

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Кузько Андрей Евгеньевич
Должность: Заведующий кафедрой
Дата подписания: 07.02.2025 14:59:28
Уникальный программный ключ:
72581f52caba063db3331b3cc54ec107395c8caf

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой
нанотехнологий, микроэлектроники,
общей и прикладной физики

(наименование кафедры полностью)

А.Е. Кузько

(подпись)

«06» 06 2024 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

для текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации обучающихся
по дисциплине

Оптоэлектроника

(наименование дисциплины)

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

(код и наименование ОПОП ВО)

1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

1.1 ВОПРОСЫ ДЛЯ УСТНОГО ОПРОСА

1. Введение в квантовую и оптическую электронику

1. Основы работы приборов квантовой и оптической электроники.
2. Типы и применение излучающих, фотоприемных и индикаторных устройств.
3. Какова структура природного фотонного кристалла - опала?
4. Как меняется вклад межфазной области в общие свойства объекта при уменьшении его размера?
5. Что такое интегральная схема?
6. Что такое метаповерхность?
7. Что такое нанолитография?
8. Что такое оптоэлектроника?
9. Что такое нанофотоника?
10. Что такое размерный эффект в технологии наноматериалов?
11. На основе какого раздела науки получены теоретические положения нанофотоники?
12. Что такое двумерные материалы?
13. Какое название для нанопорошков и наноматериалов использовалось в СССР начиная с 50-х годов?
14. На что в отличие от фотоники ориентирована оптоэлектроника?
15. Электрооптика - старый термин, но играет активную роль в современной нанофотонике на новых основаниях. С исследованием чего он связан?
16. Чаша Ликурга (IV в н. э., Др. Рим) из-за наличия в стекле частиц серебра и золота размером 30-70 нм в пропорции 3/7, специальным образом поглощающих свет, имеет уникальное свойство менять цвет в зависимости от характера освещения. Как она выглядит?
17. Известно, что «технология=интуиция+озарения+огромный труд», технология варки цветного стекла возникла несколько столетий назад. Что можно сказать о современных технологиях?
18. Фотон — это квант света. А что такое фотонный кристалл?
19. Как называется раздел физики, изучающий физические процессы, возникающие при взаимодействии фотонов с нанометровыми объектами, а также ориентированный на создание приборов на этой основе?

20. Как называется область науки, включающая в себя изучение процессов генерации, испускания, прохождения, модуляции, а также переключение, усиление, детектирование и обнаружение света?
21. Что является двумя основными задачами фотоники, возникшей в 80-е годы прошлого столетия в связи с развитием полупроводниковых источников света и оптоволоконных линий передач?
22. Лазерные технологии, био- и хемосенсоры, медицинская диагностика и терапия, средства изображения и представления информации, метрология, солнечная энергетика - это объекты, проектируемые и разрабатываемые в рамках какой науки?
23. Кто получил нобелевскую премию по физике в 1956 году за создание транзистора?
24. Кто получил нобелевскую премию по физике в 1964 году за создание лазера?
25. Кто получил нобелевскую премию по физике в 2000 году за создание интегральных схем и лазеров на основе полупроводниковых гетероструктур, которые в настоящее время являются элементной базой информационных технологий?
26. Кому была вручена нобелевская премия по физике в 2009 году за создание оптоволоконной связи?
27. Синонимами какого современного термина являются квантовая электроника, оптоэлектроника, квантовая оптика, электрооптика?
28. На что ориентирована квантовая оптика в отличие от фотоники?

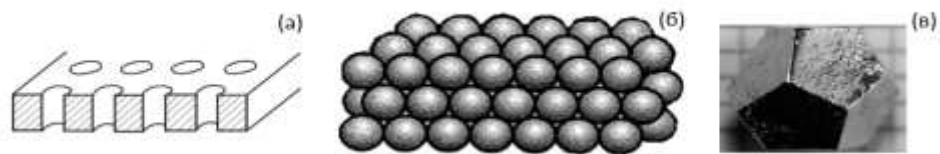
2. Электромагнитные волны в кристаллических структурах

1. Аналогия свойств электромагнитных волн со свойствами электронов в периодических структурах.
2. Электрон в периодическом потенциале. Одномерный случай.
3. Обобщение на трехмерный случай.
4. Электромагнитные волны в кристаллических структурах. Одномерный случай.
5. Обобщение на 2- и 3-мерные структуры. Компьютерная симуляция волновода в фотонном кристалле.
6. С помощью «исчезающих волн» можно решить одну из фундаментальных проблем оптики. Какую именно?
7. Какой вид имеет дисперсионная кривая для электромагнитных волн в однородной среде?
8. Обращаются ли в нуль волновые функции на границе реальной квантовой ямы?

