Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 28.09.2023 14:44:50
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735a18bc34

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ /Е.В. Сафонов/
«16» февраля 2023 г.

РАБОЧАЯПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Нанотехнологии

Направление подготовки
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль
Перспективные материалы и технологии

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
Очная

Москва, 2023 г.

Разработчик(и):

Доцент, к.т.н. /А.Г. Сбитнев /

Ст. преподаватель  /М.Ю. Слезко/

Заведующий кафедрой «Материаловедение»,
д.т.н, профессор  /В.В. Овчинников/

Согласовано:

Руководитель образовательной программы по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов». Профиль подготовки «Перспективные материалы и технологии»

к.т.н., доцент  / С.В. Якутина/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 5
3. Структура и содержание дисциплины ... 6
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 6
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 6
   - 3.3. Содержание дисциплины ... 6
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 7
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 7
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 8
   - 4.1. Основная литература ... 8
   - 4.2. Дополнительная литература ... 8
   - 4.3. Электронные образовательные ресурсы ... 8
   - 4.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 8
   - 4.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 8
5. Материально-техническое обеспечение ... 9
6. Методические рекомендации ... 9
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 9
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 9
7. Фонд оценочных средств ... 11
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 11
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 11
   - 7.3. Оценочные средства ... 12

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Нанотехнологии» является подготовка к деятельности, связанной с реализацией уникальных свойств наноразмерного состояния вещества в потребительских свойствах материалов конструкционного и функционального назначения.

Задачей освоения дисциплины «Нанотехнологии» является изучение теоретических основ формирования уникальных свойств наноразмерного состояния вещества и современного арсенала технологических приемов их практического применения.

Обучение по дисциплине «Нанотехнологии» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций в соответствии с ФГОС 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», утверждённым приказом Минобрнауки России от 02.06.2020 N 701:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи. ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки.
УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.	ИУК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей ИУК-6.2. Определяет приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста ИУК-6.3. Демонстрирует готовность к построению профессиональной карьеры и определению стратегии профессионального развития на основе оценки требований рынка труда, предложений рынка образовательных услуг и с учетом личностных
ПК-1 Способен выполнять комплексные исследования и испытания материалов (изделий), обрабатывать, анализировать и представлять результаты	ИПК-1.1 Знает: цели и задачи проводимых исследований, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации; ИПК-1.2 Умеет: проводить наблюдения и измерения, составлять отчеты по результатам проведенных экспериментов,

	обрабатывать и представлять полученные результаты; ИПК-1.3 Имеет навыки проведения измерений и наблюдений, обработки результатов, составления отчетов и представления полученных данных
ПК-2 Способен осуществлять выбор материалов и технологических процессов для получения заданного комплекса свойств	ИПК-2.1 Знает: металлические и неметаллические конструкционные и инструментальные материалы, их свойства, способы упрочнения, технологические возможности термической обработки, методы проведения структурного анализа и определения эксплуатационных свойств деталей и инструментов ИПК-2.2 Умеет: выбирать материалы для деталей машин, приборов и инструментов, вид термической обработки, проводить структурный анализ и измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров; ИПК-2.3 Имеет навыки: выбора материалов для различных изделий, вид термической обработки, проведения структурного анализа, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к элективной части блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части (Б 1.1):

- Химия материалов.

В части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.2):

- Выбор материалов для изготовления изделия.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			7
	Аудиторные занятия	**72**	**72**
	В том числе:		
1.	Лекции	36	36
2.	Семинарские\практические занятия	36	36
	Самостоятельная работа	**72**	**72**
	В том числе:		
1.	Самостоятельное изучение	72	72
	Промежуточная аттестация		
	Зачет/диф. зачет/экзамен	**зачет**	**зачет**
	Итого	**144**	**144**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

3.2.1 Тематический план по очной форме обучения размещён в приложении 1 к рабочей программе.

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Вводная часть. Общая характеристика объектов нанотехнологий и способов их получения.

Общая характеристика. Исторические предпосылки. Основные типы наносистем, и основные методы их получения, включая физические и химические методы. Классификация целевых продуктов нанотехнологии.

Тема 2. Общая характеристика физических и химических свойств наночастиц.

Броуновское движение и диффузия наночастиц, электронное строение и электропроводность наночастиц. Пространственная структура наночастиц, магнитные и оптические свойства. Механические свойства наноматериалов, термические свойства наночастиц, каталитические свойства наносистем.

