

Г.О. Сіренко, Д.М. Фреїк, Л.М. Солтис, О.В. Кузишин

Навчальна програма поглибленого вивчення спеціального курсу «Фізика і хемія поверхні твердих тіл»

*Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76025, Україна*

Сіренко Г.О., Фреїк Д.М., Солтис Л.М., Кузишин О.В. Навчальна програма поглибленого вивчення спеціального курсу «Фізика і хемія поверхні твердих тіл». – Методична розробка. – Івано-Франківськ: Прикарп. нац. ун-т ім. В.Стефаника, 2010. – 18 с.

Репрезентовано навчальну програму поглибленого вивчення спеціального курсу «Фізика і хемія поверхні твердих тіл». Програма містить розділи: основи квантової хемії та термодинаміки; фізика твердого тіла; структура поверхні твердих тіл; фізико-хемічні процеси на поверхні твердих тіл; одержання твердих тіл з заданими поверхневими властивостями та діагностика поверхневих станів, високодисперсні тверді тіла; тертя та машеня, адгезія, перехідні (проміжні) шари на поверхні твердого тіла і рідини та граничне тертя; хемічні реакції за участю поверхні дисперсних твердих тіл; методи дослідження поверхні твердих тіл. Затверджено на засіданні кафедри теоретичної і прикладної хемії 19 квітня 2010 року (протокол № 9).

Навчальна програма призначена для підготовки студентів за спеціальністю «Хемія» в університетах класичного типу. Літ. джерел 280.

Ключові слова: фізико-хемічні процеси, адсорбція, дисперсні тверді тіла, поверхня твердого тіла.

Програма постуила до редакції 19.04.2010; прийнята до друку 28.05.2010.

Вступ

Предмет та проблеми фізики та хемії процесів на поверхні твердих тіл. Роль поверхневих явищ в науці та техніці. Історія розвитку уявлень про поверхню твердих тіл.

I. Основи квантової хемії та термодинаміки

1. Основи квантової механіки. Хвильова механіка. Хвильові властивості мікрочастинок. Принципи квантової механіки. Рівняння Шредінгера. Співвідношення невизначености. Спін електрона. Принцип Паулі. Рівняння Дірака. Тунельний ефект. Частинка у прямокутній потенціальній ямі. Квантовий осцилятор. Електрони в атомах. Випромінювання атомів.

2. Атом водню. Квантові числа. Енергетичні рівні, основний та збуджений стани. Атомні орбіталі. Принцип виключення при заповненні орбіталей. Електронні конфігурації. Будова багатоелектронних атомів. Періодична система пернів. Валентність.

3. Будова молекул. Ковалентний зв'язок. Теорія Гайтлера-Лондона. Молекулярні орбіталі двоатомних молекул з однаковими ядрами. Квантовомеханічний опис багатоатомних молекул

за методом молекулярних орбіталей. Полярний зв'язок. Дипольні моменти молекул. Йонний зв'язок. Водневий зв'язок. Сили ван дер Валса.

4. Взаємодія атомів і молекул. Взаємодія двох ізольованих частинок. Взаємодія двох систем частинок (конденсованих фаз). Електромагнітна теорія молекулярних сил. Вимірювання молекулярних сил.

5. Випромінювання та поглинання світла атомами та молекулами. Правило частот Бора. Спектри поглинання двоатомних молекул. Електронні, коливальні та обертальні складові рівнів енергії. Ангармонічність коливань, потенціальні криві двоатомних молекул. Спектри поглинання багатоатомних молекул. Комбінаційне розсіяння світла. Вимушене випромінювання, лазери.

6. Методи квантової механіки в теорії поверхні. Моделі слабозв'язаного електрона та сильного зв'язку в теорії поверхні. Модель желе. Одномірна зонна теорія. Поверхневі стани. Поверхнева зона Бриллюена. Положення рівня Фермі в об'ємі та на поверхні твердих тіл.

7. Квантовомеханічні методи розрахунку.

8. Основи статистичної фізики. Макростани та мікростани. Мікроканонічний та канонічний розподіли Гіббса. Ідеальний, неідеальний та

реальний газу малої густини. Двовірний ідеальний газ. Розподіл Максвелла, Больцмана, Саха. Нульове, перше, друге та третє начала термодинаміки.

9. Основи квантової статистики. Квантовий ансамбль мікрочастинок. Ферміони та бозони. Фазовий простір. Щільність кількості станів. Розподіл частинок за квантовими станами. Види статистик. Розподіли Фермі-Дірака та Бозе-Айнштейна. Ідеальні квантові гази. Електрони в металах. Бозе-конденсація. Застосування статистики Фермі-Дірака до електронного газу в металах. Прикладення статистики Бозе-Айнштейна до фотонного газу.

10. Великий канонічний розподіл. Термодинамічні потенціали Гіббса та Гельмгольца. Хемічний потенціал. Термодинамічний принцип рівноваги. Рівняння Гіббса-Дюгема. Правило фаз Гіббса. Термодинаміка хемічних реакцій. Тепловий ефект хемічної реакції за сталого тиску та сталої температури, сталого об'єму та сталої температури.

11. Основи фізико-хемічної кінетики. Рівняння Фоккера-Планка і Больцмана.

12. Фізичні основи процесів розсіяння та поглинання електромагнітного випромінювання в дисперсних системах. Пряме та обернене завдання розсіяння. Електромагнітна теорія. Вектори поля та рівняння Максвелла. Вектор Умова-Пойнтінга. Поляризація.

13. Відбивання та заломлення електромагнітної хвилі на плоскій межі розділу. Відбивання та пропускання світла шаром.

14. Поглинання та розсіяння світла кулею. Теорія Мі. Матриця розсіяння.

15. Поглинання та розсіяння світла частинками (кулею та еліпсоїдом), малими в порівнянні з довжиною хвилі. Електростатичне наближення. Матриця розсіяння.

16. Теорія Релея-Ганса. Метод геометричної оптики. Перерізи поглинання та розсіяння.

II. Фізика твердого тіла

1. Кристали. Ідеальний і реальний кристали. Елементи симетрії кристалів. Сингонії: кубічна, гексагональна та ін. Індокси Міллера. Типи кристалічних ґраток: ґратка хлористого натрію, ґратка алмазу, кубічні гранецентровані та щільноупаковані гексагональні ґратки. Металічний стан.

2. Електрони в металах. Модель вільних електронів – теорія Зоммерфельда. Основні поняття зонної теорії твердих тіл. Металічна провідність. Ізолятори. Напівпровідники.

Електронна та дірочна провідність. Кінетичні явища в напівпровідниках. Елементарні збудження в твердих тілах: магнони, полярони, екситони, плазмони та інші. Квантовий ефект Холла.

3. Структура та теплові властивості твердих тіл. Зв'язок атомів у твердих тілах. Кристалічні та аморфні тверді тіла. Рідкі кристали. Коливання кристалічної ґратки. Фонони. Теплоємність твердих тіл. Дефекти кристалічної ґратки. Дифузія дефектів у кристалах.

4. Енергія електронів у кристалах. Енергетичні зони. Локальні енергетичні рівні електронів. Концентрація електронів у зоні провідності власного напівпровідника. Домішкові напівпровідники. Заповнення локальних рівнів.

5. Електричні та магнітні властивості твердих тіл. Рух електронів у кристалах під дією електричного поля. Електропровідність кристалів у слабкому електричному полі. Електропровідність кристалів у сильному електричному полі. Надпровідність. Електричні властивості діелектриків. Магнітні властивості твердих тіл.

6. Явище надпровідності. Надпровідники в магнітному полі. Ефект Мейснера. Ізотропичний ефект. Основи теорії надпровідності. Надпровідники I та II роду. Високотемпературна надпровідність. Високотемпературні металооксидні надпровідники. Основні класи високотемпературних надпровідників (ВТНП) сполук та методи їх одержання. Керамічні зразки, монокристали та тонкі плівки. Застосування ВТНП-матеріалів.

7. Контактні явища. Контакт металу та напівпровідника. p-n-перехід. Тунельні та лавинні діоди. Транзистори. Поверхневі явища.

8. Оптичні властивості твердих тіл. Поглинання світла в кристалах. Фотопровідність, фотоефект у p-n-переходах і МДП-структурах. Люмінесценція твердих тіл. Фотолюмінесценція. Катодо- та електролюмінесценція кристалів. Примусове випромінювання. Лазери. Нелінійна оптика. Системи передачі та відображення інформації.

III. Структура поверхні твердих тіл

1. Поверхні твердих тіл.

1.1. Поверхнева енергія. Термодинаміка кристалів. Теоретичні оцінки поверхневої енергії та вільної поверхневої енергії. Фактори, які впливають на поверхневу енергію і поверхневий натяг реальних кристалів. Експериментальна оцінка поверхневої енергії та вільної поверхневої енергії. Методи визначення структури та складу поверхні.

1.2. Далекодіючі сили. Сили, які діють між атомами та молекулами. Якісні дані, які вказують

на існування далекодіючих сил. Далекодіючі сили. Експериментальне підтвердження існування далекодіючих сил.

1.3. Структурні елементи поверхні кристалів: молекулярно-рівні та молекулярно-шорсткі грані, ступені росту, вершини та ребра кристалів. Структура приповерхневої зони кристалу, міжатомні відстані та особливості орієнтації молекул поблизу поверхні. Поверхнева гратка. Дефекти.

1.4. Кристалографія металів. Основні точкові гратки. Кристалічна структура металів. Індекс Міллера. Кристалографічні проєкції. Орієнтація монокристалів. Зворотня гратка. Поверхня монокристалів металу. Моделі поверхні. Щільність упаковки та координація атомів на поверхні. Стійкість кристалічних поверхонь. Дефекти кристалів. Дифузія у твердих тілах і на їх поверхні.

1.5. Дефекти будови реальних твердих тіл. Мікротріщини. Субмікроскопічні тріщини. Мозаїчна будова кристалів. Тріщини Цвіккі. Пустоти Смекала. Шарові структури. Інородні включення.

1.6. Фазові поверхні реального металу. «Зовнішня» і «внутрішня» поверхні. Технічна чистота та якість поверхні. Кристалічна структура. Зв'язок між мікрокристалічною і мікрогеометричною будовою. Мікростереометрія поверхонь. Фізичний стан поверхневих шарів. Фізична чистота поверхні. «Ювенільна поверхня». Силоне поле поверхні твердої фази. Основні види адсорбційних шарів. Внутрішні поверхні металу.

1.7. Динаміка теплового руху приповерхневих атомів. Рівновагова розупорядкованість приповерхневої зони. Перехід молекулярно-рівних поверхонь до шорстких. Критерій Джексона.

2. Капілярність. Поверхневий натяг. Поверхневий натяг і поверхнева вільна енергія. Рівняння Юнга-Лапласа. Деякі досліди з мильними плівками. Капілярне підняття. Метод максимального тиску в бульбашках. Метод зважування крапель. Метод відриву кільця. Метод платівки Вільгельмі. Методи, що основані на визначенні форми нерухомих крапель або бульбашок. Динамічні методи вимірювання поверхневого натягу. Деякі інші прояви капілярності. Величини поверхневих натягів, які виміряні різними методами.

3. Електричні властивості поверхонь. Подвійний електричний шар та електроповерхневі явища.

3.1. Гідрофобні колоїдні системи. Електричні явища в колоїдних системах. Основні означення. Електрокапілярні явища. Механізми виникнення електричного заряду колоїдних частинок. Утворення і будова подвійного електричного шару (ПЕШ).

3.2. Будова ПЕШ: теорія Гельмгольца-Перрена, класична теорія Гуї-Чемпена, модифікована теорія Гуї, теорія Штерна. Уявлення Грама. Висліди з теорії ПЕШ. Вільна енергія дифузного подвійного шару. Відштовхування між двома плоскими подвійними шарами. Природа різних частин «подвійного» шару. Розвиток теорії подвійного шару.

3.3. Дзета-потенціал. Вплив різних факторів на електричний потенціал.

3.4. Міцелярна теорія будови колоїдних частинок. Схеми будови колоїдних міцел ліофобних золів: агрегат, ядро, потенціалтвірний шар, адсорбційний шар, протийони адсорбційного та дифузного шарів. Колоїдна частинка та міцела. Приклади схем будови міцел за результатами реакцій: обміну, гідролізу тощо: $[AgI]$, $[PbI_2]$, $[BaSO_4]$, $[Fe(OH)_3]$, $[Al(OH)_3]$, $\{Fe_4[Fe(CN)_6]_3\}$, $[Au]$, $[As_2S_3]$, $[SiO_2]$, $[S]$, $[Si_3N_4]$, $[AlN]$, $[TiN]$.