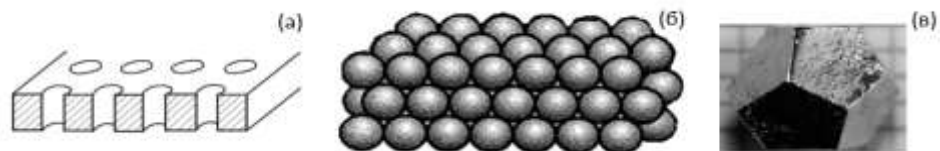
9. Что получают, помещая тонкий слой полупроводника с узкой запрещённой зоной между двумя слоями материала с более широкой запрещённой зоной?
10. Почему квантовые точки называют искусственными атомами?
11. К каким последствиям может привести введение локальных дефектов в фотонные кристаллы?
12. Что такое квантовая точка?
13. Что такое наноэлектроника?
14. Почему квантовые точки называют искусственными атомами?
15. Каким уравнением описываются свойства электромагнитных волн в среде с периодическим изменением диэлектрической проницаемости?
16. Какие выводы можно сделать при решении волнового уравнения для электромагнитного поля в периодичной среде?
17. Какими свойствами обладает фотон?
18. Каковы свойства волны любой природы?
19. Что получится, если поместить тонкий слой полупроводника с широкой запрещённой зоной между двумя полупроводниками с узкой запрещённой зоной?
20. Что представляет собой квантовая точка?
21. Что получают, помещая тонкий слой полупроводника с узкой запрещённой зоной между двумя слоями материала с более широкой запрещённой зоной?
22. Почему квантовые точки называют искусственными атомами?
23. Какие наноструктуры называются квантовыми ямами?
24. Какие наноструктуры называются квантовыми точками?
25. Какой спектр характерен для квантовой точки?
26. Зависят ли свойства полупроводниковых наночастиц от их размера?
27. Что называется энергетической щелью?
28. Какими оптическими свойствами обладают металлическиенанокластеры?
29. Каких размеров может быть экситон полупроводникового нанокластера?
30. На основе каких структур создают наноэлектронные лазеры?
31. Что в физике принято называть запрещенной зоной?
32. Квантовые точки, квантовые проволоки, двумерный электронный газ — что объединяет эти объекты?
33. Тепловые колебания мешают создавать квантово-когерентные полупроводниковые материалы, применимые при комнатной температуре. Какова основная причина этого явления?

3. Синтез и свойства фотонных кристаллов

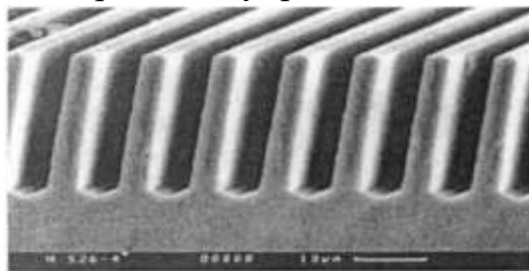
1. Фотонные кристаллы в природе.
2. Одномерные периодические структуры.
3. Двумерные периодические структуры.
4. Трехмерные периодические структуры
5. В фотонике часто используют понятие «метаматериалы». Что за ним скрывается?
6. В фотонике большую роль играют прямозонные материалы. А что к ним относят?
7. Какие фотонные кристаллы способны к интенсивному испусканию света?
8. Какая правильная последовательность видов литографии в зависимости от уменьшения размера получаемых элементов интегральных схем (ИМС)?
9. Какой из приведенных на рисунке материалов не является фотонным кристаллом?



10. Какой из приведенных на рисунке материалов может быть получен методом селективного травления?