Тема 3. Физико-химические свойства двумерных наносистем.

Термодинамические особенности нанопленочных систем, способ получения нанопленочных систем, пористые системы, процессы адсорбции в мезопористых и микропористых системах. Рассматриваются методы получения пористых адсорбентов.

Тема 4. Физико-химические свойства трехмерных наносистем.

Термодинамические закономерности гомогенного образования и роста нанокластеров, гетерогенное образование нанокластеров, скорость образования нанокластеров. История открытия фуллеренов, строение и синтез фуллеренов, эндоэдральные комплексы фуллеренов,

физические свойства фуллеренов, химические свойства фуллеренов, применение фуллеренов, металлические наночастицы, микроэмульсия.

Тема 5. Современные методы исследования наночастиц и наноструктур, практическое применение наноматериалов.

Методы исследования наночастиц инаноструктур, такие как сканирующая зондовая микроскопия, нанофотолитография, электронная микроскопия.

Области применения наноматериалов, использование наноматериалов в машиностроении, электронике, в энергетике, на транспорте, приборостроении, химической отросли, строительстве, медицине.

Тема 6. Экологические аспекты применения нанотехнологий.

Экологические риски, связанные с использованием наноматериалов. Положительное и отрицательное биологическое воздействие наноматериалов, механизмы токсического действия наноматериалов на клетку, острое токсическое воздействие наночастиц на млекопитающих.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Практическое занятие №1 «Промышленные источники поступления наноматериалов в окружающую среду».

Практическое занятие №2 «Потенциальные источники поступления наноматериалов в окружающую среду».

Практическое занятие №3 «Свойства наноматериалов, определяющие их взаимодействие с окружающей средой».

Практическое занятие №4 «Наночастицы в атмосфере».

Практическое занятие №5 «Наночастицы в почве».

Практическое занятие №6 «Миграция наночастиц в окружающей среде».

Практическое занятие №7 «Взаимодействие наночастиц, биологических объектов и окружающей среды».

Практическое занятие №8 «Миграция нанообъектов в организме человека».

Практическое занятие №9. «Токсикологическое исследование наноматериалов».

Практическое занятие №10 «Особенности токсикологических исследований наноматериалов».

Практическое занятие №11 «Особенности токсикологических исследований аэрозолей».

Практическое занятие №12 «Методы определения наночастиц в окружающей среде».

Практическое занятие №13 «Броуновское движение и диффузия».

Практическое занятие №14 «Оптические свойства наночастиц».

Практическое занятие №15 «Адсорбация в мезопористых системах».

Практическое занятие №16 «Адсорбация в микропористых системах».

Практическое занятие №17 «Термодинамические закономерности гомогеного образования и роста нанокластеров».

Практическое занятие №18 «Термодинамические закономерности гетерогенного образования и роста нанокластеров».

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы по данной дисциплине не предусмотрены.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Основная литература

1. Волков Г.М. Нанотехнология в машиностроении: учебник. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 307 с.-на сайте Znanium.com

4.2 Дополнительная литература

1.Волков Г.М., Зуев В.М. Материаловедение: учебник, Раздел V, Наноматериалы. - М.: «Академия», 2008. – 400 с.-490экз.

2.Волков Г.М. Машиностроительные материалы нового поколения: учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 319 с.-500 экз.

4.3 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка на курс
Нанотехнологии	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=12328

4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1.	МойОфис	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375

4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
1.	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http:// www.consultant.ru	Доступно
Электронно-библиотечные системы			

1.	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
2.	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
1.	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
2.	WebofScienceCoreCollection – политематическая реферативно-библиографическая инаукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Номер аудитории	Оборудование
1313	Ноутбук, проектор, экран

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО мосполитеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. Вначале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.9. При подготовке **к лабораторному занятию** по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

6.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS мосполитеха) как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.4. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;

- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы, и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация самостоятельной работы.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация (зачет).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Незачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Самостоятельные работы (перечень пактических работ представлен в п. 3.4.1)	Оформленные выполненные задания по темам самостоятельных работ, предусмотренных программой дисциплины, с отметкой преподавателя «зачтено», если выполнены и оформлены все работы.
Контрольная работа (пример заданий в приложении 2)	Письменные ответы на задания контрольной работы, предусмотренной рабочей программой дисциплины с оценкой преподавателя не ниже «удовлетворительно».
Тесты (примеры тестовых заданий представлены в приложении 2)	Правильные ответы на два вопроса из трех в одном из вариантов теста.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация - (зачет) проводится по билетам в устной форме. Регламент проведения аттестации:

- время для подготовки ответа на вопросы не более 40 мин.;
- время на ответ на заданные вопросы не более 10 мин.