3.5. Електротермодинамічний та електрокінетичний потенціали і методи їх вимірювань. Ізоелектричний стан та ізоелектрична точка колоїдних систем. В'язкість гідрофобних золів. Стійкість гідрофобних золів. Вплив температури і розведення на ζ -потенціал. Вплив електролітів на електрокінетичний потенціал. Явище перезарядки поверхні колоїдних частинок. Електрокінетичні явища в колоїдних системах. Електрофорез. Електроосмос. Потенціали плину і седиментації. Електрофоретичний і електроосмотичний методи визначення ζ -потенціалу. Практичне використання електрофоретичних явищ.

4. Поверхня рідини та аморфних тіл. Функції радіального розподілу атомів поблизу поверхні.

IV. Фізико-хімічні процеси на поверхні твердих тіл

1. Поверхневі дифузія та електропровідність. Модель двомірної дифузії зі стоком дифузванту біля ступенів росту.

2. Електронні явища на поверхні. Робота виходу електрона з металу. Фотоэффект. Рівняння Айнштайна. Червона границя фотоэффекту (класична та квантова). Термоелектронна емісія, формула Річардсона-Дешмена. Контактна різниця потенціалів, її зв'язок з роботою виходу. Ефект Шотткі. Вплив адсорбованих шарів на роботу виходу.

3. Взаємодія електронного пучка з поверхнею твердого тіла. Пружне розсіювання. Вторинна електронна емісія. Емісія Оже-електронів. Фотоемісія. Катодолюмінесценція, електронно-йонна емісія. Електронна мікроскопія. Фотоелектронна спектроскопія.

4. Взаємодія молекулярних та йонних пучків з поверхнею твердих тіл. Розсіяння

пучка. Термічна акомодация та прилипання молекул до поверхні. Відбивання йонів без зміни заряду. Конверсія. Йонізація швидких нейтральних атомів та молекул. Теплова емісія йонів монокристаллами та полікристалічними емітерами. Польова десорбція йонів. Поверхневі фотохімічні перетворення. Фотоадсорбція та фотодесорбція.

5. Адгезія.

5.1. Основні означення. Адгезія частинок. Оцінка величини адгезії. Число адгезії. Сила адгезії. Адгезія і тертя.

5.2. Адгезія, молекулярна взаємодія, шорсткість поверхні. Молекулярна взаємодія при невеликих щілинах між контактуючими тілами. Молекулярна взаємодія при відносно великих щілинах між контактуючими тілами. Константи молекулярної взаємодії конденсованих тіл. Площа контакту частинок з поверхнею. Особливості молекулярної взаємодії в рідкому середовищі. Зміна адгезії під дією молекулярних сил.

5.3. Методи визначення сил адгезії. Визначення сил адгезії шляхом відриву великої кількості частинок. Визначення сил адгезії шляхом відриву окремих частинок. Методи, які моделюють адгезію мікрочастинок. Методи приготування і нанесення частинок на поверхню.

5.4. Адгезія у газовому середовищі. Причини адгезії. Електричні сили, які залежать від властивостей контактуючих тіл. Електричні сили, які виникають під дією заряду частинок. Капілярні сили. Вплив зовнішнього середовища на сили адгезії. Співвідношення і вклад різних складових сил адгезії. Залежність сил адгезії від розмірів частинок.

5.5. Адгезія частинок різної форми на шорстких поверхнях. Вплив шорсткості поверхні на адгезію частинок. Адгезія частинок різних розмірів на шорсткій поверхні. Адгезія циліндричних частинок на шорсткій поверхні. Адгезія частинок неправильної форми.

5.6. Адгезія в рідких середовищах. Вплив на адгезію гідродинамічного і механічного факторів. Розклинюючий тиск тонкого шару рідини. Адгезія в розчинах електролітів. Адгезія в розчинах поверхнево-активних речовин і розчинниках. Залежність адгезії від форми частинок і властивостей поверхні. Вплив розмірів частинок на силу адгезії в рідких середовищах.

5.7. Відривання частинок, які прилипли, при накладанні електричного поля. Відривання частинок під дією постійного електричного поля. Відривання частинок під дією змінного електричного поля. Особливості відривання частинок, які прилипли, під дією електричного поля в рідкому середовищі.

5.8. Адгезія частинок до лакофарбових покриттів. Особливості адгезії частинок до лакофарбових покриттів. Залежність адгезії частинок від фізико-хімічних властивостей

лакофарбових покриттів. Зміна адгезії під дією електричних сил і пружних властивостей лакофарбових покриттів. Зменшення адгезії частинок шляхом ізоляції вихідної поверхні. Адгезія до лакофарбових покриттів, які мають олівний забруднення.

5.9. Адгезія частинок у повітряному потоці. Адгезія частинок в залежності від швидкості запиленого потоку. Адгезія частинок на внутрішніх поверхнях повітрягонів. Адгезія пилу до перешкод, які знаходяться в повітряному потоці. Деякі особливості адгезії частинок у повітряному потоці.

5.10. Відривання частинок, які прилипли, повітряним потоком. Відривання моношару. Відрив частинок, які прилипли. Відривання частинок, які прилипли, з врахуванням форми і розмірів поверхонь. Відривання шару. Адгезія і видалення частинок різних розмірів, які прилипли.

5.11. Адгезія частинок у водяному потоці. Видалення частинок, які прилипли, під дією водяного потоку. Адгезія і відривання частинок різних розмірів. Особливості відривання частинок водним потоком. Адгезійні процеси при очистці води і перемішуванні.

5.12. Особливості адгезійних процесів в умовах промислового виробництва. Адгезія пилу в електрофільтрах. Адгезія при очистці газів у фільтруючих апаратах. Адгезія в процесах збагачення. Адгезійні процеси в електрографії. Адгезія золи, шлаку і нагару. Деякі особливості адгезії в умовах сільськогосподарського виробництва. Адгезія при ерозії ґрунту в руслових процесах.

6. Сорбція. Абсорбція та адсорбція.

6.1. Поверхневі явища на межі розділу фаз. Загальні характеристики та означення сорбційних явищ. Явища адсорбції та абсорбції. Адсорбції на межі поверхонь «рідина – газ». Адсорбції на межі поверхонь «тверде тіло – газ», «тверде тіло – рідина», «рідина – рідина». Визначення питомої поверхні. Адсорбція у бінарних рідких системах. Адсорбція електролітів.

6.2. Абсорбція газів рідинами. Газообмін між рідинами та газовим середовищем. Коефіцієнти абсорбції ван Слайка, Бунзена, Освальда. Залежність абсорбції газів рідинами від природи газу, природи рідини, тиску газу і температури. Застосування закону Генрі для малорозчинних газів. Залежність ступеня розчинності газів як компонентів суміші газів від парціального тиску над розчином (закон Дальтона). Залежність сорбції газів від концентрації солей в рідинах. Розрахунок величини абсорбції на поверхні рідини, на межі з газом або іншою рідиною за рівнянням Гіббса. Практичне застосування явища абсорбції.

6.3. Адсорбція газів і парів на поверхні твердих тіл. Поверхня розділу тверде тіло – газ: питома поверхня твердих тіл; структура та

хемічна природа твердої поверхні; природа комплексів типу твердий адсорбент – адсорбат. Основні означення. Адсорбтив і адсорбат. Фізична та хемічна адсорбція. Сукупний процес адсорбції та абсорбції, адсорбції та хемосорбції, адсорбції та конденсації пари адсорбтиву у порах адсорбента. Десорбція. Роль поверхневої енергії при адсорбції. Природа адсорбційних сил. Час адсорбції. Ізотерма адсорбції Ленгмюра та Фрейндліха. Експериментальні методи. Ізотерма БЕТ і її модифікації. Ізотерми, які основані на рівнянні стану адсорбованого шару. Потенціальна теорія Поляні. Порівняння питомих поверхонь, які знайдені за допомогою різних моделей полімолекулярної адсорбції. Поляризаційна теорія. Характеристична ізотерма. Застосування потенціальної теорії для опису адсорбції при заповненнях нижче моношарного. Ступінчаста адсорбція і фазові переходи. Термодинаміка адсорбції. Порівняння різних моделей адсорбції. Адсорбція на неоднорідних поверхнях. Швидкість адсорбції. Адсорбція на пористих тілах. Ускладнення адсорбції капілярною конденсацією. Адсорбція з розчинів сильних електролітів. Еквівалентна вибіркова та йонообмінна адсорбція. Адсорбенти та їх характеристики. Йоніти. Гістерезис. Адсорбція на мікро- та наношорстких поверхнях. Практичне застосування процесів адсорбції. Теорія Васильєва. Адсорбція на поверхні кристала графіту.

6.4. Адсорбція на межі «рідина-газ». Рівняння адсорбції Гіббса. Експериментальна перевірка рівняння Гіббса. Прямі вимірювання величин поверхневих надлишків. Моношари Гіббса. Адсорбція електролітів. Поверхнева активність. Ізотерми адсорбції Ленгмюра та закон діяння мас. Робота адсорбції. Правило Траубе. Рівняння стану поверхневого шару розведених розчинів.

6.5. Емульсії та піни. Загальні властивості емульсій. Фактори, які визначають стійкість емульсій. Старіння та перетворення емульсій. Спонтанне емульгування. Міцелярні емульсії і мікроемульсії. Гідрофільно-ліпофільний баланс. Застосування емульсій. Піни. Структура пін. Стоншення пін. Стійкість пін. Піноутворювачі та піни, що мають практичне значення.

6.6. Адсорбція на межі «тверде тіло-рідина». Поверхня розділу тверде тіло – рідина. Крайовий кут змочування: визначення величини вільної поверхневої енергії за зміною розчинності; визначення різниць поверхневої енергії та вільної поверхневої енергії із даних за теплотами змочування і адсорбції; явища, які пов'язані з виникненням крайового кута; деякі теоретичні аспекти явищ, які пов'язані з утворенням крайового кута. Змочування. Флотація та миючі дії: змочування; гідрофобність і водонепроникність; флотація; миючі дії. Адсорбція з розчинів: адсорбція чистих

рідин; граничні шари; класифікація явищ адсорбції з розчинів; адсорбція неелектролітів (молекулярна адсорбція); адсорбція електролітів; виникнення подвійного електричного шару; йонний обмін; адсорбція полімерів; визначення питомої поверхні за адсорбцією.

6.7. Хемосорбція і каталіз. Основні означення. Хемосорбція. Молекулярні механізми хемосорбції. Ізотерми хемосорбції. Кінетика хемосорбції. Поверхнева рухливість. Хемосорбційний зв'язок. Механізми гетерогенного каталізу. Вплив характеру адсорбції на кінетику гетерогенного каталізу. Механізми каталітичних реакцій. Адсорбенти. Природні мінеральні сорбенти. Активоване вугілля. Природа адсорбційних сил. Адсорбція на поверхні поділу «рідина – газ». Зв'язок між адсорбцією і поверхневим натягом. Поверхнево-активні речовини. Адсорбція на поверхні твердих тіл. Полімолекулярна адсорбція. Адсорбція на межі поділу «тверде тіло – рідина». Адсорбція електролітів. Практичне використання явища адсорбції. Хроматографія. Гель-хроматографія. Хроматографія у фармації. Адсорбція в біологічних системах. Утворення нової фази. Зародкоутворення і ріст кристалів: класична теорія зародкоутворення; результати експериментальних досліджень процесу зародкоутворення; ріст кристалів.

6.8. Поверхневі плівки нерозчинних речовин. Типи поверхневих плівок. Газові плівки. Суцільні плівки. Хемічні реакції в поверхневих плівках. Багатокомпонентні плівки. Плівки полімерів і білків. Використання плівок. Водневі плівки на твердих поверхнях. Неводневі плівки на твердих поверхнях.

7. Адсорбція на поверхні дисперсних твердих тіл (порошків).

7.1. Фізична адсорбція газів непористими дисперсними твердими тілами. Рівняння БЕТ. Визначення питомої поверхні за ємністю моношару.

7.2. Фізична адсорбція газів на пористих дисперсних твердих тілах. Розподіл пор за розмірами. Рівняння Кельвіна. Типи пор. Петля гістерезису. Краєвий кут змочування. Товщина адсорбованого шару в ділянці капілярної конденсації. Визначення питомої поверхні.

