

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE

Fakulta biotechnológie
a potravinárstva

Katedra chémie

Ing. Radovan Stanovič, PhD. – RNDr. Daniel Bajčan, PhD.
Ing. Július Árvay, PhD.

BIOFYZIKÁLNA CHÉMIA

Nitra 2016

Vydala Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
vo Vydavateľstve SPU

Autori: Ing. Radovan Stanovič, PhD. (6,38 AH)
Katedra chémie,
FBP, SPU v Nitre

RNDr. Daniel Bajčan, PhD. (2 AH)
Katedra chémie,
FBP, SPU v Nitre

Ing. Július Árvay, PhD. (1,17 AH)
Katedra chémie,
FBP, SPU v Nitre

Recenzenti: Ing. Lenka Kucková, PhD.
RNDr. Juraj Miššík, PhD.

Schválil rektor Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 19. 10. 2016
ako skriptá pre študentov SPU.

© R. Stanovič, D. Bajčan, J. Árvay, Nitra 2016

ISBN 978-80-552-1563-1

OBSAH

Predhovor	5
1. ZÁKLADY CHEMICKEJ TERMODYNAMIKY	7
1.1 TERMODYNAMICKÁ SÚSTAVA A JEJ VLASTNOSTI	7
1.2 NULTÝ ZÁKON TERMODYNAMIKY	13
1.3 VNÚTORNÁ ENERGIA SÚSTAVY	14
1.4 PRVÝ ZÁKON TERMODYNAMIKY	15
1.5 ENTALPIA	17
1.5.1 Izobarický dej	18
1.5.2 Izochorický dej	18
1.6 TEPELNÁ KAPACITA SÚSTAVY	19
1.7 DRUHÝ ZÁKON TERMODYNAMIKY	20
1.8 ENTROPIA	22
1.9 GIBBSOVA ENERGIA, HELMHOLTZOVA ENERGIA	24
1.10 TRETÍ ZÁKON TERMODYNAMIKY	27
1.11 TERMODYNAMIKA BIOLOGICKÝCH SÚSTAV	28
1.12 TERMOCHÉMIA	31
1.12.1 Termochemické rovnice	31
1.12.2 Termochemické zákony	32
1.12.3 Druhy reakčných entalpií	34
1.12.4 Kalorimetria	38
2. CHEMICKÁ KINETIKA	41
2.1 RÝCHLOSŤ CHEMICKÝCH REAKCIÍ	42
2.1.1 Vplyv koncentrácie reaktantov na rýchlosť reakcie	44
2.1.2 Poriadok chemických reakcií	45
2.1.3 Molekulovosť chemických reakcií	50
2.1.4 Vplyv teploty na reakčnú rýchlosť	51
2.2 SIMULTÁNNÉ REAKCIE	52
2.2.1 Následné reakcie	53
2.2.2 Reťazové reakcie	53
2.2.3 Fotochemické reakcie	55
2.2.4 Fotosyntéza	59
2.3 KATALÝZA	61
2.3.1 Homogénna katalýza	62
2.3.2 Heterogénna katalýza	63
2.3.3 Enzýmová katalýza	64
2.3.4 Inhibícia	66
2.3.5 Autokatalýza	67
3. CHEMICKÁ ROVNOVÁHA	68
4. DISPERZNÉ SÚSTAVY	73
4.1 KLASIFIKÁCIA DISPERZNÝCH SÚSTAV	73
4.2 ROZTOKY	75
4.2.1 Rozpúšťanie látok	76
4.2.2 Rozpustnosť látok	78
4.2.3 Roztoky plynov v kvapalinách	80