Билет состоит из двух теоретических вопросов. Список вопросов приводиться в приложении.

Приложение 1

Тематический план дисциплины «Нанотехнологии» по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» (бакалавр)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
1.	**Тема 1. Вводная часть. Общая характеристика объектов нанотехнологий и способов их получения.** Общая характеристика. Исторические предпосылки. Основные типы наносистем, и основные методы их получения, включая физические и химические методы. Классификация целевых продуктов нанотехнологии.	7	**1-2**	2			4								
2.	**Тема 2. Общая характеристика физических и химических свойств наночастиц.** Броуновское движение и диффузия наночастиц, электронное строение и электропроводность наночастиц. Пространственная структура наночастиц, магнитные и оптические свойства. Механические свойства	7	**2-4**	6	4		12								

	наноматериалов, термические свойства наночастиц, каталитические свойства наносистем.														
3.	**Тема 3. Физико-химические свойства двумерных наносистем.** Термодинамические особенности нанопленочных систем, способ получения нанопленочных систем, пористые системы, процессы адсорбции в мезопористых и микропористых системах. Рассматриваются методы получения пористых адсорбентов.	7	**4-6**	6	4		12								
4.	**Тема 4. Физико-химические свойства трехмерных наносистем.** Термодинамические закономерности гомогенного образования и роста нанокластеров, гетерогенное образование нанокластеров, скорость образования нанокластеров. История открытия фуллеренов, строение и синтез фуллеренов, эндоэдральные комплексы фуллеренов, физические свойства фуллеренов, химические свойства фуллеренов, применение фуллеренов, металлические наночастицы, микроэмульсия.	7	**6-8**	6	4		12								

5.	**Тема 5. Современные методы исследования наночастиц и наноструктур, практическое применение наноматериалов.** Методы исследования наночастиц инаноструктур, такие как сканирующая зондовая микроскопия, нанофотолитография, электронная микроскопия. Области применения наноматериалов, использование наноматериалов в машиностроении, электронике, в энергетике, на транспорте, приборостроении, химической отросли, строительстве, медицине	7	**9-11**	12			12								
6.	**Тема 6. Экологические аспекты применения нанотехнологий.** Экологические риски, связанные с использованием наноматериалов. Положительное и отрицательное биологическое воздействие наноматериалов, механизмы токсического действия наноматериалов на клетку, острое токсическое воздействие наночастиц на млекопитающих.	7	**12-18**	4	24		20								
	Всего часов по дисциплине			**36**	**36**		**72**								**3**

Приложение 2

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Нанотехнологии»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Образовательная программа (профиль подготовки)

Оборудование и технологии сварочного производства

Пример контрольной работы

Вариант № 1

1. Какую структуры имеют фулерены?
2. Какую форму имеет молекула фуллерена C_{60}?
3. Какие виды связи присутствуют в молекуле C_{60}?
4. Чем определяются оптические свойства фулеренов?
5. Что такое эффект обратного насыщаемого поглощения света?
6. Чем онионы отличаться от фуллеренов?
7. Как получить из фуллерена эндоэдрал?
8. Что такое фуллерит?
9. Какие кристаллические решетки бывают у фуллеритов?
10. Что такое фуллериды?

Вопросы к зачету

1. Частицы, относящиеся к одно- двух- и трехмерным нанообъектам.
2. Отличия аттритора и симолойера.
3. Материалы, получаемые при детонационном синтезе.
4. Достоинства и недостатки плазмохимического способа получения наноразмерных частиц.
5. Криохимический синтез.
6. Броуновское движение. Определение среднего сдвига микрочастицы при броуновском движении.
7. Факторы, обуславливающие седиментационно-диффузионное равновесие, уравнение.
8. Электронное строение наночастиц в «модели желе».
9. Изменение электропроводящих свойств металлических наночастиц при уменьшении их размеров. Связь с электронным строением.
10. Геометрические конфигурации, характерные для расположения атомов в нанокластерах малых размеров.
11. Лигандный металлический нанокластер. Количество атомов в ядре этого кластера.