7.3. Фізична адсорбція газів мікропористими дисперсними адсорбентами.

7.4. Хемосорбція на поверхні дисперсних твердих тіл. Основні особливості хемосорбції. Хемосорбція водню, кисню, оксиду вуглецю, азоту, амоніяку та амінів. Ізотерма хемосорбції. Теплота хемосорбції.

7.5. Методи визначення об'єму пор (метод Дубініна) та визначення питомої поверхні (метод Каганера). Теорія Поляні. Адсорбційна формула Гіббса. Ізотерма Ленгмюра. Константа Генрі.

7.6. Адсорбція з розчинів низькомолекулярних речовин. Визначення питомої поверхні адсорбції з розчинів та за теплою змочування. Адсорбція високомолекулярних речовин на поверхні дисперсних твердих тіл. Імобілізація біологічно активних сполук на поверхні.

7.7. Оптичні властивості дисперсних систем та розчинів високомолекулярних сполук (ВМС). Світлопоглинання у дисперсних системах. Світлорозсіювання у дисперсних системах. Розсіяне відбиття. Оптичні властивості золів металів та органічних барвників. Дихроїзм дисперсних систем. Світлорозсіювання розчинами полімерів. Інші оптичні методи дослідження мікрогетерогенних систем та ВМС.

8. Елементарні збудження на поверхні твердих тіл. Екситони, плазмони, фонони та магнони.

9. Поверхневі групи атомів. Одно- та двоатомні поверхневі групи. Двомірна ґратка диполів. Взаємодія поверхневих груп атомів з фононами підложки. Взаємодія двох поверхневих груп атомів. Багаточастинкові стани поверхневих груп атомів.

10. Поверхнева конденсація. Нуклеація в адсорбційному шарі. Ріст кристалів та крапель на підложці. Епітаксія. Поверхнева коалесценція крапель.

11. Дисперсні сили Дерягіна-Ландау-Фервея-Овербека. Розклинюючий тиск. Кінетичні прояви сил дальності: капілярний осмос, термоосмос, дифузійний осмос, електроосмос, термофорез, електрофорез.

V. Одержання твердих тіл з заданими поверхневими властивостями та діагностика поверхневих станів. Високодисперсні тверді тіла

1. Монокристалічні матеріали. Вирощування монокристалів з газової фази, розтопу та розчину. Твердофазний синтез. Техніка сколювання, різання та травлення монокристалів. Очистка поверхні йонним бомбардуванням. Епітаксійне нарощування. Фізичне модифікування поверхні монокристалів. Високотемпературний відпал та поверхнева рекристалізація.

Радіаційне модифікування поверхні електронними та йонними пучками. Йонна імплантація. Хемічне модифікування. Хемосорбційна зміна складу поверхневих шарів кристалів.

2. Дисперсні матеріали. Синтез високодисперсних матеріалів методом конденсації. Ультрадисперсні матеріали та особливості їх фізико-хемічних властивостей.

3. Основи одержання сорбентів із заданою питомою поверхнею та каталізаторів із заданим рельєфом поверхні. Технологія одержання дисперсних оксидів кремнію, заліза, титану та алюмінію.

4. Методи вирощування і фізико-хемічні властивості тонких плівок.

5. Методи морфологічної аналізи поверхневих утворень: растрова електронна мікроскопія, оптична мікроскопія відбивання. Методи вивчення структури поверхні: дифракція повільних електронів, автойонна та автоелектронна мікроскопія.

6. Визначення хемічного складу приповерхневої зони твердих тіл: електронна Оже-спектроскопія, мас-спектроскопія, тунельна мікроскопія.

7. Методи визначення стану речовини на поверхні: термостимульована десорбція, УФ-спектроскопія, ІЧ-спектроскопія, спектроскопія комбінаційного розсіювання, спектроскопія Манделштам-Бриллюєнівського розсіювання, еліпсометрія, метод ізотропного обміну, лазерна та польова десорбція, кондуктометрія.

8. Методи фізико-хемічних досліджень тонких плівок. Струми тунелювання. Струми, обмежені об'ємним зарядом. Розмірні ефекти в тонких плівках. Квантові дротини.

9. Оксиди. Вуглецеві матеріали. Зовнішня та внутрішня поверхні. Класифікація пор за розмірами. Мікропори, перехідні пори та макропори. Сили адсорбції і енергія адсорбції. Методи одержання різних дисперсних твердих тіл: кристалічні та аморфні різновидности кремнезему (пірогенного та осадженого методів отримання), а також оксиди алюмінію і титану, алюмосилікати (окиснене і активоване вугілля, вуглецеві матеріали, фулерени, графітовані монокристали («вуси»), драбинні структури, частинно-карбонізовані, карбонізовані та графітовані вуглецеві волокна, графіт, ацетиленова та канална чадь), їх фізико-хемічні властивості та практичне використання.

VI. Тертя та мащення. Адгезія. Перехідні (проміжні) шари на поверхні твердого тіла і рідини та граничне тертя

Вступ. Тертя та мащення. Адгезія. Тертя незмащених поверхонь. Два частинних випадки тертя. Тертя між металами. Вплив оксидних плівок. Тертя між неметалами. Деякі додаткові відомості по теорії тертя незмащених поверхонь. Тертя між змащеними поверхнями. Адгезія.

1. Структура та деформації ланцюгових молекул вуглеводнів. Структура метиленових ланцюгів. Деформації метиленових ланцюгів. Моделі ідеального ланцюга. Утворення поворотних ізомерів: вільне внутрішньомолекулярне обертання; гальмування внутрішньомолекулярних обертів; ефективна довжина поворотного ізомеру, ізомерна аналіза, вплив температури, ефект виморожування поворотних ізомерів. Деформації тетраедричних кутів. Метиленовий ланцюг як пружна система. Модуль Юнга метиленового ланцюга. Осьові квазіпружні натяги в метиленових ланцюгах. Гусеничний механізм руху метиленового ланцюга. Теорії пружности лінійних макромолекул.

2. Кристали вуглеводнів. Сили взаємодії: міжмолекулярні (когезійні) і адсорбційні сили; водневий зв'язок. Структура монокристалів парафінів. Теорія надщільної упаковки: аліфатичні (метиленові) ланцюги; нормальні парафіни; найближчі похідні нормальних парафінів, насичені жирні кислоти. Шаруваті молекулярні структури. Поліморфізм кристалів вуглеводнів і рухливість молекул. Енергія кристалічної ґратки. Енергія тяжіння метиленових (CH_2) і метильних (CH_3) груп: формула Лондона-Кірквуда; поляризуємість і діамагнітна сприйнятливості атомних груп CH , CH_2 , CH_3 ; апроксимація атомних систем на основі уявлення про точкові центри сил; енергія тяжіння двох ізольованих атомних груп $\text{CH}_2\text{--CH}_2$ і $\text{CH}_3\text{--CH}_3$; енергія тяжіння CH_2 -груп у кристалах парафінів. Енергія відштовхування метиленових (CH_2) і метильних (CH_3) груп: вимірювання стисливості парафінів; теоретичний розрахунок лінійної пружности метиленових ланцюгів у кристалах парафінів; осьові модулі пружности метиленових ланцюгів. Структура граничних шарів. Енергія граничних шарів: модель граничного шару; енергія кристалічної ґратки граничного шару; енергія взаємодії граничних шарів.

3. Класичне вчення про перехідний шар. Перехідний шар термодинамічної фази. Поверхневий натяг і молекулярний тиск. Вільна енергія поверхні. Ідеальний цикл змін стану поверхні. Граничний шар як термодинамічна фаза. Термодинамічна рівновага між граничним шаром і об'ємною фазою. Перехідний шар конденсованої твердої фази. Адгезія між конденсованими фазами. Явище змочування твердих тіл і розтікання рідин.

4. Граничні шари на поверхні рідини. Експериментальні докази існування мономолекулярного шару. Лінійний (двовимірний) тиск. Робота Ленгмюра. Точні методи вимірювання лінійного тиску. Ізотерми стану, фазові перетворення і механічні властивості мономолекулярного шару. Кінетична теорія мономолекулярного шару. **Природа та**

термодинаміка рідких поверхонь розділу: однокомпонентні системи; структура поверхонь розділу; орієнтація на поверхнях розділу; поверхневий натяг розчинів; термодинаміка бінарних систем, рівняння Гіббса; експериментальна перевірка рівняння Гіббса, прямі вимірювання величин поверхневих надлишків; Гіббсові моношари. **Плівки на рідких поверхнях:** розтікання однієї рідини по поверхні іншої; експериментальні методи дослідження мономолекулярних плівок; стан мономолекулярних плівок; відповідність між π та тривимірним тиском; подальший розгляд стану мономолекулярних плівок; термодинаміка моношарів; змішані плівки; швидкості випаровування через мономолекулярні плівки; швидкість розчинення моношарів; реакція у мономолекулярних плівках; білкові та полімерні плівки; плівки на поверхнях типу рідина – рідина та неводних поверхнях; заряджені плівки; капілярні хвилі; плівки, які осаджені на поверхні твердих тіл.

5. Граничні шари на поверхні твердої фази. Методи дослідження: дифракційні методи; електричні методи; дослідження детекторного ефекту; оптичні методи; метод коливань; радіометричні методи; метод «стопа шарів». Адсорбція в граничному шарі. Орієнтація асиметричних ланцюгових молекул при адсорбції. Адаптація молекул при адсорбції. Формування граничного шару. Структура граничних шарів. Сили атомно-молекулярних взаємодій. Фізичний стан граничних шарів. Міграція молекул по поверхні твердих тіл.

6. Фізичні властивості граничних мастильних шарів. Критична товщина граничного шару, яка визначає появу первинних актів ковзання (ламінарного потоку). Вимірювання межі текучості граничного мастильного шару критичної товщини методом коливань. Залежність напруги текучості граничного шару від його товщини і поперечного тиску. Механічні та антифрикційні властивості тонких шарів твердої стеаринової кислоти при великих тисках. Зрушення і ковзання. Про пружний стиск необмежено великого шару. Отримання діаграм пружности одностороннього стиску граничних шарів методом «стопа шарів». Пружність одностороннього стиску граничних шарів стеаринової кислоти. Молекулярний механізм одностороннього стиску граничних шарів. Роздавлення при стиску (зосереджене навантаження). Витіснення під тиском (розподілене навантаження). Пружна деформація розтягу, розрив (адгезія). Співвідношення сил граничного тертя і адгезії. Молекулярний механізм пружности граничних мастильних шарів. Механічні властивості граничних шарів неполярних вуглеводнів. Процеси сольватації граничних шарів. Гранична в'язкість і структура молекул.

Електричні властивості граничних шарів.
Механо-хімічні явища.

7. Граничне тертя. Основні види тертя. Функціональні залежності граничного тертя. Закон адитивності сил граничного тертя. Залежність від площі зіткнення. Закон Амонтона-Кулона. Огляд теоретичних уявлень про тертя. Теорія тертя Б.В. Дерягіна. Теорія Г.І. Епіфанова. Теорія граничного тертя А. Камерона. Залежність сил тертя від швидкості: залежність сил граничного тертя від швидкості; вплив мікрогеометричної будови поверхонь на вигляд залежності сил тертя від швидкості; теорія тертя Е.І. Адировича та Д.І. Блохінцева; явище удару в процесах тертя; фактори, які визначають вид залежності сил тертя від швидкості. Залежність граничного тертя від структури молекул мастила: дослідження В. Гарді; дослідження Боудена, Тейбора та Сісмана; аналіза експериментальних результатів. Рубіжний режим граничного тертя: первинні явища граничного мащення; латентний період граничного тертя. Молекулярний механізм граничного тертя: стан питання; молекулярний механізм граничного тертя за В. Гарді; хімічна терія граничного тертя Ф. Боудена; врахування взаємодії конденсованих твердих фаз у процесах граничного тертя; нематичний механізм ковзання граничних мастильних шарів. Рубіжний режим гідродинамічного тертя (первинні явища гідродинамічного тертя).

VII. Хімічні реакції за участю поверхні дисперсних твердих тіл

1. Природа поверхні оксидів, силікатів, вуглецевих матеріалів.

2. Природа поверхні кремнезему. Структура приповерхневого шару кремнезему. Гідроксильована поверхня. Дегідратація та регідратація. Поверхнева енергія. Теплота змочування поверхні кремнезему. Активні центри поверхні кремнезему.

