHILIBRUL CHIMIC. CINETICA CHIMICĂ ȘI CATALIZA	Scutaru Iu.	64
3.1.	Reacții chimice spontane. Echilibrul chimic. Deplasarea echilibrului chimic		65
3.2.	Viteza și constanta de viteză a reacției chimice		69
3.3.	Influența temperaturii asupra vitezei reacției chimice		71
3.4.	Clasificarea legilor de viteză a reacțiilor chimice		74
3.5.	Informații generale despre cataliză		78

3.6.	Cataliza fermentativă		80
3.7.	Cinetica proceselor de coacere a produselor de panificație		81
4.	CHIMIA SISTEMELOR MICROETEROGENE	Baerle A. Sturza R.	86
4.1.	Emulsiile		86
4.2.	Suspensiile		101
4.3.	Spumele		102
4.4.	Aerosolii		105
4.5.	Coloizii de asociație		106
4.6.	Sistemele capilare. Gelurile		108
5.	BAZELE ELECTROCHIMIEI. PILE GALVANICE	Verejan A.	116
5.1.	Studiul soluțiilor de electrolit. Disocierea electrolică		116
5.2.	Teoria reacțiilor de oxido-reducere		117
5.3.	Potențialul de electrod		120
5.3.1.	Potențialul normal de electrod		121
5.3.2.	Ecuția Nernst		123
5.4.	Sisteme electrochimice conduse și autoconduse		124
5.5.	Clasificarea pilelor electrochimice		125
5.5.1.	Pile electrice primare (elemente galvanice)		126
5.5.2.	Pile galvanice uscate		128
5.5.3.	Termodinamica elementelor galvanice		131
5.6.	Pile electrochimice secundare/acumuloarele		132
5.6.1.	Acumulatorul cu plumb		132
5.6.2.	Acumulatorul alcalin		135
5.7.	Pile cu combustibil (elemente galvanice cu combustibil)		136
5.7.1.	Alte tipuri de pile de combustie		139
5.7.2.	Pile de concentrație		140
5.8.	Electroliza soluțiilor și topiturilor. Legile lui Faraday		140
5.8.1.	Electroliza topiturilor electroliților		142
5.8.2.	Electroliza soluțiilor apoase de electroliți		143
5.8.3.	Caracteristica cantitativă a proceselor ce au loc la electroliză. Legile lui Faraday		144
5.8.4.	Aplicarea practică a electrolizei		145
6.	PROTECȚIA METALELOR ÎMPOTRIVA COROZIUNII	Sturza R.	148
6.1.	Structura cristalină a metalelor și aliajelor		148
6.1.1.	Metale pure		148
6.1.2.	Aliaje metalice		151
6.1.3.	Defecte ale rețelelor cristaline		152
6.2.	Proprietățile superficiale și de interfață a metalelor și aliajelor		153
6.2.1.	Energia superficială a metalelor		153
6.2.2.	Energia interstițială (intercristalină)		154
6.2.3.	Adsorbția la suprafața unui material		155
6.2.4.	Interfața metal–electrolit		156

