

Программа Профиля «Химия и науки о материалах»

В этом документе представлены темы, задания по которым необходимо будет решать в ходе 2 этапа Олимпиады Open Doors. Темы сгруппированы по областям и сопровождаются списком рекомендуемой литературы на русском и английском языках.

Компетентностная модель

Для успешного выполнения заданий Олимпиады абитуриент должен:

- знать основы общей, неорганической, аналитической и органической химии, химической термодинамики, кинетики и теории растворов, теории фазовых равновесий, материаловедения;
- уметь применять приобретённые знания для решения практических и теоретических задач, находить и анализировать необходимые данные, выбирать и применять адекватные методы исследования, а также анализировать полученные результаты;
- владеть навыками решения теоретических и практических задач, поиска информации и выбора корректных данных, использования адекватных методов анализа и характеристики веществ и материалов, а также анализа и трактовки полученных результатов.

Тематическое содержание Профиля

Тематический блок 1. Общая и неорганическая химия

1. Основные типы химической связи и геометрия многоатомных молекул.
2. Кислотно-основное равновесие, растворы сильных и слабых электролитов.
3. Гетерогенные равновесия в системе осадок – насыщенный раствор малорастворимого электролита.
4. Окислительно-восстановительные равновесия, стандартные, реальные и формальные редокс-потенциалы.
5. Строение и изомерия комплексных соединений, равновесия в растворах комплексных соединений.
6. Типичные валентности, степени окисления, образуемые соединения, их физические и химические свойства, применение в промышленности и народном хозяйстве.

Тематический блок 2. Физическая химия

1. Первый закон термодинамики и его применение (внутренняя энергия, энтальпия, теплота и работа, равновесные и неравновесные процессы).
2. Термохимия, теплоемкости, Закон Гесса, уравнение Кирхгофа.
3. Второй закон термодинамики (энтропия, термодинамические потенциалы и характеристические функции).
4. Фундаментальное уравнение Гиббса, уравнения Гиббса-Гельмгольца, теорема Нерста, постулат Планка, химический потенциал.
5. Фазовые равновесия: гетерогенные системы, правило фаз Гиббса, уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
6. Фазовые диаграммы, свойства растворов.
7. Поверхностные явления, термодинамика поверхностных явлений, адсорбция, изотермы адсорбции Гиббса и Ленгмюра.
8. Термодинамика электрохимических систем: электрохимический потенциал и условия равновесия, ЭДС электрохимического элемента, электродный потенциал. Уравнение Нерста.

9. Электропроводность растворов электролитов, подвижность ионов и числа переноса, теория Дебая – Хюккеля.

10. Химическая кинетика и катализ: влияние температуры на скорость реакции, уравнение Аррениуса, энергия активации, способы её определения.

11. Химические равновесия: закон действующих масс и константа равновесия, уравнения изотермы, изобары и изохоры химической реакции.

Тематический блок 3. Органическая химия

1. Описание строения органических молекул: природа химической связи, распределение электронной плотности в молекуле, виды изомерии молекул органических соединений.

2. Основные классы органических соединений, способы их синтеза и химические трансформации.

3. Механизмы реакций с учетом электронного и пространственного строения реагентов и субстратов.

4. Природные источники органических соединений, основные способы синтеза базовых веществ, превращения этих соединений в другие, включая как лабораторные, так и промышленные методы.

5. Основные пути использования органических соединений для нужд человечества.

6. Основы взаимодействия органических веществ с живыми организмами, включая экологические аспекты органического химического производства.

7. Основы молекулярной спектроскопии (ИК, УФ, ЯМР), а также масс-спектрометрии и РСА.

Тематический блок 4. Аналитическая химия

1. Теория сильных электролитов. Суммарная концентрация и активность ионов в растворе. Коэффициент активности ионов и ионная сила раствора.

2. Применение закона действующих масс к кислотно-основным равновесиям. Буферные растворы. Расчет pH растворов.

3. Качественный анализ. Чувствительность аналитических реакций. Основные аналитические группы катионов и анионов.

4. Титриметрический анализ. Методы выражения концентраций, используемые для расчетов в титриметрическом анализе. Молярная масса эквивалента. Расчет массы определяемого вещества в анализируемом растворе. Прямое титрование. Заместительное титрование. Обратное титрование.

5. Виды титрования. Кислотно-основное титрование. Окислительно-восстановительное титрование. Осадочное титрование. Комплексонометрическое титрование

Тематический блок 5. Химия твердого тела

1. Основные принципы строения периодических кристаллов: операции и элементы симметрии, выбор элементарной ячейки, точечные и пространственные группы симметрии, плотнейшие упаковки и координационные полиэдры при описании кристаллических структур, полиморфизм.

2. Точечные дефекты в кристаллах и взаимосвязь их концентрации, концентрации примесей, нестехиометрии и состава атмосферы над образцом.

3. Протяжённые дефекты: дислокации, дисклинации, дефекты упаковки. Взаимодействие точечных и протяжённых дефектов между собой.

4. Фазовые переходы первого и второго рода, правило фаз Гиббса, кривая «растворение-кристаллизация», понятие метастабильной зоны кристаллизации.

5. Молекулярно-кинетическая теория роста кристаллов (модель Косселя-Странского, закон Браве, правило Кюри-Вульфа, формы роста кристаллов, эпитаксиальный рост кристаллов, двойниковый рост кристаллов).

6. Свойства твёрдых веществ и их взаимосвязь со структурой объёма и поверхности, наличием, типом и концентрацией дефектов, размером и формой частиц.

7. Электронное строение твёрдых тел: зонное строение, металлы, полупроводники, диэлектрики, электронная и дырочная проводимость.

Тематический блок 6. Науки о материалах

1. Кристаллическое строение, механические и физические свойства металлов, керамики и полимеров.

2. Характеристики микроструктуры материалов, влияние размера зерна на механические и физические свойства металлов и керамики (соотношение Холла-Петча).