11. Какими методами могут быть получены монокристаллические структуры с периодическим изменением показателя преломления вдоль направления роста?
12. С помощью какого метода можно создать периодические одномерные полупроводниковые структуры?



13. Какая пара материалов из реализованных в настоящее время имеет максимально достижимое отношение показателей преломления?

14. На основании таблицы материалов, используемых для фотонных кристаллов, какой будет основной эффективный параметр для наноустройств для фотонного кристалла - Al₂O₃ в матрице Si?

Материал	E_g , эВ	λ_g , нм	n	k
Si	1.12	1100	11.9	3.45
Ge	0.66	1780	16	4
GaAs	1.42	870	13	3.6
AlAs	2.14	580	10	3.16
InP	1.35	920	12.6	3.55
ZnSe	2.7	460	6.25	2.5
ZnS	3.5	350	5.3	2.3
ZnTe	2.26	550	7.4	2.72
SiO ₂ (кварц)			2.37	1.54
Al ₂ O ₃ (сапфир)			3.13	1.77
TiO ₂			7.02	2.65
Na ₃ AlF ₆ (криолит)			1.78	1.34

15. На основании таблицы материалов, используемых для фотонных кристаллов, какой будет основной эффективный параметр для наноустройств для фотонного кристалла - Al₂O₃ в матрице GaAs?

Материал	E_g , эВ	λ_g , нм	n	k
Si	1.12	1100	11.9	3.45
Ge	0.66	1780	16	4
GaAs	1.42	870	13	3.6
AlAs	2.14	580	10	3.16
InP	1.35	920	12.6	3.55
ZnSe	2.7	460	6.25	2.5
ZnS	3.5	350	5.3	2.3
ZnTe	2.26	550	7.4	2.72
SiO ₂ (кварц)			2.37	1.54
Al ₂ O ₃ (сапфир)			3.13	1.77
TiO ₂			7.02	2.65
Na ₃ AlF ₆ (криолит)			1.78	1.34

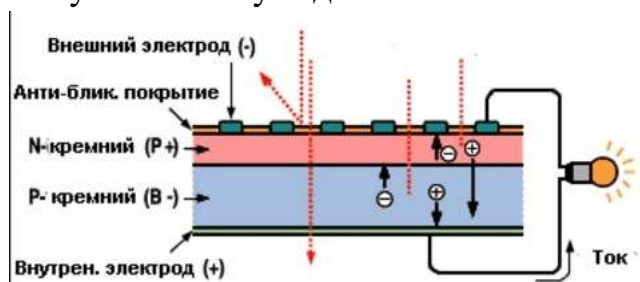
16. На основании таблицы материалов, используемых для фотонных кристаллов, какой будет основной эффективный параметр для наноустройств для фотонного кристалла - SiO₂ в матрице Ge?

Материал	E_g , эВ	λ_g , нм	n	k
Si	1.12	1100	11.9	3.45
Ge	0.66	1780	16	4
GaAs	1.42	870	13	3.6
AlAs	2.14	580	10	3.16
InP	1.35	920	12.6	3.55
ZnSe	2.7	460	6.25	2.5
ZnS	3.5	350	5.3	2.3
ZnTe	2.26	550	7.4	2.72
SiO ₂ (кварц)			2.37	1.54
Al ₂ O ₃ (сапфир)			3.13	1.77
TiO ₂			7.02	2.65
Na ₃ AlF ₆ (криолит)			1.78	1.34

17. Что такое пленочный фотонный кристалл?
 18. жидкость, структурирующаяся при намагничивании
 19. Чем можно управлять с помощью планарного фотонного кристалла?
 20. Что такое литография?
 21. Что такое сверхрешетки?
 22. Что происходит с мобильностью носителей заряда в графене при искусственном создании запрещенной зоны?