3. Фізична адсорбція нейонних сполук з низькою молекулярною масою. Адсорбція парів та вплив дегідроксильованої поверхні. Адсорбція з розчинів у нейонних системах. Неводні розчини. Водні розчини, нейонні системи, водневий зв'язок.

4. Йонізація та поверхневий заряд. Гідроксильована поверхня. Дегідроксильована поверхня. Природа йонних заряджених центрів. Сили, що обумовлюють адсорбцію йонів. Реакції йонного обміну на поверхні кремнезему. Криві титрування кислотних та основних груп поверхні. Константа йонізації твердих кислот та основ. Повна, статична та динамічна об'ємні ємності.

Селективність йонного обміну. Теорія скляного електроду.

5. Хімічні реакції за участю поверхні кремнезему. Типи гетеролітичних реакцій за участю центрів поверхні кремнезему. Хімічна взаємодія кремнезему з алкілхлорсиланами, алкосиланами, гексаметилдисилазаном, галогенідами елементів III – IV груп Періодичної системи первнів. Взаємодія кремнеземів з галогеноводнями, спиртами. Реакції ізотопного обміну. Участь силосанових зв'язків поверхні у хімічних реакціях. Багатостадійні хімічні реакції на поверхні дисперсних твердих тіл. Функціональні органокремнеземи, їх протолітичні, окиснювально-відновні, сорбційні та каталітичні властивості. Гідрофільні та гідрофобні покриття на кремнеземі.

6. Фотохімічні процеси за участю поверхні кремнезему та інших оксидних систем.

7. Каталіз та хімія поверхні. Синтез закріплених на поверхні комплексів перехідних металів та їх реакційна здатність. Нанесені металічні каталізатори, одержані розкладом поверхневих комплексів. Моделювання активних центрів біокаталізаторів. Адсорбція ферментів на оксидних та вуглецевих носіях. Хімічне конструювання активних центрів на поверхні дисперсних твердих тіл.

8. Хімічні реакції на поверхнях розділу в металевих композиціях, армованих металевими та керамічними волокнами. Системи метал – метал. Системи кераміка – метал.

VIII. Методи дослідження поверхні твердих тіл

1. Електронна адсорбційна спектроскопія. Коливальна та оберտальна спектроскопії: інфрачервона, комбінаційного розсіяння та мікрохвильова. Спектроскопія ядерного магнітного резонансу. Спектроскопія електронного парамагнітного резонансу. Мессбауерівська спектроскопія. Мас-спектрометрія Фотоелектронна спектроскопія. X-промінева кристалографія.

2. Об'ємний метод дослідження адсорбції. Ваговий метод визначення адсорбції. Вимірювання величини адсорбції динамічними методами. Вимірювання теплоти змочування. Визначення адсорбції криптону. Визначення питомої поверхні твердих тіл методом теплової десорбції. Визначення структурних характеристик твердих тіл із вимірювання адсорбції парів. Метод електронної мікроскопії. Ртутна порометрія.

3. Хімічна і елементна аналізи поверхні. Термічна і термогравіметрична аналізи поверхні. Десорбційна мас-спектрометрія поверхні.

4. Методи вивчення протолітичних, сорбційних і каталітичних властивостей дисперсних твердих тіл. Адсорбція тестових молекул, рН-метрія. Прямий радіометричний метод. Визначення сорбції йонів чи молекул із розчинів. Визначення повної обмінної ємності. Методи визначення констант йонізації функціональних груп поверхні. Вимірювання

редокс-потенціалу поверхні.

5. Хроматографічна аналіза. Типи хроматографії. Визначення ізотерм і теплот адсорбції за хроматографічними даними. Визначення коефіцієнтів активності і коефіцієнтів розподілу розчинених речовин методом газорідної хроматографії.

Рекомендована література

1. **Адамсон А.** Физическая химия поверхностей / Пер. с англ. И.Г. Абидора; под ред. З.М. Зорина и В.М. Муллера. – Москва: Мир, 1979. – 568с.: ил. (307 рис.). – Табл. 39. – Библиогр.: в конце гл. (всего 1741 назв.). – Упражнения: в конце гл. – Предмет. указ.: с. 553-564.
2. **Ахматов А.С.** Молекулярная физика граничного трения. – Москва: Физматгиз, 1963. – 472 с.: ил. (рис. 347). – Табл. 13. – Библиогр.: с. 448-458 (481 назв.). – Прилож.: с. 459-463 (табл. IV). – Имен. указ.: с. 464-468. – Предмет указ.: с. 468-472.
3. **Біофізична та колоїдна хімія** / А.С. Мороз, Л.П. Яворська, Д.Д. Луцевич та ін. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 600с.: іл. (162 рис.). – Табл. 35. – Контр. Запит. І задачі в кінці гл. – Бібліогр.: с. 598-599 (29 назв.). – Предм. Показчик: с. 590-597. – Авт. Показчик законів. – с. 576-589. – ISBN 978-966-382-024-8.
4. **Гомонай В.І.** Фізична та колоїдна хімія. – Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 496с.: іл. (93 рис.). – Табл. 26. – Бібліогр.: с. 486 (18 назв.). – Предмет. показчик: с. 477-485. – Додаток: с. 473-476 (5 табл.). – ISBN 978-966-382-056-9.
5. **Грег С., Синг К.** Адсорбция, удельная поверхность, пористость / Пер. с англ. В.А. Эльтекова, Ю.А. Эльтекова; под ред. К.В. Чмутова. – Москва: Мир, 1970. – 408 с.
6. **Кононський О.І.** Фізична і колоїдна хімія: Підручник. – 2-е вид., доп. і випр. – Київ: Центр учбової л-ри, 2009. – 312 с.: іл. (117 рис.). – Табл. 35. – Бібліогр.: с. 299 (7 назв.). – Додатки: с. 300-301 (3 табл.). – Предмет. показчик: с. 302-307. – ISBN 978-966-364-921-4; ISBN 978-966-7417-98-5.
7. **Лебідь В.І.** Фізична хімія. – Харків: Фоліо, 2005. – 478с.
8. **Мчедлов-Петросян М.О.** Колоїдна хімія / М.О.Мчедлов-Петросян, В.І.Лебідь, О.М.Глазкова та ін. / За ред. М.О. Мчедлова-Петросяна – Харків: Фоліо, 2005. – 304с.: іл. (66 рис.). – Табл. 37. – Задачі: с. 231-298. – Бібліогр.: с. 300-301 (26 назв.). – ISBN 966-03-2740-4.
9. **Нижник В.В., Волошинець В.А., Усков І.О.** Фізична хімія дисперсних систем та полімерів: Підручник. – Київ: Фітосоціоцентр, 2009. – 248 с.: іл. (119 рис.). – Табл. 5. – Бібліогр.: с. 244 (18 назв.). – Перелік умовних позначень: с. 3-4. – ISBN 978-966-306-151-9.
10. **Физика твердого тела: Учебное пособие** / И.К. Верещагин, С.М. Кокин, В.А. Микитенко и др. / Под ред. И.К. Верещагина. – Москва: Высш.шк., 2001. – 237 с. – ISBN 5-06-004024-0.
11. **Фізична і колоїдна хімія** / В.І.Кабачний, Л.К.Осіпенко, Л.Д.Грицан та ін. – Харків: Прапор, вид-во Укр.ФА, 1999. – 368 с.: іл. (137 рис.). – Табл. 8. – Бібліогр.: с. 358 (25 назв.). – Предмет. показчик: с. 359-363. – Контрол. питання і задачі: після гл. – ISBN 5-7766-0765-5; ISBN 966-615-021-2.

Використані джерела інформації

1. **Агибалов Ю.В., Будковская Н.Г., Цыпин А.Б.** Микроскоп // БМЭ. – Москва: Сов. энциклопедия, 1981. – Т. 15. – 576 с. – С. 191-198.
2. **Аверина А.П., Григорьев А.М., Хавкин Л.П.** Вакуумметрия // БСЭ. – 1971. – Т. 4. – С. 241-243.
3. **Адамсон А.** Физическая химия поверхностей / Пер. с англ. И.Г. Абидора; под ред. З.М. Зорина и В.М. Муллера. – Москва: Мир, 1979. – 568с.: ил. (307 рис.). – Табл. 39. – Библиогр.: в конце гл. (всего 1741 назв.). – Упражнения: в конце гл. – Предмет. указ.: с. 553-564.
4. **Адсорбция и смазочная способность масел: обзор** // Трение и износ. – 1983. – Т. 4., № 3. – с. 398-414.
5. **Айвазов Б.В.** Практическое руководство по хроматографии. – Москва: Высш. шк., 1968. – 280 с.: ил. (48 рис.). – Табл. 19. – Список принятых обозн.: с. 275-276. – Библиогр.: после гл. (212 назв.).
6. **Айвазов В.В.** Практикум по химии поверхностных явлений и адсорбции: Учеб. пособие для ин-тов. – Москва: Высш. шк., 1973. – 208 с.: ил. (58 рис.). – Прилож.: с. 188-203 (17 табл.). – Библиогр.: после гл. (146 назв.).
7. **Айлер Р.** Химия кремнезема. – Москва: Мир, 1982, т.1 й т.2.
8. **Акопян А.А.** Химическая термодинамика: Учебное пособие. – Москва: Высш. шк., 1963. – 527 с.: ил. (164 рис.). – 3.4. Поверхностное натяжение и его работа: с. 44-49; 23. Поверхностное натяжение и адсорбция: с. 508-522. – Предмет. указ.: с. 523-527.