3. Композиционные материалы: структура и механические свойства, механизмы упрочнения металлов, сочетание различных механизмов упрочнения в композитах с металлическими матрицами, применение правила смесей для расчётов механических и физических характеристик композитов.

4. Твёрдые растворы: виды и структура; правило Вегарда для твёрдых растворов, сплавы и интерметаллиды.

5. Диаграмма деформирования (σ – ϵ) для твёрдых тел (пределы текучести, упругости и прочности).

6. Усталость материалов: предел усталости, циклы переменных напряжений и их характеристики, кривая усталости.

7. Диаграмма Fe-C (превращения в сталях, структура и свойства сталей).

Список рекомендованных источников

Тематический блок 1. Общая и неорганическая химия

Название источника	Соответствующая тема
1. Atkins P.W., Shriver D.F. «Inorganic Chemistry» W. H. Freeman and Company, 2010 – 851p URL:// https://archive.org/details/inorganic-chemistry-atkins-shriver-pdf/page/n5/mode/2up (свободный доступ)	1) Основные типы химической связи и геометрия многоатомных молекул 5) Строение и изомерия комплексных соединений, равновесия в растворах комплексных соединений.
2. Petrucci Ralph H., Herring F. Geoffrey, Madura Jeffrey D., Bissonette Carey. General Chemistry: Principles and Modern Applications – 11th Edition. – Toronto: Pearson, 2017. 1496 p. URL:// https://chemistry.com.pk/books/general-chemistry-11e-petrucci-herring/ (ограниченный доступ)	4) Окислительно-восстановительные равновесия, стандартные, реальные и формальные редокс-потенциалы. 5) Строение и изомерия комплексных соединений, равновесия в растворах комплексных соединений.
3. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. Учеб. для вузов. М.: Изд. Центр «Академия», 2001. 743 с. URL:// https://vk.com/wall-120203091_13270 (свободный доступ)	1) Основные типы химической связи и геометрия многоатомных молекул 3) Гетерогенные равновесия в системе осадок – насыщенный раствор малорастворимого электролита

<p>URL:// https://pdf.11klasov.net/17157-obschaja-i-neorganicheskaja-himija-ahmetov-ns.html (свободный доступ)</p>	<p>б) Типичные валентности, степени окисления, образуемые соединения, их физические и химические свойства, применение в промышленности и народном хозяйстве</p>
<p>4. Жмурко Г.П., Казакова Е.Ф., Кузнецов В.Н., Яценко А.В. – Общая химия М.: Издательский дом «Академия», 2011 -512с. URL: Zhmurko_Obschaya_khimia.pdf (свободный доступ)</p>	<p>1) Основные типы химической связи и геометрия многоатомных молекул 2) Кислотно-основное равновесие, растворы сильных и слабых электролитов. 4) Окислительно-восстановительные равновесия, стандартные, реальные и формальные редокс-потенциалы. 5) Строение и изомерия комплексных соединений, равновесия в растворах комплексных соединений.</p>
<p>5. Тамм М.Е., Третьяков Ю.Д. Неорганическая химия. Том 1. М.: Издательский дом «Академия», 2004 -240с. URL://https://cdn.bc-pf.org/resources/chemistry/inorg_chem/Tretyakov_neorg_himiya_tom_1.pdf (свободный доступ)</p>	<p>1) Основные типы химической связи и геометрия многоатомных молекул 4) Окислительно-восстановительные равновесия, стандартные, реальные и формальные редокс-потенциалы.</p>
<p>6. Шевельков А.В., Дроздов А.А., Тамм М.Е. Неорганическая химия. Учебник. М.: Лаборатория знаний, 2021 -586с. URL://https://vk.com/doc257509691_656375317?hash=kNpQKgvaU3MTn8Vml7rKu8WJK9v9qnD39gGHhsZdKBk&dl=AHkqb2hfGditNjeCwnzUwOn8XOQtPMfb437X92Rv3eD (свободный доступ)</p>	<p>5) Строение и изомерия комплексных соединений, равновесия в растворах комплексных соединений.</p>

Тематический блок 2. Физическая химия

Название источника	Соответствующая тема
<p>1. Job G. and Rüffler R., Physical Chemistry from a Different Angle Workbook. Springer Cham, 2019. 291 p. URL://https://doi.org/10.1007/978-3-030-28491-6 (ограниченный доступ)</p>	<p>8) Термодинамика электрохимических систем: электрохимический потенциал и условия равновесия, ЭДС электрохимического элемента, электродный потенциал. Уравнение Нернста. 9) Электропроводность растворов электролитов, подвижность ионов и числа переноса, теория Дебая – Хюккеля. 10) Химическая кинетика и катализ: влияние температуры на скорость реакции, уравнение Аррениуса, энергия активации, способы её определения</p>
<p>2. Hofmann, A. Physical Chemistry Essentials. // Physico-chemical Data and Resources, Springer, Cham., 2018. pp.1-11.</p>	<p>1) Первый закон термодинамики и его применение (внутренняя энергия,</p>