4. Нанопотонные приборы, устройства и системы

1. Нанoeлектронные лазеры
2. Нанoeлектронные устройства и системы на основе жидких кристаллов
3. Излучающие приборы на основе органических наноматериалов
4. Источники света на основе эффекта автоэмиссии углеродных волокон
5. Фотоприемные нанoeлектронные приборы
6. Фотоматрицы широкого применения
7. Первые интегральные микросхемы были созданы в конце 50-х годов прошлого столетия. За это изобретение Джек Килби получил Нобелевскую премию по физике в 2000 году. С помощью какого основного метода создаются полупроводниковые интегральные микросхемы?
8. Какой квантовой эффективностью характеризуются фотоприемники на квантовых точках?
9. С какой целью в микропроекторах используют спиральную развертку?
10. Электронный микроскоп, важный инструмент нанofизики, появился в 30-х годах XX века. Вместо фотонов в нем используется поток электронов с гораздо меньшей длиной волны, что позволяет визуализировать объекты значительно меньшего размера. А кто его изобрел?
11. Какая особенность присуща лазерам с вертикальным резонатором?
12. В каких приборах используется электронная эмиссия нанотрубок?
13. На основе какой технологии можно создать дисплей невидимку?
14. Какие дисплеи отличаются низким энергопотреблением?
15. Какие элементы используются для управления излучающими светодиодами AMOLED?
16. Какой тип эмиссии используется в современных катодолюминесцентных дисплеях?
17. Какой эффект используется в работе нанoeлектронных фотоприемников на квантовых схемах?
18. В качестве чего нелинейные оптические свойства фуллеренов позволяют их использовать?
19. Чему соответствует данная схема?



20.

21. Как звучит закон Мура?
22. Какие два метода формирования элементов интегральных микросхем Вы знаете?
23. Что является главным пассивным элементом нанофотоники?
24. Что является главным активным элементом нанофотоники?
25. В каком микроскопе используется кантилевер?
26. На чем основана работа сканирующего туннельного микроскопа?
27. Что такое кантилевер?
28. Как величина туннельного тока при работе туннельного микроскопа зависит от расстояния между острием иглы и исследуемым образцом?
29. Что такое светодиод?
30. Какие устройства на фотонной интегральной схеме можно создать на основе планарного фотонного кристалла?
31. Что такое фотонно-кристаллические гетероструктуры?
32. Какие устройства относятся к нанофотонным?
33. Какого типа лазеры обладают минимальными пороговыми токами?
34. В электронике и оптоэлектронике активно используются двумерные материалы. В чем их основные преимущества?

Шкала оценивания: 5 балльная.

Критерии оценивания:

5 баллов (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если он демонстрирует глубокое знание содержания вопроса; дает точные определения основных понятий; аргументированно и логически стройно излагает учебный материал; иллюстрирует свой ответ актуальными примерами (типовыми и нестандартными), в том числе самостоятельно найденными; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

4 балла (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если он владеет содержанием вопроса, но допускает некоторые недочеты при ответе; допускает незначительные неточности при определении основных понятий; недостаточно аргументированно и (или) логически стройно излагает учебный материал; иллюстрирует свой ответ типовыми примерами.

3 балла (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он освоил основные положения контролируемой темы, но недостаточно четко дает определение основных понятий и дефиниций; затрудняется при ответах на дополнительные вопросы; приводит недостаточное количество примеров для иллюстрирования своего ответа;

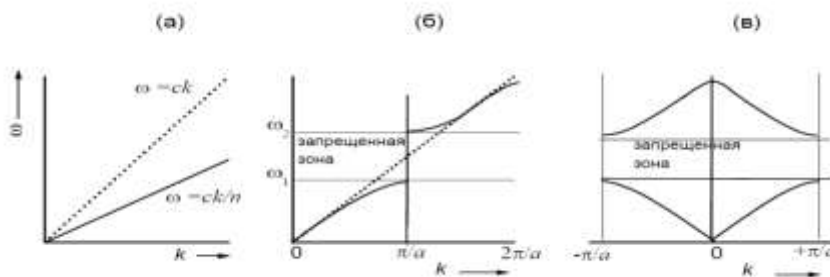
нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

2 балла (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он не владеет содержанием вопроса или допускает грубые ошибки; затрудняется дать основные определения; не может привести или приводит неправильные примеры; не отвечает на уточняющие и (или) дополнительные вопросы преподавателя или допускает при ответе на них грубые ошибки.