9. **Аксенов С.И., Крутских В.И.** Ядерный магнитный резонанс // БМЭ. – Москва: Сов. энциклопедия, 1986. – Т. 283. – 544 с. – С. 434-435.
10. **Алиев Р.А., Сапожников Ю.А., Калмыков С.Н.** Гамма-спектрометрический анализ. Методическое руководство к курсу "Основы радиохимии и радиоэкологии". – Москва: Химический факультет МГУ, 2004. – С.1-31.
11. **Астров Д.Н.** Термопара // БСЭ. – 1976. – Т. 25. – С. 491.
12. **Афонский С.И.** Физическая и коллоидная химия. – Москва: Совет. наука, 1954. – 268с.
13. **Ахматов А.С.** Молекулярная физика граничного трения. – Москва: Физматгиз, 1963. – 472 с.: ил. (рис. 347). – Табл. 13. – Библиогр.: с. 448-458 (481 назв.). – Прилож.: с. 459-463 (табл. IV). – Имен. указ.: с. 464-468. – Предмет указ.: с. 468-472.
14. **Ахметов Б.В., Новиченко Ю.П., Чапурин В.И.** Физическая и коллоидная химия. – Ленинград: Химия, 1986. – 320с.: ил. (101 рис.). – Табл. 5. – Библиогр.: с. 305 (18 назв.). – Упраж. после гл. – Предмет. указ.: с. 307-315.
15. **Бабко А.К., Пилипенко А.Т.** Фотометрический анализ: Методы определения неметаллов. – Москва: Химия, 1974. – 360 с.: ил. (78 рис.). – Табл. 12. – Библиогр.: после гл. (1500 назв.).
16. **Балезин С.А., Парфенов Г.С.** Основы физической и коллоидной химии. – Москва: Просвещение, 1964. – 456с.
17. **Балицкий А.В.** Вакуумная арматура // БСЭ. – 1971. – Т. 4. – С. 243.
18. **Баском В.** Химия поверхности композитов, подвергнутых воздействию влаги // Поверхности раздела в полимерных композитах. – Т.6 / Под ред. Э. Плюдемана / Пер. с англ. под ред. Г.М. Гуниева. – Москва: Мир, 1978. – С. 88 – 118.
19. **Беллами Л.** Инфракрасные спектры сложных молекул / Пер. с англ. В.М. Акимова, Ю.А. Пентина, Э.Г. Тетерина: Под ред. Ю.А. Пентина с издания: The infra-red spectra of complex molecules by L.J. Bellamy. – London: Methuen and co.LTD; New York: John Willey and Sons, Inc. – Москва: Издательский центр, 1963. – 591 с.: ил. (35 рис.). – Табл. 22. – Библиогр.: после гл. (1687 назв.).
20. **Бенуэлл К.** Основы молекулярной спектроскопии. – Москва: 1985.
21. **Бехштед Ф., Эндерлайн Р.** Поверхности и границы раздела полупроводников. – Москва: Мир, 1990.
22. **Білий О.В., Біла Л.М.** Фізична і колоїдна хемія. – Київ: Вища шк., 1981. – 128 с.
23. **Біофізична та колоїдна хімія / А.С. Мороз, Л.П. Яворська, Д.Д. Луцевич та ін.** – Вінниця: Нова книга, 2007. – 600с.: ил. (162 рис.). – Табл. 35. – Контр. Запит. І задачі в кінці гл. – Бібліогр.: с. 598-599 (29 назв.). – Предм. Показчик: с. 590-597. – Авт. Показчик законів. – с. 576-589. – ISBN 978-966-382-024-8.
24. **Блатт Ф.** Физика электронной проводимости в твердых телах. – Москва: Мир, 1971.
25. **Болдырев А.И.** Физическая и коллоидная химия. – Москва: Высш. шк., 1974. – 504с.: ил. (210 рис.). – Табл. 94. – Библиогр.: с. 495-496 (54 назв.). – Предмет. указ.: с. 497-500.
26. **Болдырев А.И.** Физическая и коллоидная химия. – Москва: Высш. шк., 1983. – 408с.
27. **Борен К., Хафмен Д.** Поглощение и рассеяние света малыми частицами. – Москва: Мир, 1986.
28. **Булатов М.И., Калинин И.П.** Практическое руководство по фотоколориметрическим и спектрофотометрическим методам анализа. – Изд. 4-е, пер., доп. – Ленинград: Химия, 1976. – 376 с.: ил. (117 рис.). – Табл. 40. – Библиогр.: с. 360-368 (388 назв.). – Предмет. указ.: с. 369-371. – Прилож.: с. 336-359.
29. **Бушманов Б.Н., Хромов Ю.А.** Физика твердого тела. – Москва: Высш. школа, 1971.
30. **Вакуумная спектроскопия // БСЭ. – 1971. – Т. 4. – С. 243.**
31. **Васильев М.А.** Структура и динамика поверхности переходных металлов. – Киев: Наукова Думка, 1988.
32. **Васильев Ю.Н.** Природа смазочной способности графита // Трение и износ. – 1983. – Т. 4., № 3. – с. 483-491.
33. **Вейс Р.** Физика твердого тела. – Москва: Атомиздат, 1968.
34. **Веницианов Е.В., Рубинштейн Р.Н.** Динамика сорбции из жидких сред. – Москва: Наука, 1983. – 237 с.
35. **Воловенко Ю.М., Туров О.В.** Ядерный магнитный резонанс: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. – Київ – Ірпінь: Перун, 2007. – 476 с.: ил. (315 рис.). – Табл. 42.– Предмет. показчик: с. 463-469. – ISBN 978-966-569-246-1.
36. **Волькенштейн Ф.Ф.** Электронные процессы на поверхности полупроводников при хемосорбции. – Москва: Наука, 1987.
37. **Вонсовский С.В.** Ферромагнитный резонанс // БСЭ. – Т. 27. – Москва: Сов. Энциклопедия, 1977. – 624 с. – С. 319.
38. **Вонсовский С.В.** Ферромагнетизм // БСЭ. – Т. 27. – Москва: Сов. энциклопедия, 1977. – 624 с. – С. 317-318.

39. **Вонсовский С.В.** Ферромагнетики // БСЭ. – Т. 27. – Москва: Сов. энциклопедия, 1977. – 624 с. – С. 318-319.
40. **Воюцкий С.С.** Курс коллоидной химии. – Москва: Химия, 1974. – 512 с.
41. **Вудраф Д., Делгар Т.** Современные методы исследования поверхности. – Москва: Мир, 1989.
42. **Галинкер И.С., Медведев П.И.** Физическая и коллоидная химия. – Москва: Высшая школа, 1972. – 304 с.
43. **Галяс В.Л., Колотницький А.Г.** Фізична і колоїдна хімія. – Львів: Стрийська міська друкарня, 2004. – 272 с.
44. **Гамеева О.С.** Физическая и коллоидная химия. – Москва: Высш. шк., 1977. – 328с.
45. **Гаранин В.К., Кудрявцев Г.П., Посухова Т.В., Сергеева Н.Е.** Электронно-зондовые методы изучения минералов. // Москва: Издательство Московского университета, 1987.
46. **Гетман Ф., Даниельс Ф.** Основы физической химии: Учеб. пособие / Пер с англ. «Outlines of theoretical chemistry» Б. Веселовского, Л. Ченцово́й, Л. Шварцмана, Л. Шамовского; под ред. А. Капустинского. – Москва-Ленинград: Госнаучтеххимиздат, 1941. – 628 с.: ил. (170 рис.). – Табл. 82. – X. Коллоиды: с. 188-224. – Библиогр.: после гл. (132 назв.). – Задачи: после гл. – Прилож.: с. 593-617 (Физ. и мат. формулы). – Имен. Указ.: с. 616-620. – Предмет указ.: с. 620-627. – Символы, сокращ.: с. 627.
47. **Гомонай В.І.** Фізична та колоїдна хімія. – Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 496с.: іл. (93 рис.). – Табл. 26. – Бібліогр.: с. 486 (18 назв.). – Предмет. покажчик: с. 477-485. – Додаток: с. 473-476 (5 табл.). – ISBN 978-966-382-056-9.
48. **Грассели Дж., Снайвилли М., Балкин Б.** Применение спектроскопии КР в химии. – Москва: 1984.
49. **Грег С., Синг К.** Адсорбция, удельная поверхность, пористость. – 2-е изд. – Пер. с англ. – Москва: Мир, 1984. – 306 с.
50. **Грег С., Синг К.** Адсорбция, удельная поверхность, пористость / Пер. с англ. В.А. Эльтекова, Ю.А. Эльтекова; под ред. К.В. Чмутова. – Москва: Мир, 1970. – 408 с.
51. **Гречанок В.І.** Фізична хімія і хімія силікатів: Підручник. – Київ: Кондор, 2006. – 434 с.: іл. (123 рис.). – Табл. 17. – Тверді тіла і рідини: с. 11-58; Поверхневі явища: с. 261-297; Дисперсні системи: с. 335-383. – Бібліогр.: с. 423-424 (37 назв.). – Предмет. покажчик: с. 425-431. – ISBN 966-8251-90-3.
52. **Григорьев О.Н.** Электрокинетические явления. – Ленинград: ЛГУ, 1973. – 199 с.: ил.
53. **Грин Х., Лейн В.** Аэрозоли – пыли, дымы, туманы. – Ленинград: Химия, 1972. – 428 с.: ил.
54. **Гуцуляк Б.М.** Класифікація та характеристика дисперсних систем (курс лекцій «Колоїдна хімія»). – Івано-Франківськ: Держ. техніч. ун-т нафти і газу, 1994. – 40 с.
55. **Гуцуляк Б.М., Мельник О.Д.** Поверхневі явища (курс лекцій «Колоїдна хімія»). – Івано-Франківськ: Держ. техніч. ун-т нафти і газу, 1998. – 52 с.
56. **Гуцуляк Б.М., Мельник О.Д.** Поверхневі явища, що супроводжуються зменшенням поверхневого натягу (курс лекцій «Колоїдна хімія»). – Івано-Франківськ: Держ. техніч. ун-т нафти і газу, 2001. – 90 с.
57. **Гуцуляк Б.М., Мельник О.Д.** Поверхнево-активні речовини (курс лекцій «Колоїдна хімія»). – Івано-Франківськ: Держ. техніч. ун-т нафти і газу, 1998. – 53 с.
58. **Гуцуляк Б.М., Мельник О.Д.** Фізична та колоїдна хімія. Міжнародні фізико-хімічні одиниці та величини: Навчальний посібник. – Івано-Франківськ: Факел, 2000. – 212с.
59. **Давыдов А.С.** Високотемпературная сверхпроводимость. – Киев, 1990.
60. **Давыдов А.С.** Квантовая механика. – Москва: Наука, 1978.
61. **Давыдов А.С.** Теория твердого тела. – Москва: Наука, 1979.
62. **Даниельс Ф., Олберти Р.** Физическая химия / Пер с англ. «Physical chemistry» под ред. К.В. Топчиевой. – Москва: Мир, 1978. – 647 с.: ил. (168 рис.). Табл. 68. – 8. Термодинамика поверхностных явлений: с. 240-256; 9.12. Коэффициент вязкости: с. 278-279; 20. Макромолекулы: с. 601-625. – Задачи: в конце гл. – Библиогр.: в конце гл. – Прилож.: с. 626-630. – Предмет. указ.: с. 631-638.
63. **Дерягин Б.В., Кротов Н.А., Смилга В.П.** Адгезия твердых тел. – Москва: Наука, 1973. – 280 с.: ил. (136 рис.). – Табл. 38. – Библиогр.: после гл. (339 назв.). – Прилож. I (Методы тензометрии): с. 254-271; Прилож. II (О форме отрываемой полоски): с. 271-276.
64. **Десорбция** // БСЭ. – Т. 8. – Москва: Сов. энциклопедия, 1972. – 592 с. – С. 135.
65. **Диспергирование** // БСЭ. – Т. 8. – Москва: Сов. энциклопедия, 1972. – 592 с. – С. 305.
66. **Дисперсионная среда** // БСЭ. – Т. 8. – Москва: Сов. энциклопедия, 1972. – 592 с. – С. 305.
67. **Дисперсная фаза** // БСЭ. – Т. 8. – Москва: Сов. энциклопедия, 1972. – 592 с. – С. 308.
68. **Дисперсность** // БСЭ. – Т. 8. – Москва: Сов. энциклопедия, 1972. – 592 с. – С. 308.
69. **Дисперсные системы** // БСЭ. – Т. 8. – Москва: Сов. энциклопедия, 1972. – 592 с. – С. 309.
70. **Дмитрук М.Л., Литовченко В.Г., Стрижевський В.Л.** Поверхнева поляризонна спектроскопія напівпровідників. – Київ: Наукова Думка, 1990.