<p>URL://https://doi.org/10.1007/978-3-319-74167-3_1 (ограниченный доступ)</p>	<p>энтальпия, теплота и работа, равновесные и неравновесные процессы). 2) Термохимия, теплостойкости, Закон Гесса, уравнение Кирхгофа. 3) Второй закон термодинамики (энтропия, термодинамические потенциалы и характеристические функции). 4) Фундаментальное уравнение Гиббса, уравнения Гиббса-Гельмгольца, теорема Нерста, постулат Планка, химический потенциал. 5) Фазовые равновесия: гетерогенные системы, правило фаз Гиббса, уравнение Клапейрона-Клаузиуса. 6) Фазовые диаграммы, свойства растворов. 8) Термодинамика электрохимических систем: электрохимический потенциал и условия равновесия, ЭДС электрохимического элемента, электродный потенциал. Уравнение Нерста. 9) Электропроводность растворов электролитов, подвижность ионов и числа переноса, теория Дебая – Хюккеля. 10) Химическая кинетика и катализ: влияние температуры на скорость реакции, уравнение Аррениуса, энергия активации, способы её определения. 11) Химические равновесия: закон действующих масс и константа равновесия, уравнения изотермы, изобары и изохоры химической реакции</p>
<p>3. Keszei, E. Chemical Thermodynamics. Springer Berlin Heidelberg, 2012. 354 p. URL://https://doi.org/10.1007/978-3-642-19864-9 (ограниченный доступ)</p>	<p>1) Первый закон термодинамики и его применение (внутренняя энергия, энтальпия, теплота и работа, равновесные и неравновесные процессы). 2) Термохимия, теплостойкости, Закон Гесса, уравнение Кирхгофа. 3) Второй закон термодинамики (энтропия, термодинамические потенциалы и характеристические функции). 4) Фундаментальное уравнение Гиббса, уравнения Гиббса-Гельмгольца, теорема Нерста, постулат Планка, химический потенциал</p>
<p>4. Mário J. de Oliveira Equilibrium Thermodynamics. Springer Berlin, Heidelberg, 2017. 400 p.</p>	<p>5) Фазовые равновесия: гетерогенные системы, правило фаз Гиббса, уравнение Клапейрона-Клаузиуса.</p>

<p>URL://https://doi.org/10.1007/978-3-662-53207-2 (ограниченный доступ)</p>	<p>6) Фазовые диаграммы, свойства растворов 11) Химические равновесия: закон действующих масс и константа равновесия, уравнения изотермы, изобары и изохоры химической реакции</p>
<p>5. Pashley Richard M., Karaman Marilyn E. Applied Colloid and Surface Chemistry, 2nd Edition. John Wiley & Sons, 2021. 256 p. URL://https://books.google.ru/books/about/Applied_Colloid_and_Surface_Chemistry.html?id=yNU7EAAAQBAJ&redir_esc=y (ограниченный доступ)</p>	<p>7) Поверхностные явления, термодинамика поверхностных явлений, адсорбция, изотермы адсорбции Гиббса и Ленгмюра.</p>
<p>6. Shchukin, E.D., Pertsov, A.V., Amelina, E.A., Zelenev, A.S. Colloid and Surface Chemistry. 1st Edition. Elsevier Science, 2001. 774 p. URL://https://www.elsevier.com/books/colloid-and-surface-chemistry/shchukin/978-0-444-50045-8 (ограниченный доступ)</p>	<p>7) Поверхностные явления, термодинамика поверхностных явлений, адсорбция, изотермы адсорбции Гиббса и Ленгмюра.</p>
<p>7. Smith, E. Brian. Basic chemical thermodynamics. Oxford: Clarendon Press, 1977. 132 p. URL://https://nla.gov.au/nla.cat-vn2516889 (ограниченный доступ)</p>	<p>1) Первый закон термодинамики и его применение (внутренняя энергия, энтальпия, теплота и работа, равновесные и неравновесные процессы). 2) Термохимия, теплоемкости, Закон Гесса, уравнение Кирхгофа. 3) Второй закон термодинамики (энтропия, термодинамические потенциалы и характеристические функции). 4) Фундаментальное уравнение Гиббса, уравнения Гиббса-Гельмгольца, теорема Нерста, постулат Планка, химический потенциал</p>
<p>8. Soustelle, M. An Introduction to Chemical Kinetics. Wiley Online Library, 2011. 448 p. URL://https://doi.org/10.1002/9781118604243 (ограниченный доступ)</p>	<p>10) Химическая кинетика и катализ: влияние температуры на скорость реакции, уравнение Аррениуса, энергия активации, способы её определения</p>
<p>9. Stanley M. Walas. Phase Equilibria in Chemical Engineering. Butterworth-Heinemann, 1985. 688 p. URL://https://www.elsevier.com/books/phase-equilibria-in-chemical-engineering/walas/978-0-409-95162-2 (ограниченный доступ)</p>	<p>5) Фазовые равновесия: гетерогенные системы, правило фаз Гиббса, уравнение Клапейрона-Клаузиуса. 6) Фазовые диаграммы, свойства растворов 11) Химические равновесия: закон действующих масс и константа равновесия, уравнения изотермы, изобары и изохоры химической реакции</p>
<p>10. Степановских Е. И., Брусницына Л. А., Виноградова Т. В. Физическая химия для инженеров: учебник.: Изд-во Урал. ун-та, 2022. – 264 с.</p>	<p>5) Фазовые равновесия: гетерогенные системы, правило фаз Гиббса, уравнение Клапейрона-Клаузиуса.</p>

<p>URL://https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/113888/1/978%e2%80%915%e2%80%917996-3421-6_2022.pdf (свободный доступ)</p>	<p>11) Химические равновесия: закон действующих масс и константа равновесия, уравнения изотермы, изобары и изохоры химической реакции</p>
<p>11. Черепанов В.А., Зуев А.Ю., Гаврилова Л.Я. и др. Физическая химия: Руководство для самостоятельной работы студентов: учеб.-метод. Пособие Изд-во Урал. ун-та, 2017. — 192 с. URL://https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/52372/1/978-5-7996-2111-7_2017.pdf (свободный доступ)</p>	<p>3) Второй закон термодинамики (энтропия, термодинамические потенциалы и характеристические функции). 4) Фундаментальное уравнение Гиббса, уравнения Гиббса-Гельмгольца, теорема Нерста, постулат Планка, химический потенциал. 5) Фазовые равновесия: гетерогенные системы, правило фаз Гиббса, уравнение Клапейрона-Клаузиуса. 6) Фазовые диаграммы, свойства растворов. 8) Термодинамика электрохимических систем: электрохимический потенциал и условия равновесия, ЭДС электрохимического элемента, электродный потенциал. Уравнение Нернста. 9) Электропроводность растворов электролитов, подвижность ионов и числа переноса, теория Дебая – Хюккеля.</p>