2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

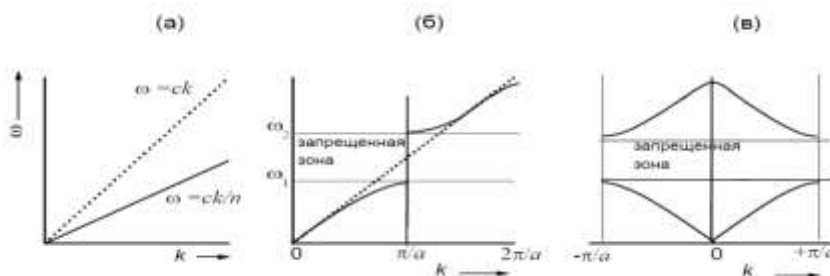
2.1 БАНК ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ В ТЕСТОВОЙ ФОРМЕ

1. Какой вид имеет дисперсионная кривая ω для электромагнитных волн в однородной среде?



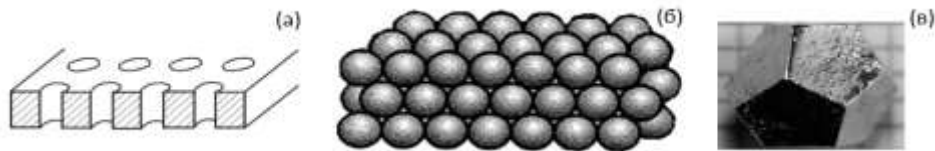
- 1) (а)
- 2) (б)
- 3) (в)

2. Какой вид имеет дисперсионная кривая ω для электромагнитных волн в периодической среде?



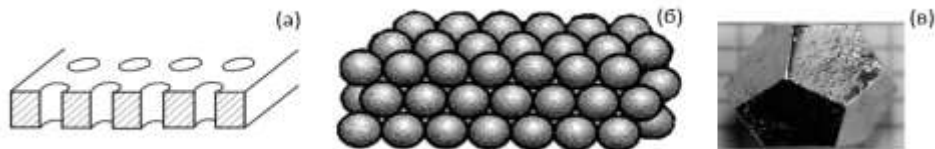
- 1) (б)
- 2) (а)
- 3) (в)

3. Какой из приведенных на рисунке материалов не является фотонным кристаллом?



- 1) (в)
- 2) (а)
- 3) (б)

4. Какой из приведенных на рисунке материалов может быть получен методом селективного травления?



- 1) (а)
- 2) (б)
- 3) (в)

5. В каком микроскопе используется кантилевер?

- 1) Сканирующий силовой микроскоп
- 2) Сканирующий туннельный микроскоп
- 3) Растровый микроскоп
- 4) Просвечивающий электронный микроскоп

6. На чем основана работа сканирующего туннельного микроскопа?

- 1) Эффекте туннелирования электронов через тонкий диэлектрический промежуток между проводящей поверхностью образца и сверхострой иглой
- 2) Дифракции рентгеновских лучей
- 3) Просвечивании образца рентгеновскими лучами
- 4) Просвечивании образца пучком электронов при ускоряющем напряжении 200-400 кВ

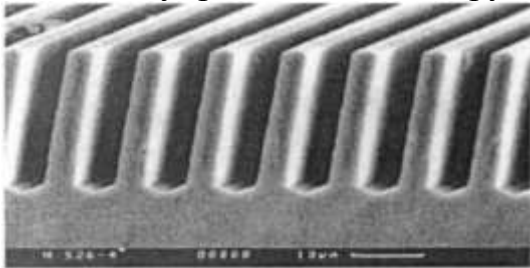
7. Какими методами могут быть получены монокристаллические структуры с периодическим изменением показателя преломления вдоль направления роста?

- 1) Молекулярно-лучевой эпитаксии, осаждением из газовой фазы с использованием металлоорганических соединений
- 2) Экструзии и термореактивного прессования
- 3) Электрофореза и седиментации
- 4) Пирометаллургии, гидрометаллургии, электрометаллургии

8. Обращаются ли в нуль волновые функции на границе реальной квантовой ямы?