71. **Добровольський В.М., Литовченко В.Г.** Процеси переносу на поверхні напівпровідників. – Київ: Наукова Думка, 1985.
72. **Драго Р.** Физические методы в химии. – Москва: Мир, 1981, т.1 й т. 2.
73. **Духин С.С.** Электрокинетические явления // БСЭ. – Т. 30. – Москва: Сов. энциклопедия, 1978. – 632 с. – С. 60-61.
74. **Духин С.С.** Электропроводность и электрокинетические свойства дисперсных систем. – Киев: Наукова думка, 1975. – 248 с.: ил. (40 рис.). – Табл. 3. – Библиогр.: в конце гл. (всего 685 назв.). – Приложения: с. 235-243 (мат. формулы).
75. **Духин С.С., Дерягин Б.В.** Электрофорез. – Москва: Наука, 1976. – 328 с.: ил.
76. **Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е.** Физическая и коллоидная химия. – Москва: Высш. шк., 1990. – 487с.
77. **Ельяшевич М.А.** Фотоэлектронная спектроскопия // БСЭ. – Т. 27. – Москва: Сов. Энциклопедия, 1977. – 624 с. – С. 605.
78. **Епифанов Г.И.** Физика твердого тела. – Москва: Высш. школа, 1977 (и 1965).
79. **Ерлыкина М.Е.** Полиэлектролиты // БСЭ. – Т. 20. – Москва: Сов. энциклопедия, 1975.–608с. – С. 230.
80. **Єфремов И.Ф.** Периодические коллоидные структуры. – Ленинград: Химия, 1971. – 192 с.: ил.
81. **Жданов В.П.** Элементарные физико-химические процессы на поверхности. – Москва: Наука, 1989.
82. **Жуховецкий А.А., Шварцман Л.А.** Физическая химия. – Москва: Металургия, 1976. – 544 с.: ил. (127 рис.). – Табл. 18. – Явления переноса в газах, твердых телах и гидкостях: с. 258-291; Поверхностные явления: с. 291-317. – Библиогр.: с. 540-541 (39 назв.). – Указ. Определений: с. 542-543.
83. **Зайцев Е.И., Сотсков Ю.П., Резников Р.С.** Нейтронно-активационный анализ горных пород на редкие элементы. – Москва, 1978.
84. **Застудневание** // БСЭ. – Т. 9. – Москва: Сов. энциклопедия, 1972. – 623 с. – С. 382.
85. **Захарченко В.Н.** Вязкость // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – Москва: Сов. энциклопедия, 1977. – Т. 6. – 632 с.: ил. (16 л.). – с. 525-526.
86. **Захарченко В.Н.** Коллоидная химия. – Москва: Высш. шк., 1974. – 216с.: ил. (95 рис.). – Табл. 3.
87. **Захарченко В.Н.** Коллоидная химия. – Москва: Высш. шк., 1989. – 238с.
88. **Зенгуил Э.** Физика поверхности. – Москва: Мир, 1990.
89. **Зимон А.Д.** Адгезия жидкостей и смачивание. – Москва: Химия, 1974. – 416 с.: ил.
90. **Зимон А.Д.** Адгезия пыли и порошков. – Изд. 2-е пер. и доп. – Москва: Химия, 1976. – 432 с.: ил. (132 рис.). – Табл. 38. – Библиогр.: с. 416-427 (352 назв.). – Предмет. указ.: с. 428-431.
91. **Зимон А.Д., Лещенко Н.Ф.** Коллоидная химия. – Москва: Химия, 1995. – 336 с.
92. **Зимон А.Д., Лещенко Н.Ф.** Коллоидная химия. 2-е изд. – Москва: ВЛАДМО, 1999. – 320 с.
93. **Зимон А.Д., Лещенко Н.Ф.** Физическая химия. – Москва: Химия, 2000. – 320с.
94. **Зóли** // БСЭ. – Т. 9. – Москва: Сов. энциклопедия, 1972. – 623 с. – С. 560.
95. **Зонтаг Г., Штринге К.** Коагуляция и устойчивость дисперсных систем / Пер. с нем. – Л.: Химия, 1973. – 152с.: ил. (60 рис.). – Табл. 23. – Библиогр.: с. 137-146 (405 назв.). – Предмет. указ.: 147-150.
96. **Ионный обмен** (под ред. Я.Маринского). – Москва: Мир, 1968.
97. **Ионов Н.И.** Поверхностная ионизация // БСЭ. – Т. 20. – Москва: Сов. энциклопедия, 1975. – 608с. – С. 73-74.
98. **Исимару А.** Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах. – Москва: Мир, т.1-2, 1981.
99. **Исследование** основных закономерностей трения графита / В.И. Апарин, Е.А. Духовский, Л.М. Зайцев и др. // Трение и износ. – 1981. – Т. 2., № 5. – с. 771-778.
100. **Каданер Л.П.** Фізична і колоїдна хемія. – 2е вид., перероб і доп. – Київ: Вища шк., 1983. – 288 с.: іл. (110 рис.). – Табл. 4. – Додатки: с. 282-283 (2 табл.).
101. **Каргин В.А.** Избранные труды: Коллоидные системы и растворы полимеров. – Москва: Наука, 1978. – 330 с.: ил. (144 рис.). – Табл. 72. – Библиогр.: после статей (544 назв.).
102. **Карнаухов В.П., Смольянинов В.М.** Микроспектральный анализ // БМЭ. – Москва: Сов. энциклопедия, 1981. – Т. 15. – 576 с. – С. 200-202.
103. **Касаточкин В. И., Пасынский А. Г.** Физическая и коллоидная химия. – Москва: Медгиз, 1960. – 292 с.
104. **Кельцев Н.В.** Основы адсорбционной техники. – Москва: Химия, 1994.
105. **Киреев В.А.** Краткий курс физической химии. – Москва: Госхимиздат, 1959. – 596 с.: ил. (195 рис.). – Табл. 70. – Коллоидное состояние: с. 458-499; Высокополимеры и пластмассы: с. 515-569. Библиогр.: с. 570-574 (150 назв.). – Предмет. указ.: с. 580-595. – Прилож.: с. 575-579.
106. **Киреев В.А.** Краткий курс физической химии. – Москва – Ленинград: Химия, 1975. – 630с.

107. **Киселев В.Ф., Крылов О.В.** Адсорбционные процессы на поверхности полупроводников и диэлектриков. – Москва: Наука, 1978.
108. **Кисилев А.В., Лыгин В.И.** Инфракрасные спектры поверхностных соединений и адсорбированных веществ. – Москва: Наука, 1972.
109. **Кисилев А.В.** Межмолекулярные взаимодействия в адсорбции и хроматографии. – Москва: Высшая школа, 1986.
110. **Киселев А.В.** Поверхностные явления и адсорбция // Курс физической химии / Под ред. Я.И. Герасимова. – Москва: Госхимиздат, 1963. – Т. 1. – 624 с.
111. **Кислюк М.У.** Хемосорбция // БСЭ. – Т. 28. – Москва: Сов. энциклопедия, 1978. – 616 с. – С. 236.
112. **Киттель Ч.** Введение в физику твердого тела. – Москва: Наука, 1978.
113. **Клоковский Г.И., Мануйлов Л.А.** Физическая химия и химия кремния. 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Промстройиздат, 1957. – 264 с.: ил. (102 рис.). – Табл. 26. – Дисперсные системы: с. 160-193.
114. **Клоковский Г.И., Мануйлов Л.А., Чичагова Ю.Л.** Физическая и коллоидная химия, химия кремния. – Москва: Высш. шк., 1979. – 336с.
115. **Клячко Ю.А.** Нефелометрический анализ // БСЭ. – Т. 17. – Москва: Сов. энциклопедия, 1974. – 616с. – С. 527.
116. **Клячко Ю.А.** Нефелометрия // БСЭ. – Т. 17. – Москва: Сов. энциклопедия, 1974. – 616с. – С. 527.
117. **Кожевников А.В.** Электрон-ионообменники. – Ленинград: Химия, 1972. – 128 с.: ил. (20 рис.). – Табл. 29. – Библиогр.: с. 125-127 (91 назв.).
118. **Коагулянты** // БСЭ. – Т. 12. – Москва: Сов. энциклопедия, 1973. – 624 с. – С. 347.
119. **Коагуляция акустическая** // БСЭ. – Т. 12. – Москва: Сов. энциклопедия, 1973. – 624 с. – С. 348.
120. **Коалесценция** // БСЭ. – Т. 12. – Москва: Сов. энциклопедия, 1973. – 624 с. – С. 348.
121. **Колоїдна хімія** / За ред. В.В. Манка. – Київ: Вища шк., 1999. – 238с.
122. **Коллоидная химия** // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – Москва: Сов. энциклопедия, 1979. – Т. 11. – 544 с.: ил. (10 л.). – С. 147-148.
123. **Кононський О.І.** Фізична і колоїдна хімія: Підручник. – 2-е вид., доп. і випр. – Київ: Центр учбової л-ри, 2009. – 312 с.: іл. (117 рис.). – Табл. 35. – Бібліогр.: с. 299 (7 назв.). – Додатки: с. 300-301 (3 табл.). – Предмет. покажчик: с. 302-307. – ISBN 978-966-364-921-4; ISBN 978-966-7417-98-5.
124. **Корн М.Я., Варшавський В.А., Хесин Я.Е.** Люминесцентная микроскопия // БМЭ. – Москва: Сов. энциклопедия, 1980. – Т. 13. – 552 с. – С. 329-332.
125. **Костюк П.Г., Агибалов Ю.В., Цыпин А.Б.** Микроэлектродный метод исследования // БМЭ. – Москва: Сов. энциклопедия, 1981. – Т. 15. – 576 с. – С. 223-225.
126. **Красовский И.В., Вайль Е.И., Безуглый В.Д.** Физическая и коллоидная химия. – Киев: Вища шк., 1983. – 296с.
127. **Кремлев Г.И., Пексель В.А.** Флокуляция // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – Москва: Сов. энциклопедия, 1985. – Т. 26. – 560 с.: ил. (10 л.). – с. 349-350.
128. **Кузнецов В.В.** Физическая и коллоидная химия. – Москва: Высш. шк., 1964. – 387с.
129. **Кузнецов Р.А.** Активационный анализ, 2 изд. – Москва, 1974.
130. **Ландау Л.Д., Лифшиц Е.И.** Статистическая физика. ч.1. – Москва: Наука, 1976.
131. **Лебідь В.І.** Фізична хімія: Підручник. – Харків: Фолю, 2005. – 480с.: іл. (125 рис.). – Табл. 18. – 8.5. Осмос: с. 115-118; 12. Поверхневі явища та адсорбція: с. 166-174. – Контрол. Запит.: після гл. – Предмет. покаж.: с. 470-477. – Бібліогр.: с. 478- (21 назва). – ISBN 966-03-2751-X.
132. **Лившиц Е.М., Питаевский Л.П.** Статистическая физика. ч.2. – Москва: Наука, 1978.
133. **Лившиц Е.М., Питаевский Л.П.** Физическая кинетика. – Москва: Наука, 1979.
134. **Лиофилизация** // БСЭ. – Т. 14. – Москва: Сов. энциклопедия, 1973. – 624с. – С. 479-480.
135. **Липатников В.Е., Козаков К.М.** Физическая и коллоидная химия. – Москва: Высш. шк., 1975. – 200 с.
136. **Ліпатников В.Є., Козаков К.М.** Фізична і колоїдна хімія. – Київ: Вища шк., 1983. – 198с.
137. **Липатов Ю.С.** Коллоидная химия полимеров. – Киев: Наукова думка, 1984. – 344 с.: ил. (101 рис.). – Табл. 4. – Библиогр.: в конце гл. (всего 663 назв.).
138. **Липатов Ю.С.** Физико-химия наполненных полимеров. – Киев: Наукова думка, 1967. – 234 с.: ил. (244 назв.). – Табл. 127. – Библиогр.: с. 222-231 (364 назв.).
139. **Лисичкин Г.В., Юффа А.Я.** Гетерогенные металлокомплексные катализаторы. – Москва: Химия, 1981.
140. **Литвин Б.Л., Шийчук О.В.** Хімія і технологія поверхнево-активних речовин. – Івано-Франківськ: Плай, 2001. – 100 с.: іл. (16 рис.). – Табл. 14. – Бібліогр.: с. 99 (10 назв.).

141. **Лобанов В.В., Стрижак П.Е.** Курс лекцій з теорії хімічного зв'язку та основ хемосорбції. – Київ: Наукова думка, 2007. – 284 с.: іл. (рис. 118). – Табл. 18. – Бібліогр.: с. 284 (24 назви). – ISBN 978-966-00-0653-9.
142. **Лукьянов А.Б.** Физическая и коллоидная химия. – Москва: Химия, 1980. – 224с.
143. **Лукьянов А.Б.** Физическая и коллоидная химия. – Москва: Химия, 1988. – 288с.
144. **Малахова А.Я.** Физическая и коллоидная химия. – Минск: Высшая шк., 1981. – 304 с.
145. **Маленков А.Г.** Поверхностные явления // БСЭ. – Т. 20. – Москва: Сов. энциклопедия, 1975. – 608с. – С. 75-76.
146. **Малюшицкий І.П.** Фізична і колоїдна хімія : колоїдна хімія. – Київ: Радянська школа, 1964. – 184 с.
147. **Маршелл Э.** Биофизическая химия: Принципы, техника и приложения. – В 2-х том. / Пер. с англ. Б.Ю. Заславского; под ред. С.В. Рогожина. – Москва: Мир, 1981. – Т. 1. – 359 с.: ил.
148. **Мельник О.Д.** Молекулярно-кінетичні властивості дисперсних систем (курс лекцій «Колоїдна хімія»). Івано-Франківськ: Держ. техніч. ун-т нафти і газу, 2000. – 20 с.
149. **Менковский М.А., Шварцман Л.А.** Физическая и коллоидная химия. – Москва: Химия, 1981. – 296 с.
150. **Меткалф А.Дж.** Вопросы физической химии поверхности раздела // Поверхности раздела в металлических композитах. – Т.1 / Ред. А.Дж.Меткалф / Пер. с англ. С.С.Гинзбурга, Э.Я. Ольшевской; под ред. И.Л. Светлова. – Москва: Мир, 1978. – С. 77 – 136.
151. **Милнс А., Фойхт Д.** Гетеропереходы и переходы металл-полупроводник. – Москва: Мир, 1975.
152. **Мишин В.П.** Адсорбция // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – Москва: Сов. энциклопедия, 1974. – Т. 1. – XVI. – 576 с.: ил. (7 л.). – с. 116-117.
153. **Мишин В.П.** Адсорбция // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – Москва: Сов. энциклопедия, 1974. – Т. 1. – XVI. – 576 с.: ил. (7 л.). – с. 18.
154. **Мишин В.П.** Гели // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – Москва: Сов. энциклопедия, 1977. – Т. 5. – XVI. – 568 с.: ил. (9 л.). – с. 82.
155. **Мишин В.П.** Дисперсные системы // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – Москва: Сов. энциклопедия, 1977. – Т. 7. – 548 с.: ил. (8 л.). – с. 364.
156. **Мишин В.П.** Золи // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – Москва: Сов. энциклопедия, 1978. – Т. 8. – 528 с.: ил. (9 л.). – с. 466.
157. **Мишин В.П.** Пептизация // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – Москва: Сов. энциклопедия, 1982. – Т. 18. – 528 с.: ил. (9 л.). – с. 472-473.
158. **Мишин В.П.** Растворы // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – Москва: Сов. энциклопедия, 1984. – Т. 22. – 544 с.: ил. (9 л.). – с. 8-10.
159. **Мишин В.П.** Сольватация // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – Москва: Сов. энциклопедия, 1984. – Т. 23. – 544 с.: ил. (11 л.). – с. 501-502.
160. **Мишин В.П., Волкова З.А.** Растворители // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – Москва: Сов. энциклопедия, 1984. – Т. 22. – 544 с.: ил. (9 л.). – с. 7-8.
161. **Мишин В.П., Осиповский С.А.** Осмотическое давление // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – Москва: Сов. энциклопедия, 1981. – Т. 17. – 512 с.: ил. (10 л.). – с. 447-449.
162. **Модифицированные кремнеземы в сорбции, катализе й хроматографии** (под ред. Г.В. Лисичкина). – Москва: Химия, 1986.
163. **Мороз А.С., Ковальова А.Г.** Фізична та колоїдна хімія. – Львів: Світ, 1994. – 278с.
164. **Моррисон С.** Химическая физика поверхности твердого тела. – Москва: Мир, 1980.
165. **Мчедлов-Петросян М.О.** Колоїдна хімія / М.О.Мчедлов-Петросян, В.І.Лебідь, О.М.Глазкова та ін. / За ред. М.О. Мчедлова-Петросяна – Харків: Фолю, 2005. – 304с.: іл. (66 рис.). – Табл. 37. – Задачі: с. 231-298. – Бібліогр.: с. 300-301 (26 назв). – ISBN 966-03-2740-4.
166. **Наточин Ю.В.** Осморегуляция // БСЭ. – Т. 18. – Москва: Сов. энциклопедия, 1974. – 632 с. – С. 563-564.
167. **Наточин Ю.В., Кабанов В.В.** Осмотическое давление // БСЭ. – Т. 18. – Москва: Сов. энциклопедия, 1974. – 632 с. – С. 564-565.