Тематический блок 3. Органическая химия

Название источника	Соответствующая тема
<p>1. Clayden, Greeves, Warren. Organic Chemistry. Oxford University Press, 2000. Organic Chemistry, Clayden J., Greeves N., Warren S., 2012 (obuchalka.org) (ограниченный доступ)</p>	<p>1) Описание строения органических молекул: природа химической связи, распределение электронной плотности в молекуле, виды изомерии молекул органических соединений. 2) Основные классы органических соединений, способы их синтеза и химические трансформации. 3) Механизмы всех изучаемых реакций с учетом электронного и пространственного строения реагентов и субстратов.</p>
<p>2. Hart H. “Organic Chemistry – A Short Course”. Hart H., Habad C.M., Craine L.E., Hart D.J. – 13th edition. – Cengage Learning, 2011. 600 p. URL:// https://archive.org/details/organicchemistry0000hart_p9s2/page/n5/mode/2up (свободный доступ)</p>	<p>1) Описание строения органических молекул: природа химической связи, распределение электронной плотности в молекуле, виды изомерии молекул органических соединений. 2) Основные классы органических соединений, способы их синтеза и химические трансформации. 3) Механизмы всех изучаемых реакций с учетом электронного и пространственного строения реагентов и субстратов.</p>

<p>3. Jerry, M. <i>Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure</i> (6th ed.), New York: Wiley-Interscience, 2007. 1376 p. URL://https://archive.org/details/advancedorganicc0000marc/page/n5/mode/2up (свободный доступ)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Описание строения органических молекул: природа химической связи, распределение электронной плотности в молекуле, виды изомерии молекул органических соединений. 2) Основные классы органических соединений, способы их синтеза и химические трансформации. 3) Механизмы всех изучаемых реакций с учетом электронного и пространственного строения реагентов и субстратов. 4) Природные источники органических соединений, основные способы синтеза ключевых веществ, превращения этих соединений в другие, включая как лабораторные, так и промышленные методы. 5) Основные пути использования органических соединений для нужд человечества. 6) Основы взаимодействия органических веществ с живыми организмами, включая экологические аспекты органического химического производства. 7) Основы молекулярной спектроскопии (ИК, УФ, ЯМР), а также масс-спектрометрии и РСА.
<p>4. <i>Органическая химия</i>. Учебник. Под ред. Н.А. Тюкавкиной. М.: Дрофа, 2003. 640 с. Тюкавкина Н.А. - Органическая химия.pdf (google.com) (свободный доступ)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Описание строения органических молекул: природа химической связи, распределение электронной плотности в молекуле, виды изомерии молекул органических соединений. 2) Основные классы органических соединений, способы их синтеза и химические трансформации. 3) Механизмы всех изучаемых реакций с учетом электронного и пространственного строения реагентов и субстратов. 4) Природные источники органических соединений, основные способы синтеза ключевых веществ, превращения этих соединений в другие, включая как лабораторные, так и промышленные методы. 5) Основные пути использования органических соединений для нужд человечества. 6) Основы взаимодействия органических веществ с живыми организмами, включая экологические аспекты органического химического производства.

	7) Основы молекулярной спектроскопии (ИК, УФ, ЯМР), а также масс-спектрометрии и РСА.
--	---

Тематический блок 4. Аналитическая химия

Название источника	Соответствующая тема
<p>1. Christian G.D., Dasgupta K. (Sandy), Schug K.A. Analytical chemistry. Seventh edition // John Wiley & Sons, Inc. 2014. 826 p. URL:https://vulms.vu.edu.pk/Courses/CHE301/Downloads/Analytical%20Chemistry%207e%20by%20Gary%20D.%20Christian%20(1).pdf (свободный доступ)</p>	<p>1) Теория сильных электролитов. Суммарная концентрация и активность ионов в растворе. Коэффициент активности ионов и ионная сила раствора. 2) Применение закона действующих масс к кислотно-основным равновесиям. Буферные растворы. Расчет pH растворов. 3) Качественный анализ. Чувствительность аналитических реакций. Основные аналитические группы катионов и анионов. 4) Титриметрический анализ. Методы выражения концентраций, используемые для расчетов в титриметрическом анализе. Молярная масса эквивалента. Расчет массы определяемого вещества в анализируемом растворе. Прямое титрование. Заместительное титрование. Обратное титрование. 5) Виды титрования. Кислотно-основное титрование. Окислительно-восстановительное титрование. Осадочное титрование. Комплексометрическое титрование</p>
<p>2. Harris D.C. Quantitative Chemical Analysis // W. H. Freeman and Company, New York. 2010 http://orbitals.ir/wp-content/uploads/2017/01/Daniel-C.-Harris-Quantitative-Chemical-Analysis-8th-Edition-W.-H.-Freeman-2010-Www.Orbitals.ir.pdf (свободный доступ)</p>	<p>2) Применение закона действующих масс к кислотно-основным равновесиям. Буферные растворы. Расчет pH растворов. 3) Качественный анализ. Чувствительность аналитических реакций. Основные аналитические группы катионов и анионов. 4) Титриметрический анализ. Методы выражения концентраций, используемые для расчетов в титриметрическом анализе. Молярная масса эквивалента. Расчет массы определяемого вещества в анализируемом растворе. Прямое титрование. Заместительное титрование. Обратное титрование. 5) Виды титрования. Кислотно-основное титрование. Окислительно-восстановительное титрование. Осадочное титрование. Комплексометрическое титрование</p>