- 1) Нет
- 2) Да
- 3) Вопрос поставлен некорректно
- 4) зависит от ширины квантовой ямы

9. Что получают, помещая тонкий слой полупроводника с узкой запрещённой зоной между двумя слоями материала с более широкой запрещённой зоной?
- 1) Квантовую яму
 - 2) Квантовую точку
 - 3) Квантовый барьер
 - 4) Квантовую иглу
10. Почему квантовые точки называют искусственными атомами?
- 1) В квантовой точке движение ограничено в трёх направлениях и энергетический спектр полностью дискретный, как в атоме
 - 2) Квантовая точка, как и атом, имеет ядро
 - 3) Квантовая точка может вступать в химические реакции подобно атомам
 - 4) Квантовая точка имеет размеры атома
11. С помощью какого метода можно создать периодические одномерные полупроводниковые структуры?



- 1) Фотолитографической маски и селективного травления
 - 2) Экструзии и термореактивного прессования
 - 3) Электрофореза и седиментации
 - 4) Пирометаллургии, гидрометаллургии, электрометаллургии
12. Что такое кантилевер?
- 1) Зонд в сканирующем силовом микроскопе
 - 2) Компьютерный блок в силовом микроскопе
 - 3) Компьютерная программа обработки данных сканирующего микроскопа
 - 4) Подложка для образцов в растровом микроскопе
13. Как величина туннельного тока при работе туннельного микроскопа зависит от расстояния между острием иглы и исследуемым образцом?
- 1) Экспоненциально возрастает с уменьшением расстояния
 - 2) Линейно возрастает с уменьшением расстояния
 - 3) Линейно уменьшается с уменьшением расстояния
 - 4) Экспоненциально уменьшается с уменьшением расстояния
14. Какая пара материалов из реализованных в настоящее время имеет максимально достижимое отношение показателей преломления?
- 1) GaAs/Al₂O₃
 - 2) AlGaAs/GaAs
 - 3) Si/Al₂O₃
 - 4) SiO₂/GaAs

15. На основании таблицы материалов, используемых для фотонных кристаллов, какой будет основной эффективный параметр для наноустройств для фотонного кристалла - Al_2O_3 в матрице Si?

Материал	$E_g, \text{эВ}$	$\lambda_g, \text{нм}$	ϵ'	n
Si	1.12	1100	11.9	3.45
Ge	0.66	1780	16	4
GaAs	1.42	870	13	3.6
AlAs	2.14	580	10	3.16
InP	1.35	920	12.6	3.55
ZnSe	2.7	460	6.25	2.5
ZnS	3.5	350	5.3	2.3
ZnTe	2.26	550	7.4	2.72
SiO_2 (кварц)			2.37	1.54
Al_2O_3 (сапфир)			3.13	1.77
TiO_2			7.02	2.65
Na_3AlF_6 (криолит)			1.78	1.34

- 1) 3,8 (1,9)
- 2) 3,9 (2,1)
- 3) 5,1 (2,8)
- 4) 4,8 (2,2)

16. На основании таблицы материалов, используемых для фотонных кристаллов, какой будет основной эффективный параметр для наноустройств для фотонного кристалла - Al_2O_3 в матрице GaAs?

Материал	$E_g, \text{эВ}$	$\lambda_g, \text{нм}$	ϵ'	n
Si	1.12	1100	11.9	3.45
Ge	0.66	1780	16	4
GaAs	1.42	870	13	3.6
AlAs	2.14	580	10	3.16
InP	1.35	920	12.6	3.55
ZnSe	2.7	460	6.25	2.5
ZnS	3.5	350	5.3	2.3
ZnTe	2.26	550	7.4	2.72
SiO_2 (кварц)			2.37	1.54
Al_2O_3 (сапфир)			3.13	1.77
TiO_2			7.02	2.65
Na_3AlF_6 (криолит)			1.78	1.34

- 1) 4,2 (2,0)
- 2) 3,9 (2,1)
- 3) 5,1 (2,8)
- 4) 4,8 (2,2)

17. На основании таблицы материалов, используемых для фотонных кристаллов, какой будет основной эффективный параметр для наноустройств для фотонного кристалла - SiO_2 в матрице Ge?