12. Зависимость между размерами ферромагнитных наночастиц и коэрцитивной силой.
13. Нанокристаллический сплав, его магнитные свойства.
14. Отличия оптических свойств, проводящих от непроводящих наночастиц.
15. Сверхпластичность. Материалы со сверхпластичностью.
16. Зависимость температуры плавления наночастиц от их размеров.
17. Основные положения мультиплетной теории катализа.
18. Область миграции согласно теории активных ансамблей.
19. Сущность электронного и геометрического эффектов в катализе наночастицами.
20. Определение поверхностной пленки. Условия образования поверхностной пленки.
21. Молярная площадь.
22. Приведите принципиальную схему «весов Лэнгмюра.
23. Перечислите виды эпитаксиального роста.
24. Объемная пористость и удельная поверхность.
25. Виды пор в пористых телах.
26. Адсорбция. Особенности заполнения мезопор молекулами адсорбата.
27. Способ получения активированного угля.
28. Никель Ренея. Получение.
29. Использование капиллярных свойств углеродных нанотрубок.
30. Получение нанотрубок на основе бора и азота.
31. Необходимые условия для самопроизвольного протекания процесса конденсации.
32. Изобразите и объясните графическую зависимость изменения энергии Гиббса при образовании зародыша новой фазы от его радиуса.
33. Уравнение для расчета критического размера зародыша.
34. Уравнение для расчета критической энергии зародышеобразования.
35. Строение молекул фуллеренов.
36. Условия синтеза фуллеренов в методе термического испарения графита в электрической дуге.
37. Способ выделения фуллеренов различного состава из фуллеренсодержащей сажи.
38. Эндоэдральные комплексы фуллеренов. Получение.
39. Физические свойства фуллеренов.
40. Химические свойства фуллеренов.
41. Способы получения наноразмерных частиц металлов в растворах.
42. Фактор критической концентрации мицеллообразования.
43. Наноструктуры возникающие в растворах ПАВ.
44. Понятие о солюбилизации.
45. Изобразите и поясните принципиальную схему работы растрового электронного микроскопа.
46. Принцип работы сканирующего туннельного микроскопа.

47. Назовите и поясните основные стадии фотолитографического процесса изготовления интегральных микросхем.
48. Изобразите и поясните принципиальную схему работы просвечивающего электронного микроскопа.
49. Как присутствие фуллеренов в смазочном материале способствует снижению силы трения и абразивного износа.
50. Причины, по которым уменьшается вероятность «схватывания» трущихся поверхностей при использовании фуллеренов в смазочном материале.
52. Понятие о нанокабеле.
53. Свойства электрической проводимости нанотрубки с хиральностью (8, 0).
54. Свойства электрической проводимости нанотрубки с хиральностью (7, 1).
55. Понятие о хиральности нанотрубок.
56. Перспективные направления применения нанотрубок на транспорте и в энергетике.
57. Ауксетические материалы, механизм проявления ауксетических свойств.
58. Перспективные области применения нанотрубок в создании наноразмерных машин и механизмов.
59. Свойства оптических фильтров на основе фуллеренов.
60. Свойства нанотрубок, позволяющие использовать их в качестве сорбентов в фильтрах.
61. Сущность перспективного применения нанотрубок для захоронения радиоактивных отходов.
62. Способы проникновения наночастиц внутрь живой клетки.
63. Определение экотоксикологии и ее основные направления.
64. Объекты изучения нанотоксикологии.
65. Примеры положительного биологического действия наноматериалов.
66. Механизмы токсического действия наночастиц на клетку.
67. Механизмы образования свободных радикалов с участием металлических и углеродных наночастиц.
68. Примеры токсического действия наноматериалов на млекопитающих.

Примеры тестовых заданий

1. Укажите правильный порядок возрастания размеров частиц:

A) 1 Å, 1 мм, 1 мкм, 1 нм.

B) 1 нм, 1 Å, 1 мкм, 1 нм.

C) 1 Å, 1 нм, 1 мкм, 1 мм.

D) 1 мкм, 1Å, 1нм, 1 мм.

2. По n – мерности нанотрубки можно отнести к нанообъектам:

A) Одномерным.

B) Двумерным.

C) Трехмерным.

D) Капиллярным.

3. При получении наночастиц методом диспергирования возможно:
A) Сохранение структуры исходного материала.
B) Образование частиц с новым химическим составом.
C) Образование сплавов.
D) Образование частиц с размерами менее 1 Å.