<p>3. Hibbert D. В. Introduction to electrochemistry. MacMillan Basingstoke, 1993. 350 p. https://g.eruditor.one/file/3316333/?ysclid=lm91p9ll37633832129 (Ограниченный доступ)</p>	<p>1) Теория сильных электролитов. Суммарная концентрация и активность ионов в растворе. Коэффициент активности ионов и ионная сила раствора.</p>
<p>4. Основы аналитической химии. В 2 т. Т.1 / [Т.А. Большова и др.]; под ред. Ю.А. Золотова. – 5-е изд. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 384с. URL://https://portal.tpu.ru/SHARED/o/OAA/academic/Tab3/Основы%20аналит%20химии%201_Золотов.pdf (свободный доступ)</p>	<p>2) Применение закона действующих масс к кислотно-основным равновесиям. Буферные растворы. Расчет pH растворов. 3) Качественный анализ. Чувствительность аналитических реакций. Основные аналитические группы катионов и анионов. 4) Титриметрический анализ. Методы выражения концентраций, используемые для расчетов в титриметрическом анализе. Молярная масса эквивалента. Расчет массы определяемого вещества в анализируемом растворе. Прямое титрование. Заместительное титрование. Обратное титрование. 5) Виды титрования. Кислотно-основное титрование. Окислительно-восстановительное титрование. Осадочное титрование. Комплексометрическое титрование</p>
<p>5. Основы аналитической химии. В 2 т. Т.2 / [Н.В. Алов и др.]; под ред. Ю.А. Золотова. – 5-е изд. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 416с. https://portal.tpu.ru/SHARED/o/OAA/academic/Tab2/Основы%20аналит%20химии%202_Золотов.pdf (свободный доступ)</p>	<p>5) Виды титрования. Кислотно-основное титрование. Окислительно-восстановительное титрование. Осадочное титрование. Комплексометрическое титрование</p>

Тематический блок 5. Химия твердого тела

Название источника	Соответствующая тема
<p>1. Cowley John M. Diffraction physics. 1975 diffraction physics.pdf (fudan.edu.cn) (свободный доступ)</p>	<p>1) Основные принципы строения периодических кристаллов: операции и элементы симметрии, выбор элементарной ячейки, точечные и пространственные группы симметрии, плотнейшие упаковки и координационные полиэдры при описании кристаллических структур, полиморфизм. 2) Точечные дефекты в кристаллах и взаимосвязь их концентрации, концентрации примесей, нестехиометрии и состава атмосферы над образцом. 3) Протяжённые дефекты: дислокации, дисклинации, дефекты упаковки. Взаимодействие точечных и протяжённых дефектов между собой. 4) Фазовые переходы первого и второго рода, правило фаз Гиббса, кривая «растворение-кристаллизация», понятие метастабильной зоны кристаллизации. 5) Молекулярно-кинетическая теория роста кристаллов (модель Косселя-Странского, закон Браве, правило Кюри-Вульфа, формы роста кристаллов, эпитаксиальный рост кристаллов, двойниковый рост кристаллов).</p>
<p>2. De Graef M. McHenry Michael E. Structure of Materials. An Introduction to Crystallography, Diffraction and Symmetry. Cambridge University Press, 2012 URL://https://assets.cambridge.org/97811070/05877/frontmatter/9781107005877_frontmatter.pdf (ограниченный доступ)</p>	<p>1) Основные принципы строения периодических кристаллов: операции и элементы симметрии, выбор элементарной ячейки, точечные и пространственные группы симметрии, плотнейшие упаковки и координационные полиэдры при описании кристаллических структур, полиморфизм. 2) Точечные дефекты в кристаллах и взаимосвязь их концентрации, концентрации примесей, нестехиометрии и состава атмосферы над образцом. 3) Протяжённые дефекты: дислокации, дисклинации, дефекты упаковки. Взаимодействие точечных и протяжённых дефектов между собой. 4) Фазовые переходы первого и второго рода, правило фаз Гиббса, кривая «растворение-кристаллизация», понятие метастабильной зоны кристаллизации. 5) Молекулярно-кинетическая теория роста кристаллов (модель Косселя-Странского, закон Браве, правило Кюри-</p>

	Вульфа, формы роста кристаллов, эпитаксиальный рост кристаллов, двойниковый рост кристаллов).
3. Jones David R. H., Ashby Michael F. Engineering Materials 1: An Introduction to Properties, Applications and Design. 5th Edition, Kindle Edition URL:// https://www.researchgate.net/file.PostFileLoader.html?id=57a0a9d3f7b67e46596ee22b&assetKey=AS%3A390639096221699%401470147027040 (свободный доступ)	6) Свойства твёрдых веществ и их взаимосвязь со структурой объёма и поверхности, наличием, типом и концентрацией дефектов, размером и формой частиц. 7) Электронное строение твёрдых тел: зонное строение, металлы, полупроводники, диэлектрики, электронная и дырочная проводимость
4. Анимица И. Е., Кочетова Н. А.. Квазихимическое описание процессов дефектообразования в оксидах: учеб. Пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. — 102 с. elar.urfu.ru/bitstream/10995/68496/1/978-5-7996-2540-5_2019.pdf (свободный доступ)	2) Точечные дефекты в кристаллах и взаимосвязь их концентрации, концентрации примесей, нестехиометрии и состава атмосферы над образцом.
5. Горелик С.С., Дашевский М.Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков, Учебник для вузов, 2003. 480 с. Материаловедение полупроводников и диэлектриков, Учебник для вузов, Горелик С.С., Дашевский М.Я., 2003 (obuchalka.org) (свободный доступ)	6) Свойства твёрдых веществ и их взаимосвязь со структурой объёма и поверхности, наличием, типом и концентрацией дефектов, размером и формой частиц. 7) Электронное строение твёрдых тел: зонное строение, металлы, полупроводники, диэлектрики, электронная и дырочная проводимость
6. Егоров-Тисменко Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия. М.: КДУ, 2005. 589 с. https://www.geokniga.org/books/413 (свободный доступ)	1) Основные принципы строения периодических кристаллов: операции и элементы симметрии, выбор элементарной ячейки, точечные и пространственные группы симметрии, плотнейшие упаковки и координационные полиэдры при описании кристаллических структур, полиморфизм. 2) Точечные дефекты в кристаллах и взаимосвязь их концентрации, концентрации примесей, нестехиометрии и состава атмосферы над образцом. 3) Протяжённые дефекты: дислокации, дисклинации, дефекты упаковки. Взаимодействие точечных и протяжённых дефектов между собой. 4) Фазовые переходы первого и второго рода, правило фаз Гиббса, кривая «растворение-кристаллизация», понятие метастабильной зоны кристаллизации. 5) Молекулярно-кинетическая теория роста кристаллов (модель Косселя-