6.2.5.	Interfețe oxid superficial–electrolit		160
6.3.	Aspecte electrochimice ale coroziunii metalelor		161
6.3.1.	Entalpia liberă de reacție a metalelor		161
6.3.2.	Tipuri de coroziune. Considerații termodinamice		162
6.3.3.	Cinetica coroziunii electrochimice		168
6.4.	Caracteristica tipurilor de coroziune apoasă		171
6.4.1.	Coroziunea generală		171
6.4.2.	Coroziunea localizată		176
6.4.3.	Cazuri particulare de coroziune prin stres		181
6.4.4.	Biocoroziunea metalelor		182
6.5.	Protecția metalelor împotriva coroziunii		183
6.5.1.	Protecția prin geometria pieselor		183
6.5.2.	Utilizarea inhibitorilor de coroziune		185
6.5.3.	Utilizarea acoperirilor		187
6.5.4.	Protecția electrochimică		188
7.	CHIMIA LIANȚILOR ȘI MATERIALELOR DE CONSTRUCȚIE	Haritonov S.	193
7.1.	Lianții, generalități, clasificare		193
7.2.	Lianții nehidraulici naturali. Argilele		194
7.2.1.	Proprietățile argilelor		195
7.2.2.	Stabilizarea argilelor		196
7.2.3.	Utilizarea argilelor		198
7.3.	Lianții nehidraulici artificiali		198
7.3.1.	Ipsosul		198
7.3.1.1.	Procesul de fabricație a ipsosului de construcții și de modelaj		201
7.3.1.2.	Caracteristicile ipsosului întărit		202
7.3.2.	Varul nehidraulic (varul gras)		202
7.3.2.1.	Stingerea varului		205
7.3.2.2.	Întărirea varului		206
7.3.2.3.	Domeniile de utilizare		207
7.3.3.	Varul hidraulic		207
7.4.	Cimenturile		209
7.4.1.	Lianții (cimenturi) pe bază de oxisăruri		209
7.4.2.	Lianții (cimenturi) silicatici		210
7.4.2.1.	Mecanismul formării lianților hidraulici silicatici		211
7.4.2.2.	Compoziția chimică a lianților silicatici		211
7.4.2.3.	Compoziția mineralogică a cimenturilor		212
7.4.2.4.	Reacția cu apă a lianților silicatici		214
7.4.2.5.	Proprietățile cimentului silicatic		215
7.4.2.6.	Comportarea cimentului silicatic la tratamentul termic		215
7.4.2.7.	Comportarea cimentului silicatic la acțiuni chimice agresive		215
7.4.2.8.	Măsuri de mărire a rezistenței la corozie		217

7.5.	Cimentul Portland. Lianți hidraulici unitari clincherizați		218
7.6.	Cimentul aluminos		219
7.7.	Cimentul Roman		220
7.8.	Cimenturi cu adaosuri hidraulice		221
8.	CHIMIA ȘI INGINERIA MEDIULUI AMBIANT	Druță R.	222
8.1.	Probleme de protecție a mediului ambiant. Poluarea mediului ambiant	Subotin Iu.	222
8.2.	Contaminarea și poluarea chimică. Componenta calitativă și cantitativă a mediului. Clasificarea surselor de poluare și a poluanților		223
8.2.1.	Căile de pătrundere a poluanților chimici în mediul ambiant		223
8.2.2.	Clasificarea poluanților		225
8.3.	Proprietățile de bază ale poluanților organici și anorganici		225
8.3.1.	Poluanții anorganici		225
8.3.2.	Poluanții organici		226
8.4.	Poluarea apei		227
8.4.1.	Principalele materii poluante		228
8.4.2.	Principalele surse de poluare		229
8.5.	Chimia atmosferei. Clasificarea poluării aerului		230
8.5.1.	Poluanții aerului		230
8.5.2.	Poluanții anorganici și organici din atmosferă		231
8.5.3.	Surse naturale de poluare a aerului		235
8.5.4.	Surse antropogene de poluare a aerului		235
8.5.5.	Poluanții primari și secundari ai atmosferei		236
8.5.6.	Modul de dispersie a poluanților		237
8.5.7.	Procese chimice în atmosferă		238
8.6.	Poluarea solului		240
8.6.1.	Metalele grele în solul urban		241
8.6.2.	Poluanții organici în sol		242
8.6.3.	Substanțele humice		243
9.	CHIMIA APEI ȘI PROTECȚIA RESURSELOR ACVATICE	Subotin Iu.	245
9.1.	Resursele de apă la nivel global	Druță R.	245
9.2.	Apa în natură		246
9.3.	Structura chimică a apei		248
9.3.1.	Formarea și structura moleculei de apă		248
9.3.2.	Structura apei în diverse stări de agregare		250
9.4.	Apa pură		251
9.4.1.	Proprietățile fizice ale apei		252
9.4.2.	Proprietățile chimice ale apei		256
9.4.3.	Apa ca solvent		257
9.5.	Compoziția fizico-chimică a apelor naturale		258
9.6.	Caracteristici de calitate a apei		260