168. **Неймарк И.Е.** Синтетические минеральные адсорбенты и носители катализаторов. – Киев: Наукова думка, 1982.
169. **Нестеренко Б.А., Снитко О.В.** Физические свойства атомарно-чистой поверхности полупроводников. – Киев: Наукова Думка, 1983.
170. **Нижник В.В., Волошинец В.А., Усков І.О.** Фізична хімія дисперсних систем та полімерів: Підручник. – Київ: Фітосоціоцентр, 2009. – 248 с.: іл. (119 рис.). – Табл. 5. – Бібліогр.: с. 244 (18 назв.). – Перелік умовних позначень: с. 3-4. – ISBN 978-966-306-151-9.
171. **Огенко ВМ., Розенбаум В.М., Чуйко А.А.** Теория колебаний и переориентаций поверхностных групп атомов. – Киев: Наукова Думка, 1991.
172. **Оно С., Кондо С.** Молекулярная теория поверхностного натяжения в жидкостях. – М.: ИЛ, 1963.
173. **Основные сведения по физической и коллоидной химии //Теплоэнергетика и теплотехника: Общие вопросы. Справочник в 4-х кн. /Под ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. – Кн. 1. – Москва: Энергоатомиздат, 1987. – С. 239 – 276.**
174. **Остафійчук Б.К., Рувінський М.А., Фреїк Д.М., Яцура М.М.** Курс фізики. Хвильова оптика. – Київ-Івано-Франківськ: Плай, 1998.
175. **Павлов В.П.** Броуновское движение // БСЭ. – Т. 4. – Москва: Сов. энциклопедия, 1971.–600 с. – С. 57.
176. **Павлов П.В., Хохлов А.Ф.** Физика твёрдого тела. – Москва: Высшая школа, 2000.
177. **Пасьинский А.Г.** Гидратация // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – Москва: Сов. энциклопедия, 1977. – Т. 5. – XVI. – 568 с.: ил. (9 л.). – с. 365-366.
178. **Пасьинский А.Г.** Коллоидная химия. – Москва: Высш. шк., 1968. – 232 с.: ил.
179. **Пебалк В.Л.** Абсорбция // БСЭ. – Т. 1. – Москва: Сов. энциклопедия, 1970. – 608 с. – С. 36.
180. **Пека Г.П.** Физика поверхности полупроводников. – Киев: изд. КГУ, 1967.
181. **Пеккель В.А.** Электроосмос // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – Москва: Сов. энциклопедия, 1986. – Т. 28. – 544 с.: ил. (12 л.). – с. 97-98.
182. **Пермяков Н.К., Могилевский Г.М.** Микроскопические методы исследования // БМЭ. – Москва: Сов. энциклопедия, 1981. – Т. 15. – 576 с. – С. 198-200.
183. **Петров Ю.И.** Физика малых частиц. – Москва: Наука, 1982.
184. **Писаренко А.П., Поспелова К.А., Яковлев А.Г.** Курс коллоидной химии. – Москва: Высшая шк., 1969. – 248 с.
185. **Поверхностно-активные вещества: Справочник / Под ред. А.А. Абрамзона, Г.М. Гаевого. – Ленинград: Химия, 1979. – 376с.**
186. **Поверхностное давление // БСЭ. – Т. 20. – Москва: Сов. энциклопедия, 1975. – 608с. – С. 75.**
187. **Поверхностное натяжение // БСЭ. – Т. 20. – Москва: Сов. энциклопедия, 1975. – 608с. – С. 75.**
188. **Путилова И.Н.** Коагуляция // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – Москва: Сов. энциклопедия, 1979. – Т. 10. – XVI. – 528 с.: ил. (9 л.). – с. 487-488.
189. **Путилова И.Н.** Коллоидная защита // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – Москва: Сов. энциклопедия, 1979. – Т. 11. – 544 с.: ил. (10 л.). – С. 146-147.
190. **Путилова И.Н.** Коллоиды // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – Москва: Сов. энциклопедия, 1979. – Т. 11. – 544 с.: ил. (10 л.). – С. 148-152.
191. **Равич – Щербо М.И., Новиков В.В.** Физическая и коллоидная химия. – Москва: Высш. шк., 1975. – 256с.: ил. (115 рис.). – Табл. 44. – Библиогр.: с. 245 (17 назв.). – Предмет. указ.: с. 246-251.
192. **Раменский Е.В., Улащик В.С.** Электрофорез // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – Москва: Сов. энциклопедия, 1986. – Т. 28. – 544 с.: ил. (12 л.). – с. 115-119.
193. **Ребиндер П.А.** Гомогенные системы // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – Москва: Сов. энциклопедия, 1977. – Т. 6. – 632 с.: ил. (16 л.). – с. 313.
194. **Ребиндер П.А.** Диспергирование // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АМН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – Москва: Сов. энциклопедия, 1977. – Т. 7. – 548 с.: ил. (8 л.). – с. 362-363.
195. **Ребиндер П.А.** Поверхностные явления в дисперсных системах: Коллоидная химия. – Москва: Наука, 1978. – 368с.
196. **Ребиндер П.А.** Поверхностные явления в дисперсных системах: Физико-химическая механика. – Москва: Наука, 1979. – 384с.

197. **Ребиндер П.А., Шиц Л.А.** Коллоидная химия / БСЭ. – Т. 12. – Москва: Сов. энциклопедия, 1973. – С. 435-436.
198. **Робертс М., Макки Ч.** Химия поверхности раздела металл-газ / Пер. с англ. И.В. Важениной; под ред. В.М. Грязнова. – Москва: Мир, 1981. – 540 с.: ил.: – Рис. 242. – Табл. 43. – Гл. 4. Электронная спектроскопия: с. 169-209. – Гл. 5. Инфракрасная спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния и спектроскопия с электронным и ионным возбуждением: с. 210-229. – Приложения: Волновая теория: с. 524-529. – Библиогр.: после гл. (978 назв.). – Предмет. указ.: с. 530-534.
199. **Рувінський М.А., Остафійчук Б.К., Галушак М.О., Фреїк Д.М., Яцура М.М.** Курс фізики. Квантова фізика атомів і конденсованих середовищ. – Київ-Івано-Франківськ: Плаї, 1998.
200. **Румер Ю.Б., Рывкин М.Ш.** Термодинамика и статистическая физика и кинетика. – Москва: Наука, 1977.
201. **Русанов А.И.** Фазовые равновесия и поверхностные явления. – Ленинград: Химия, 1967. – 388 с.: ил.
202. **Рюмцев Е.И.** Жидкие кристаллы // БСЭ. – Т. 9. – Москва: Сов. энциклопедия, 1972. – 624с. – С. 196.
203. **Седиментация** // БСЭ. – Т. 23. – Москва: Сов. энциклопедия, 1976. – 640 с. – С. 167.
204. **Серов В.В.** Смазочно-охлаждающие жидкости // БСЭ. – Т. 23. – Москва: Сов. энциклопедия, 1976. – 640 с. – С. 500-601.
205. **Синицын В.В.** Смазка в технике // БСЭ. – Т. 23. – Москва: Сов. энциклопедия, 1976. – 640 с. – С. 600.
206. **Смазочные материалы** // БСЭ. – Т. 23. – Москва: Сов. энциклопедия, 1976. – 640 с. – С. 601.
207. **Смит А.** Прикладная ИК-спектроскопия. – Москва: Мир, 1982.
208. **Современные композиционные материалы** / Под ред. Л. Браутмана, Р. Крока / Пер с англ. Г.С. Петеленой, В.Н. Грибкова, С.И. Троянова; под ред. И.Л. Светлова. – Москва: Мир, 1970. – 627 с.
209. **Солюбилизация** // БСЭ. – Т. 24 (I). – Москва: Сов. энциклопедия, 1976. – 608 с. – С. 166.
210. **Сорбенты** // БСЭ. – Т. 24 (I). – Москва: Сов. энциклопедия, 1976. – 608 с. – С. 191.
211. **Сорбция** // БСЭ. – Т. 24 (I). – Москва: Сов. энциклопедия, 1976. – 608 с. – С. 191-192.
212. **Спроул Р.** Современная физика. Квантовая физика атомов, твердого тела и ядер. – Москва: Наука, 1974.
213. **Стрельцов О.А., Вовкотруб М.П.** Коллоидная химия: Практикум. – Киев: Изд-во УСХА, 1990. – 71 с.
214. **Строение и свойства адсорбентов и катализаторов** (под ред. Б.Г. Линсена). – Москва: Мир, 1973.
215. **Стромберг А.Г., Семченко Д.П.** Физическая химия: Учебник / Под ред. А.Г. Стромберга. – 3-е изд., исправ. и доп. – Москва: Высш. шк., 1999. – 528 с.: ил. (151 рис.). – Табл. 5. – Строение двойного электрического слоя на границе электрод-раствор электролита: с. 275-283. – Библиогр.: с. 511-515 (176 назв.). – Предмет. указ.: с. 516-522. – Приложение: с. 489-510. – 1. Введение в теорию самоорганизацию материи. Элементы синергетики: с. 489-506; 2. Введение в теорию фракталов: с. 506-510. – ISBN 5-06-003627-8.
216. **Суворов А.Л.** Структура и свойства поверхностных атомных слоев металлов. – Москва: Энергоатомиздат, 1989.
217. **Сумаруков Г.В.** Электрокинетические явления // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. – 3-е изд. – Москва: Сов. энциклопедия, 1986. – Т. 28. – 544 с.: ил. (12 л.). – С. 77.
218. **Сумм Б.Д., Горюнов Ю.В.** Физико-химические основы смачивания и растекания. – Москва: Химия, 1976. – 232 с.: ил.
219. **Тагер А.А.** Физико-химия полимеров. – Москва: Химия, 1968. – 536 с.: ил. (240 рис.). – Табл. 35. – Библиогр.: после гл. (430 назв.). – Предмет. указ.: с. 522-536.
220. **Тертых В.А., Беляков Л.А.** Химические реакции с участием поверхности кремнезема. – Киев: Наукова думка, 1991.
221. **Тимофеев К.Н.** Электронный парамагнитный резонанс // БМЭ. – Москва: Сов. энциклопедия, 1986. – Т. 28. – 544с. – С. 96-97.
222. **Тихоненко Т.И.** Сорбция // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. – 3-е изд. – Москва: Сов. энциклопедия, 1984. – Т. 23. – 544 с.: ил. (11 л.). – С. 527-528.
223. **Уиллис Р., Ньонс Д.** Физика поверхности: колебательная спектроскопия адсорбатов. – Москва: Мир, 1984.
224. **Усков И.А., Еременко Б.В., Пелишенко С.С., Нижник В.В.** Коллоидная химия. – Киев: Вища шк., 1988. – 167с.
225. **Успехи коллоидной химии: Збірник наук. праць** / Отв. ред. П.А. Ребиндер, Г.И. Фукс / Авт. статей: Г.М. Бартенев, С.С. Воюцкий, С.Ю. Жуховицкий, Г. Зоннтаг, Ю.С. Липатов, П.А. Ребиндер,