	Странского, закон Браве, правило Кюри-Вульфа, формы роста кристаллов, эпитаксиальный рост кристаллов, двойниковый рост кристаллов).
7. Китайгородский А.И. Рентгеноструктурный анализ. 1950. - 651 с. https://www.geokniga.org/books/2914 (свободный доступ)	1) Основные принципы строения периодических кристаллов: операции и элементы симметрии, выбор элементарной ячейки, точечные и пространственные группы симметрии, плотнейшие упаковки и координационные полиэдры при описании кристаллических структур, полиморфизм. 2) Точечные дефекты в кристаллах и взаимосвязь их концентрации, концентрации примесей, нестехиометрии и состава атмосферы над образцом. 3) Протяжённые дефекты: дислокации, дисклинации, дефекты упаковки. Взаимодействие точечных и протяжённых дефектов между собой.
8. Розин К.М. Практическая кристаллография. М.:МИСиС, 2005, 168 с. https://www.geokniga.org/books/17658 (свободный доступ)	1) Основные принципы строения периодических кристаллов: операции и элементы симметрии, выбор элементарной ячейки, точечные и пространственные группы симметрии, плотнейшие упаковки и координационные полиэдры при описании кристаллических структур, полиморфизм. 2) Точечные дефекты в кристаллах и взаимосвязь их концентрации, концентрации примесей, нестехиометрии и состава атмосферы над образцом. 3) Протяжённые дефекты: дислокации, дисклинации, дефекты упаковки. Взаимодействие точечных и протяжённых дефектов между собой.
9. Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. М.: Металлургия, 1982 https://www.geokniga.org/books/2911 (свободный доступ)	1) Основные принципы строения периодических кристаллов: операции и элементы симметрии, выбор элементарной ячейки, точечные и пространственные группы симметрии, плотнейшие упаковки и координационные полиэдры при описании кристаллических структур, полиморфизм. 2) Точечные дефекты в кристаллах и взаимосвязь их концентрации, концентрации примесей, нестехиометрии и состава атмосферы над образцом. 3) Протяжённые дефекты: дислокации, дисклинации, дефекты упаковки.

	<p>Взаимодействие точечных и протяжённых дефектов между собой.</p> <p>4) Фазовые переходы первого и второго рода, правило фаз Гиббса, кривая «растворение-кристаллизация», понятие метастабильной зоны кристаллизации.</p> <p>5) Молекулярно-кинетическая теория роста кристаллов (модель Косселя-Странского, закон Браве, правило Кюри-Вульфа, формы роста кристаллов, эпитаксиальный рост кристаллов, двойниковый рост кристаллов).</p>
<p>10. Уманский Я.С., Скаков Ю.А. Физика металлов. Атомное строение металлов и сплавов. Учебник для вузов. М.: Атомиздат, 1978 URL: //lib-bkm.ru/load/99-1-0-2713?ysclid=lm915ajyp5428461191 (свободный доступ)</p>	<p>6) Свойства твёрдых веществ и их взаимосвязь со структурой объёма и поверхности, наличием, типом и концентрацией дефектов, размером и формой частиц.</p> <p>7) Электронное строение твёрдых тел: зонное строение, металлы, полупроводники, диэлектрики, электронная и дырочная проводимость</p>
<p>11. Шаскольская М.П. Кристаллография. Учеб. пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая шк. ,1984. - 376 с. Кристаллография - Кафедра кристаллографии СПбГУ (spbu.ru) (свободный доступ)</p>	<p>1) Основные принципы строения периодических кристаллов: операции и элементы симметрии, выбор элементарной ячейки, точечные и пространственные группы симметрии, плотнейшие упаковки и координационные полиэдры при описании кристаллических структур, полиморфизм.</p> <p>2) Точечные дефекты в кристаллах и взаимосвязь их концентрации, концентрации примесей, нестехиометрии и состава атмосферы над образцом.</p> <p>3) Протяжённые дефекты: дислокации, дисклинации, дефекты упаковки. Взаимодействие точечных и протяжённых дефектов между собой.</p> <p>4) Фазовые переходы первого и второго рода, правило фаз Гиббса, кривая «растворение-кристаллизация», понятие метастабильной зоны кристаллизации.</p> <p>5) Молекулярно-кинетическая теория роста кристаллов (модель Косселя-Странского, закон Браве, правило Кюри-Вульфа, формы роста кристаллов, эпитаксиальный рост кристаллов, двойниковый рост кристаллов).</p>

Тематический блок 6. Науки о материалах

Название источника	Соответствующая тема
--------------------	----------------------