4.3 KOLIGATÍVNE VLASTNOSTI ROZTOKOV	83
4.3.1 Zníženie tlaku nasýtených pár rozpúšťadla nad roztokom	84
4.3.2 Zníženie teploty tuhnutia a zvýšenie teploty varu roztokov	85
4.3.3 Osmóza a osmotický tlak	89
4.3.4 Biologický význam osmózy a osmotického tlaku roztokov	92
5. TRANSPORTNÉ JAVY V KVAPALINÁCH	96
5.1 VSKOZITA	96
5.2 DIFÚZIA	102
5.3 SEDIMENTÁCIA	104
6. POVRCHOVÉ JAVY	105
6.1 POVRCHOVÉ NAPÄTIE KVAPALÍN	105
6.2 ADSORPCIA	109
6.2.1 Fyzikálna adsorpcia	109
6.2.2 Chemická adsorpcia	112
6.2.3 Adsorpčné izotermy	113
7. MEMBRANOLÓGIA	116
7.1 BUNKOVÁ MEMBRÁNA	116
7.2 UMELE MEMBRÁNY	118
7.3 MECHANIZMUS TRANSPORTU LÁTKO CEZ BIOMEMBRÁNU	119
7.3.1 Pasívny transport látok cez biomembránu	119
7.3.2 Aktívny transport látok cez biomembránu	121
7.4 DONNANOVÁ ROVNOVÁHA	125
7.5 MEMBRÁNOVÝ POTENCIÁL	128
8. KOLOIDNÉ SÚSTAVY	130
8.1 CHARAKTERISTIKA A DRUHY KOLOIDNÝCH SÚSTAV	130
8.1.1 Stupeň disperzity a merný povrch	134
8.2 FÁZOVÉ A MOLEKULOVÉ KOLOIDY	135
8.2.1 Štruktúra micely fázových koloidov	138
8.2.2 Štruktúra micely molekulových koloidov	139
8.3 ELEKTROCHEMICKÉ VLASTNOSTI KOLOIDNÝCH SÚSTAV	140
8.4 STABILITA KOLOIDNÝCH ROZTOKOV	142
8.4.1 Koagulácia, disolúcia a peptizácia fázových koloidov	142
8.4.2 Flokulácia molekulových koloidov	144
8.5 OCHRANNÉ KOLOIDY	145
8.6 GÉLY	148
8.7 OPTICKÉ VLASTNOSTI KOLOIDNÝCH SÚSTAV	150
8.8 OSMOTICKÉ VLASTNOSTI KOLOIDNÝCH SÚSTAV	151
8.9 ELEKTROKINETICKÉ JAVY KOLOIDNÝCH SÚSTAV	152
8.10 SEPARAČNÉ METÓDY ČISTENIA KOLOIDNÝCH SÚSTAV	154
8.11 BIOLOGICKÝ VÝZNAM KOLOIDOV	156
8.11.1 Potraviny ako koloidné sústavy	158
8.11.2 Nápoje ako koloidné sústavy	159
9. POUŽITÁ LITERATÚRA	161

PREDHOVOR

Biofyzikálna chémia je subdisciplínou fyzikálnej chémie, ktorá sa zaoberá fyzikálno-chemickými zákonitosťami dejov prebiehajúcich v živých sústavách. Aplikuje fyzikálno-chemické poznatky na biochemické a biologické sústavy. Tieto sústavy a deje v nich prebiehajúce skúma z hľadiska energetického a kinetického. Pri štúdiu vplyvu rôznych faktorov na živé sústavy biofyzikálna chémia používa rôzne fyzikálno-chemické metódy a získané poznatky interpretuje vo fyzikálnych pojmoch.

Táto učebnica je určená študentom SPU v Nitre, najmä pre študijné odbory a programy Aplikovaná biológia a Bezpečnosť a kontrola potravín a ďalšie. Je koncipovaná tak, aby obsahla základné najdôležitejšie poznatky z fyzikálnej a koloidnej chémie aplikované na biologické sústavy. Špecifické požiadavky uvedených študijných odborov si vyžiadali zostaviť obsah učebnice vo forme vybraných kapitol biofyzikálnej chémie. Tomu sme podriadili výber a obsah jednotlivých kapitol, ktoré sú spracované tak, že po všeobecnej teoretickej časti nasleduje význam a praktická aplikácia daných poznatkov v biologických sústavách. Tematicky je obsah učebnice rozčlenený do ôsmych kapitol: Základy chemickej termodynamiky, Chemická kinetika, Chemická rovnováha, Disperzné sústavy, Transportné javy v kvapalinách, Povrchové javy, Membranológia. Ôsmou kapitolou sú koloidné sústavy, ktoré pre ich osobitný význam v biologických sústavách je najrozsiahlejšia. Niektoré kapitoly, ktoré majú študenti zahrnuté vo všeobecnej chémii, resp. analytickej chémii, napr. elektrochémiu, boli vynechané.

Vzhľadom na malý rozsah učebných textov a vzhľadom na požiadavky zrozumiteľnosti textu i pre študentov len so základnými vedomosťami z chémie, fyziky a matematiky, sme pri vysvetľovaní upustili od matematicky náročných odvodení vzťahov a dôraz sme položili hlavne na diskusiu dôsledkov, ktoré z nich vyplývajú.

Autori učebnice ďakujú obom recenzentom za cenné pripomienky a námety k rukopisu. Používateľom tejto učebnice budeme vďační za obsahové i formálne pripomienky, ktoré skvalitnia túto učebnú pomôcku a úroveň výučby biofyzikálnej chémie na SPU v Nitre.

A u t o r i