- Г.М. Сеницына, Д.А. Фридрихсберг, Г.И. Фукс, Е.Д. Шукин и др. – Москва: Наука, 1973. – 368 с.: ил. (237 рис.). – Табл. 37. – Библиогр.: после статей (всего 1226 назв.).
226. **Уэрт Ч., Томсон Р.** Физика твердого тела. – Москва: Мир, 1966.
227. **Фелдман Л., Майер Д.** Основы анализа поверхности и тонких пленок. – Москва: Мир, 1989.
228. **Физика твердого тела: Учебное пособие / И.К. Верещагин, С.М. Кокин, В.А. Микитенко и др. /** Под ред. И.К. Верещагина. – Москва: Высш.шк., 2001. – 237 с. – ISBN 5-06-004024-0.
229. **Физика тонких пленок: Современное состояние исследований и технические приложения. – Т.IV /** Под общ. редакцией Г. Хасса, Р.Э. Туна / Пер. с англ. под ред. В.Б. Сандомирского, А.Г. Ждана. – Москва: Мир, 1970. – 440 с.
230. **Физико-химическая механика дисперсных структур.** – Москва: Наука, 1966.
231. **Фирсов Н.Н.** Вязкость // БСЭ. – Т. 5. – Москва: Сов. энциклопедия, 1971. – 640 с. – С. 604-605.
232. **Фишер И.З.** Жидкость // БСЭ. – Т. 9. – Москва: Сов. энциклопедия, 1972. – 624с. – С. 199-201.
233. **Фізична і колоїдна хімія / В.І. Кабачний, Л.К. Осіпенко, Л.Д. Грицан та ін.** – Харків: Прапор, вид-во Укр.ФА, 1999. – 368 с.: іл. (137 рис.). – Табл. 8. – Бібліогр.: с. 358 (25 назв.). – Предмет. покажчик: с. 359-363. – Контрол. питання і задачі: після гл. – ISBN 5-7766-0765-5; ISBN 966-615-021-2.
234. **Фізична та колоїдна хімія. Збірник задач: Навч. посібник / В.І. Кабачний, Л.К. Осіпенко, Л.Д. Грицан та ін. /** За ред. В.І. Калачного. – Харків: НФАУ; Золоті сторінки, 2001. – 208 с.: іл. (22 рис.). – Додатки: с. 195-203 (11 табл.). – Відповіді до задач: с. 181-194. – ISBN 966-615-074-3, ISBN 966-95981-1-7.
235. **Фізична та колоїдна хімія.** – Вип. III. – Метод. вказівки до проведення лаб.-практ. занять студ. агробіол. / Уклад. Я.П. Меженний. – Київ: Урожай, 1964. – 146с. – Додатки: с. 138-144 (10 табл.).
236. **Френк Д.М., Галушак М.А., Межиловская Л.И.** Физика и технология полупроводниковых пленок. – Ленинград: Вища школа, 1988.
237. **Фридрихсберг Д.А.** Курс коллоидной химии. – Ленинград: Химия, 1974. – 352с.: ил. (135 рис.). – Табл. 135. – Библиогр.: с. 342 (25 назв.). – Предмет. указ.: с. 343-347. – Авт. указ.: с. 347-348.
238. **Фридрихсберг Д.А.** Курс коллоидной химии: учеб. для вузов / изд. 2-е перераб и доп. – Ленинград: Химия, 1984. – 368с.: ил. (121 рис.). – Табл. 13. – Библиогр.: с. 357 (32 назв.). – Список обознач.: с. 358-360. – Авт. указ.: с. 361-363. – Предмет. указ.: с. 364-368.
239. **Фролов Ю.Г.** Курс коллоидной химии. – Москва: Химия, 1982. – 400с.: ил. (115 рис.). – Табл. 11. – Библиогр.: с. 395 (6 назв.). – Предмет. указ.: с. 396-400.
240. **Фролов Ю.Г.** Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. – Москва: Химия, 1988. – 464с.
241. **Фукс Н.А.** Аэрозоли // БСЭ. – Т. 2. – Москва: Сов. энциклопедия, 1970. – 632 с. – С. 485-486.
242. **Харрисон У.** Теория твердого тела. – Москва: Мир, 1972.
243. **Черепин В.Т., Васильев М.А.** Методы и приборы для анализа поверхности материалов. Справочник. – Киев: Наукова думка, 1982.
244. **Черепин В.Т.** Ионный микронзондовый анализ. – Киев: Наукова думка, 1992.
245. **Чернов А.А.** Кристаллизация // БСЭ. – Т.13. – С. 435-438.
246. **Чернов Н.Н.** Электрофорез // БСЭ. – Т. 30. – Москва: Сов. энциклопедия, 1978. – 632 с. – С. 121.
247. **Чуйко А.А., Горлов Ю.И., Лобанов В.В.** Строение и химия поверхности кремнезема / Под ред. П.П. Горбика. – Киев: Наук. Думка, 2007. – 354 с.: ил. (рис. 74). – Табл. 5. – Библиогр.: с. 285-335 (801 назв.). – ISBN 966-00-0800-7.
248. **Чуйко А.А., Горлов Ю.И.** Химия поверхности кремнезема. Строение поверхности, активные центры, механизмы сорбции – Киев: Наукова думка, 1992.
249. **Чурбаков В.Ф., Осташкова И.В., Русихина Л.П.** Химия поверхностных явлений. – Москва: Моск. горный ин-т, 1988. – 76 с.: ил. (27 рис.). – Табл. 7.
250. **Чурюканов В.В.** Адсорбирующие вещества // Большая медицинская энциклопедия. – В 30-ти том. [АН СССР] / Гл. ред. Б.В. Петровский. – 3-е изд. – Москва: Сов. энциклопедия, 1974. – Т. 1. – XVI. – 576 с.: ил. (7 л.). – с. 116.
251. **Шелудко А.** Коллоидная химия / Пер. с болг. – Москва: Мир, 1984. – 320с.
252. **Шимулис В.И.** Адгезия // БСЭ. – Т. 1. – Москва: Сов. энциклопедия, 1970. – 608 с. – С. 219-220.
253. **Шимулис В.И.** Адсорбенты // БСЭ. – Т. 1. – Москва: Сов. энциклопедия, 1970. – 608 с. – С. 238.
254. **Шимулис В.И.** Адсорбция // БСЭ. – Т. 1. – Москва: Сов. энциклопедия, 1970. – 608 с. – С. 239-240.
255. **Шинода К., Накагава Т., Тамамуси Б., Исемура Т.** Коллоидные поверхностно-активные вещества /Пер. с англ. Под ред А.Б. Таубмана, З.Н.Маркиной. – Москва: Мир, 1966. – 320 с.
256. **Шниц Л.А.** Дисперсная структура // БСЭ.– Т. 8.– Москва: Сов. энциклопедия, 1972.– 592 с. – С. 307-308.
257. **Шниц Л.А.** Коагуляция // БСЭ. – Т. 12. – Москва: Сов. энциклопедия, 1973. – 624 с. – С. 347.
258. **Шниц Л.А.** Коцервация // БСЭ. – Т. 12. – Москва: Сов. энциклопедия, 1973. – 624 с. – С. 348-349.

259. **Шиц Л.А.** Коллоидные системы / БСЭ. – Т. 12. – Москва: Сов. энциклопедия, 1973. – С. 436.
260. **Шиц Л.А.** Лиофильность и лиофобность // БСЭ. – Т. 14. – Москва: Сов. энциклопедия, 1973. – С. 624с. – С. 480.
261. **Шиц Л.А.** Лиофильные и лиофобные коллоиды // БСЭ. – Т. 14. – Москва: Сов. энциклопедия, 1973. – С. 624с. – С. 480.
262. **Шиц Л.А.** Мицелла // БСЭ. – Т. 16. – Москва: Сов. энциклопедия, 1974. – С. 616с. – С. 351-352.
263. **Шиц Л.А.** Осмос // БСЭ. – Т. 18. – Москва: Сов. энциклопедия, 1974. – С. 632 с. – С. 564.
264. **Шиц Л.А.** Поверхностная энергия // БСЭ. – Т. 20. – Москва: Сов. энциклопедия, 1975. – С. 608с. – С. 74.
265. **Шиц Л.А.** Поверхностно-активные вещества // БСЭ. – Т. 20. – Москва: Сов. энциклопедия, 1975. – С. 608с. – С. 74-75.
266. **Шиц Л.А.** Поверхностный слой // БСЭ. – Т. 20. – Москва: Сов. энциклопедия, 1975. – С. 608с. – С. 77.
267. **Шиц Л.А.** Поверхность удельная // БСЭ. – Т. 20. – Москва: Сов. энциклопедия, 1975. – С. 608с. – С. 77-78.
268. **Шиц Л.А.** Смазочное действие // БСЭ. – Т. 23. – Москва: Сов. энциклопедия, 1976. – С. 640 с. – С. 600.
269. **Шиц Л.А.** Смачивание // БСЭ. – Т. 23. – Москва: Сов. энциклопедия, 1976. – С. 640 с. – С. 601-602.
270. **Шиц Л.А.** Суспензии // БСЭ. – Т. 25. – Москва: Сов. энциклопедия, 1976. – С. 600 с. – С. 96.
271. **Шлефер Г.Л.** Комплексообразование в растворах: Методы определения состава и констант устойчивости комплексных соединений в растворах. – Пер. с нем. М.И. Гельфмана; под ред. А.А. Гринберга. – Москва - Ленинград: Химия, 1964. – 380 с.: ил. (73 рис.). – Табл. 29. – Библиогр.: после гл. + подстроч. (734 назв.). – Предмет. указ.: с. 374-379.
272. **Щукин Е.Д.** Физико-химическая механика // БСЭ. – Т. 27. – Москва: Сов. энциклопедия, 1977. – С. 624 с. – С. 352-353.
273. **Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А.** Коллоидная химия. – Москва: Изд-во МГУ, 1982. – С. 348 с.
274. **Экспериментальные методы в адсорбции и молекулярной хроматографии** (под ред. А.В. Киселева и В.П. Древинга). – Москва: Изд-во МГУ, 1973.
275. **Электрокинетический потенциал** // БСЭ. – Т. 30. – Москва: Сов. энциклопедия, 1978. – С. 632 с. – С. 61.
276. **Электрокоагуляция** // БСЭ. – Т. 30. – Москва: Сов. энциклопедия, 1978. – С. 632 с. – С. 61.
277. **Электроосмос** // БСЭ. – Т. 30. – Москва: Сов. энциклопедия, 1978. – С. 632 с. – С. 99.
278. **Я. де Бур.** Динамический характер адсорбции. – Москва: Изд-во иностр. лит., 1962.
279. **De Soete D., Gijbels R., Hoste J.,** Neutron activation analysis, L., 1972.
280. **Nondestructive activation analysis**, ed. by S. Amiel, Amst.-[a. o.], 1981.

Укладачі:

Сиренко Г.О. – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теоретичної та прикладної хемії.

Фреїк Д.М. – доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри фізики і хемії твердого тіла.

Солтис Л.М. – аспірант кафедри теоретичної та прикладної хемії.

Кузишин О.В. – викладач кафедри теоретичної та прикладної хемії.

Рецензент

Мідак Л.Я. – кандидат хімічних наук, доцент кафедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.