<p>1. Callister. W.D.Jr., Rethwisch, D.G. Materials Science and Engineering, Wiley, 2014. 1000 p. URL://https://www.researchgate.net/publication/332275311_materials-science-and-engineering-8th-edition-callister (свободный доступ)</p>	<p>5) Диаграмма деформирования (σ–ϵ) для твёрдых тел (пределы текучести, упругости и прочности). б) Усталость материалов: предел усталости, циклы переменных напряжений и их характеристики, кривая усталости.</p>
<p>2. Clyne, T.W., Hull, D. An Introduction to Composite Materials, Cambridge University Press, 2019. 360 p. URL:// https://www.academia.edu/73858336/INTRODUCTION TO COMPOSITES MATERIALS HULL (свободный доступ)</p>	<p>3) Композиционные материалы: структура и механические свойства, механизмы упрочнения металлов, сочетание различных механизмов упрочнения в композитах с металлическими матрицами, применение правила смесей для расчётов механических и физических характеристик композитов</p>
<p>3. Huda, Z. Metallurgy for Physicists and Engineers: Fundamentals, Applications, and Calculations. CRC Press, 2020. 381 p. URL:// https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9780429265587/metallurgy-physicists-engineers-zainul-huda (ограниченный доступ)</p>	<p>1) Кристаллическое строение, механические и физические свойства металлов, керамики и полимеров. 2) Характеристики микроструктуры материалов, влияние размера зерна на механические и физические свойства металлов и керамики (соотношение Холла-Петча). 3) Композиционные материалы: структура и механические свойства, механизмы упрочнения металлов, сочетание различных механизмов упрочнения в композитах с металлическими матрицами, применение правила смесей для расчётов механических и физических характеристик композитов. 4) Твёрдые растворы: виды и структура; правило Вегарда для твёрдых растворов, сплавы и интерметаллиды. 5) Диаграмма деформирования (σ–ϵ) для твёрдых тел (пределы текучести, упругости и прочности). б) Усталость материалов: предел усталости, циклы переменных напряжений и их характеристики, кривая усталости.</p>
<p>4. Martin, R.M. Electronic Structure: Basic Theory and Practical Methods, Cambridge University Press, 2004. 650 p. URL:// https://cds.cern.ch/record/821265/files/0521782856_TOC.pdf (свободный доступ)</p>	<p>4) Твёрдые растворы: виды и структура; правило Вегарда для твёрдых растворов, сплавы и интерметаллиды.</p>

<p>5. O'Hayre, R. Materials Kinetics Fundamentals. Wiley, 2015. 315 p. Materials Kinetics Fundamentals Wiley (ограниченный доступ)</p>	<p>1) Кристаллическое строение, механические и физические свойства металлов, керамики и полимеров. 2) Характеристики микроструктуры материалов, влияние размера зерна на механические и физические свойства металлов и керамики (соотношение Холла-Петча).</p>
<p>6. Singh, S.B., Vakhrushev, A.V., Hagh, A.K. Materials Physics and Chemistry: Applied Mathematics and Chemo-Mechanical Analysis. CRC Press, 2021. 265 p. URL://https://www.researchgate.net/publication/339385559 Materials Physics and Chemistry (ограниченный доступ)</p>	<p>1) Кристаллическое строение, механические и физические свойства металлов, керамики и полимеров. 2) Характеристики микроструктуры материалов, влияние размера зерна на механические и физические свойства металлов и керамики (соотношение Холла-Петча). 3) Композиционные материалы: структура и механические свойства, механизмы упрочнения металлов, сочетание различных механизмов упрочнения в композитах с металлическими матрицами, применение правила смесей для расчётов механических и физических характеристик композитов. 4) Твёрдые растворы: виды и структура; правило Вегарда для твёрдых растворов, сплавы и интерметаллиды. 5) Диаграмма деформирования (σ-ϵ) для твёрдых тел (пределы текучести, упругости и прочности). 6) Усталость материалов: предел усталости, циклы переменных напряжений и их характеристики, кривая усталости.</p>
<p>7. Turilina V. Material science: mechanical properties of metals. Heat treatment of metals. Special steels and alloys: textbook. M.: Publishing House "MISiS", 2013. – 154 p. URL:// https://avidreaders.ru/read-book/materialovedenie-mehanicheskie-svoystva-metallov-termicheskaya-obrabotka.html (ограниченный доступ)</p>	<p>1) Кристаллическое строение, механические и физические свойства металлов, керамики и полимеров. 2) Характеристики микроструктуры материалов, влияние размера зерна на механические и физические свойства металлов и керамики (соотношение Холла-Петча). 5) Диаграмма деформирования (σ-ϵ) для твёрдых тел (пределы текучести, упругости и прочности). 7) Диаграмма Fe-C (превращения в сталях, структура и свойства сталей).</p>
<p>8. Никулин С., Турилина В. Материаловедение и термическая</p>	<p>1) Кристаллическое строение, механические и физические свойства металлов, керамики и полимеров.</p>

<p>обработка. Учебное пособие, М. изд. Дом МИСиС, 2013. 171 с. URL:// https://fictionbook.ru/author/sergeyi_nikulin/materialovedenie_i_termicheskaya_obrabotka/ (ограниченный доступ)</p>	<p>2) Характеристики микроструктуры материалов, влияние размера зерна на механические и физические свойства металлов и керамики (соотношение Холла-Петча). 5) Диаграмма деформирования (σ–ϵ) для твёрдых тел (пределы текучести, упругости и прочности). 7) Диаграмма Fe-C (превращения в сталях, структура и свойства сталей).</p>
---	---

Список рекомендованных онлайн-курсов

Тематический блок 1. Общая и неорганическая химия

1. Fundamentals of General Chemistry (Stepik)
 URL:// <https://stepik.org/course/4859/promo>
2. Advanced chemistry (Coursera)
 URL:// <https://www.coursera.org/learn/advanced-chemistry>
3. Chemistry (Coursera)
 URL:// <https://ru.coursera.org/learn/chemistry-1>
4. Introduction to Chemistry: Reactions and Ratios (Coursera)
 URL:// <https://ru.coursera.org/learn/intro-chemistry>
5. General Chemistry: Concept Development and Application (Coursera)
 URL:// <https://ru.coursera.org/learn/general-chemistry>
6. Introduction to Chemistry: Structures and Solutions (Coursera)
 URL:// <https://ru.coursera.org/learn/basic-chemistry>
7. Неорганическая химия. Часть 1. (Teach-in)
 URL:// <https://teach-in.ru/course/neorgchem1>
8. Общая и неорганическая химия. Часть 1. Теоретические основы. (Urait)
 URL:// <https://urait.ru/author-course/obschaya-i-neorganicheskaya-himiya-v-2-ch-chast-1-teoreticheskie-osnovy-514851>