9.6.1.	Indicatorii de calitate ai apei		260
9.7.	Capacitatea de tamponare a apelor naturale. Echilibrul dioxidului de carbon și a carbonaților în apele naturale		268
9.8.	Echilibrul $\text{CO}_2 - \text{HCO}_3^- - \text{CO}_3^{2-}$ în apele naturale		269
10.	FIBRE TEXTILE SINTETICE	Gurev A.	272
10.1.	Compușii macromoleculari. Noțiuni generale	Dragancea V.	272
10.1.1.	Proprietățile compușilor macromoleculari		272
10.1.2.	Clasificarea compușilor macromoleculari		273
10.1.3	Metode de obținere		275
10.1.4.	Influența forțelor intermoleculare asupra proprietăților polimerilor		277
10.1.5.	Soluțiile compușilor macromoleculari. Solubilitatea		280
10.1.6.	Transformările chimice ale polimerilor		280
10.2.	Fibrele textile		285
10.2.1.	Clasificarea fibrelor textile		286
10.2.2.	Fibrele textile sintetice		288
10.2.3.	Caracteristicile principalelor tipuri de fibre textile sintetice		291
10.2.3.1.	Fibrele poliamidice		291
10.2.3.2.	Fibrele poliesterice		293
10.2.3.3.	Fibrele poliacrilonitrice sau acrilice		295
10.2.3.4.	Fibrele olefinice polietilenice și polipropilenice		296
10.2.3.5.	Fibrele polivinilice, policlorvinilice		297
10.2.3.6	Fibrele poliuretanic		298
10.2.3.7.	Fibrele poliimidice, polibenzimidazolice și polioxadiazolice		299
10.2.3.8.	Poliazometine sau baze Schiff		300
10.2.3.9.	Fibrele de carbon și grafit		301
10.2.3.10.	Fibrele sintetice de generație nouă		301
10.3.	Coloranții pentru fibrele textile		303
10.3.1.	Noțiuni generale		303
10.3.2.	Clasificarea coloranților		303
10.3.3.	Impactul producerii de fibre textile asupra mediului înconjurător, fibrele sintetice și sănătatea		306
11.	SENZORI CHIMICI, BIOCHIMICI ȘI CONTROLUL PROCESELOR TEHNOLOGICE	Dragancea V.	309
11.1.	Senzorii chimici și biochimici	Gurev A.	309
11.1.1.	Definiția senzorilor chimici și biologici		309
11.1.2.	Principiul de bază al senzorilor chimici		310
11.1.3.	Clasificarea senzorilor și a traductoarelor		311
11.1.4.	Caracteristicile senzorului		313
11.2.	Biosenzori enzimatici		314
11.2.1.	Principiul de funcționare		315
11.2.2.	Elementul biologic sensibil		316
11.2.3.	Tipuri de traductoare		319

11.2.4.	Trei generații de biosenzori		321
11.2.5.	Calibrarea și performanța biosenzorilor enzimatici		324
11.3.	Exemple de biosenzori enzimatici		325
11.4.	Domenii de utilizare a biosenzorilor enzimatici		332
11.4.1.	Aplicații în controlul proceselor industriale		333
11.4.2.	Aplicații în procesele de fermentare		334
11.4.3.	Aplicații în domeniul medical		334
11.4.4.	Monitorizarea mediului înconjurător		334
11.4.5.	Aplicații în domeniul biodefensei		335
12.	CHIMIA ÎN NANOTEHNOLOGII ȘI MICROELECTRONICĂ	Druță V.	338
12.1.	Nanochimia și nanoștiința		338
12.2.	Efectul dimensional în nanochimie		339
12.3.	Clasificarea nanoobiectelor		341
12.4.	Nanomateriale de carbon		344
12.5.	Nanodiamantele		345
12.6.	Fulerenele și derivații lor		346
12.7.	Grafenul – un material al viitorului		349
12.8.	Nanotuburi de carbon		351
12.9.	Chimia circuitelor semiconductoare integrate		354

Surse bibliografice

1. Guozhong C. Nanostructures and Nanomaterials. Synthesis, Properties and Applications. Imperial College Press, London, 2005. - 448 p.
2. Carambo C.R. The Chemistry of Semiconductor Integrated Circuit. <https://www.sas.upenn.edu/~carambo/Chemistry%20of%20the%20Microprocessor.pdf>
3. Stamatina I. Nanomateriale aplicate în biosenzori, surse de energie, medicină, biologie. Elemente de nanotehnologie. Universitatea București, 2008. - 188 p.
4. Еремин В.В. Нанохимия и нанотехнология. Москва: Педагогический университет «Первое сентября», 2009. - 178 с.
5. Ахметов М.А. Введение в нанотехнологии. Химия. Учебное пособие для учащихся 10-11 классов средних общеобразовательных учреждений. СПб: Образовательный центр «Участие», 2012. - 108 с.