Тематический блок 2. Физическая химия

1. Patrick J. O'Malley, Michael W. Anderson, Jonathan Agger: Introduction to Physical Chemistry (Coursera)
 URL:// <https://www.coursera.org/learn/physical-chemistry#instructors>.
2. Rasul Abdullaev, Leonid Braginsky, Arthur Pogosov: Basics of thermodynamics (Class Central) <https://www.classcentral.com/course/thermo-dynamics-23740>
3. Rafael Jaramillo, Jessica Sandland, John Harrold: Thermodynamics of Materials (Class Central) URL:// <https://www.classcentral.com/course/edx-thermodynamics-of-materials-21137>
4. Alberto Salleo: Thermodynamics and Phase Equilibria (EDX)
 URL:// <https://www.edx.org/course/thermodynamics-and-phase-equilibria>.
5. Studi live Online Learning. Physical Chemistry - Chemical Thermodynamics Complete Chemistry for Engg and Medical Entrance Exam Preparation. (IIT JEE Main | Advanced | BITSAT | SAT | NEET etc.) (Udemy)
 URL:// <https://www.udemy.com/share/106CWw/>
6. Studi live Online Learning. Physical Chemistry – Electrochemistry. Complete Chemistry for Engg and Medical Entrance Exam Preparation. (IIT JEE Main | Advanced | BITSAT | SAT | NEET etc.) (Udemy)
 URL:// <https://www.udemy.com/share/106hsK/>
7. Physical Chemistry: Help & Review (Study.com)

- URL:// <https://study.com/academy/course/physical-chemistry-help-review.html>
8. Free Online Course: Colloids and Surfaces from Swayam (Class Central)
URL:// <https://www.classcentral.com/course/swayam-colloids-and-surfaces-19822>
9. Физическая химия. Кинетика (Openedu)
URL:// <https://openedu.ru/course/misis/CHKIN/>
10. Физическая химия. Термодинамика (Openedu)
URL:// <https://openedu.ru/course/misis/CHTHER/>
11. Физическая химия дисперсных систем (Stepik)
URL:// <https://stepik.org/course/Физическая-химия-дисперсных-систем-51631>

Тематический блок 3. Органическая химия

1. Органическая химия (teach-in.ru, МГУ)
<https://teach-in.ru/course/organic-chemistry-p1?ysclid=lm9a1bxnnk25825917>
2. Organic solar cells – Theory and Practice (Coursera)
URL:// <https://ru.coursera.org/learn/solar-cell>
3. Organic Chemistry (Youtube)
URL:// [New Organic Chemistry Playlist - YouTube](#)
4. Crash Course Organic Chemistry (Youtube)
URL:// [Crash Course Organic Chemistry Preview - YouTube](#)
5. Alkanes & Alkenes | Organic Chemistry | FuseSchool (Youtube)
URL:// [Alkanes & Alkenes | Organic Chemistry | FuseSchool - YouTube](#)
6. Chemicals and Health (Coursera)
URL:// <https://ru.coursera.org/learn/chemicals-health>

Тематический блок 4. Аналитическая химия

1. Analytical chemistry
URL:// <https://extendedstudies.ucsd.edu/courses-and-programs/analytical-chemistry-1>
2. The University of Tokyo: Basic Analytical Chemistry
URL:// <https://www.edx.org/course/basic-analytical-chemistry>
3. Analytical Chemistry and Measurement Science
URL:// <https://www.manchester.ac.uk/study/online-blended-learning/courses/analytical-chemistry-and-measurement-science/>
4. Free Online Analytical Chemistry Courses
URL:// <https://alison.com/tag/analytical-chemistry>

Тематический блок 5. Химия твердого тела

1. Transmission electron microscopy for materials science (Coursera)
URL:// <https://www.coursera.org/learn/microscopy>
2. Materials Science and Engineering: Crystallography (Udemy)
URL:// <https://www.udemy.com/course/crystallography> (платный)
3. Fundamentals of Materials Science (Coursera)
URL:// <https://www.coursera.org/learn/fundamentals-of-materials-science>
4. Microscopy: methods of visualisation in micro- and nano-scale (Stepik)
URL:// <https://stepik.org/course/64582/promo>
5. Solid State – Chemistry. Crystallography (Udemy)
URL:// <https://www.udemy.com/course/solid-state-chemistry/>
6. Введение в материаловедение (Openedu)
URL:// <https://openedu.ru/course/misis/MATSC1/>
7. Современные методы исследования металлических материалов (Openedu)
URL:// <https://openedu.ru/course/misis/SMIMM/>

Тематический блок 6. Науки о материалах

1. Semiconductor Manufacturing (MIT OpenCourseWare)
URL:// <https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-780-semiconductor-manufacturing-spring-2003/syllabus/>
2. Electrical, Optical & Magnetic Materials and Devices (MIT OpenCourseWare)
URL:// <https://ocw.mit.edu/courses/materials-science-and-engineering/3-15-electrical-optical-magnetic-materials-and-devices-fall-2006/>
3. Electronic and Mechanical Properties of Materials (MIT OpenCourseWare)
URL:// <https://ocw.mit.edu/courses/materials-science-and-engineering/3-225-electronic-and-mechanical-properties-of-materials-fall-2007/>
4. Physics for Solid-State Applications (MIT OpenCourseWare)
URL:// <https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-730-physics-for-solid-state-applications-spring-2003/>
5. Introduction to Nanoelectronics (MIT OpenCourseWare)
URL:// <https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-701-introduction-to-nanoelectronics-spring-2010/>
6. Submicrometer and Nanometer Technology (MIT OpenCourseWare)
URL:// <https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-781j-submicrometer-and-nanometer-technology-spring-2006/>
7. Nanotechnology: A Maker's Course (Coursera)
URL:// <https://www.coursera.org/learn/nanotechnology>