Материал	$E_g, \text{эВ}$	$\lambda_g, \text{нм}$	ϵ'	n
Si	1.12	1100	11.9	3.45
Ge	0.66	1780	16	4
GaAs	1.42	870	13	3.6
AlAs	2.14	580	10	3.16
InP	1.35	920	12.6	3.55
ZnSe	2.7	460	6.25	2.5
ZnS	3.5	350	5.3	2.3
ZnTe	2.26	550	7.4	2.72
SiO_2 (кварц)			2.37	1.54
Al_2O_3 (сапфир)			3.13	1.77
TiO_2			7.02	2.65
Na_3AlF_6 (криолит)			1.78	1.34

- 1) 6,8 (2,6)
- 2) 3,9 (2,1)
- 3) 5,1 (2,8)
- 4) 4,8 (2,2)

18. Как меняется вклад межфазной области в общие свойства объекта при уменьшении его размера?

- 1) При уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта увеличивается
- 2) При уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта уменьшается
- 3) При уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта проходит через максимум при 100 нм
- 4) При уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта проходит через минимум при 100 нм

19. Какова структура природного фотонного кристалла - опала?

- 1) Опал представляет собой коллоидный кристалл, состоящий из монодисперсных сферических глобул оксида кремния
- 2) Опал представляет собой коллоидный кристалл, состоящий из монодисперсных сферических глобул оксида алюминия
- 3) Опал представляет собой монокристалл оксида кремния
- 4) Опал представляет собой поликристалл оксида кремния

20. К каким последствиям может привести введение локальных дефектов в фотонные кристаллы?

- 1) позволяет создать микрорезонаторы с очень высокой добротностью
- 2) делает фотонный кристалл непригодным для использования в фотонном устройстве
- 3) не меняет свойства фотонного кристалла
- 4) упрочняет фотонный кристалл

21. Что такое квантовая точка?

- 1) Квантовая точка представляет собой нанобъект одного материала находящийся на матрице из другого материала
- 2) Элементарная структура квантового излучения
- 3) Наноразмерный разрыв в электромагнитном излучении
- 4) Квант, находящийся в электромагнитном поле

22. Что такое интегральная схема?

- 1) Электронная схема, выполненная на полупроводниковой подложке.
- 2) Электронная схема, выполненная на протяженных структурах, состоящие из свёрнутых гексагональных сеток с атомами углерода в узлах
- 3) Электронная схема, созданная из углеродных переплетённых цепей
- 4) Электронная схема, выполненная на металлоорганических витых полимерах

23. Что такое метаповерхность?

- 1) Перфорированная на масштабе световой волны поверхность твёрдого тела, приобретающая особые оптические свойства
- 2) Кажущаяся поверхность
- 3) Галографическое изображение поверхности твёрдого тела

- 4) Структурированная на масштабе 1 нм поверхность аморфного органического соединения, излучающая свет

24. Что такое нанолитография?

- 1) Технология структурирования твердотельных подложек с размерами отдельных элементов менее 100 нанометров
- 2) Технология нанесения наночастиц фоторезиста
- 3) Технология самоорганизации квантовых точек
- 4) Технология испарения и осаждения в реакционной среде с получением новых соединений

25. Что такое оптоэлектроника?

- 1) устройств для преобразования света в электрический сигнал и наоборот
- 2) устройства на основе активных электрических элементов с размером в несколько десятков нанометров
- 3) устройства на основе пассивных электронных элементов с размером в несколько нанометров
- 4) электронные чипы на основе квантовых точек

26. Что такое двумерные материалы?

- 1) материалы на основе слоистых структур со слабой связью Ван-дер-Ваальса, например графит
- 2) материалы с двойным электрическим слоем, например мицеллы
- 3) материалы состоящие из двух сортов атомов, например поваренная соль
- 4) материалы с частицами в виде чешуек

27. Что такое наноэлектроника?

- 1) устройства на основе активных электрических элементов с размером в несколько десятков нанометров
- 2) устройства на основе пассивных электронных элементов с размером в несколько нанометров
- 3) устройства на нанотранзисторах
- 4) устройства смазки магнитных лент

28. Что такое светодиод?

- 1) полупроводниковый прибор с электронно-дырочным переходом, создающий оптическое излучение при пропускании через него электрического тока в прямом направлении
- 2) полупроводниковый прибор, работа которого основана на управлении электрическим сопротивлением токопроводящего канала поперечным электрическим полем, создаваемым приложенным к затвору напряжением
- 3) устройство из оптически прозрачного материала (стекло, пластик), используемая для переноса света внутри себя посредством полного внутреннего отражения
- 4) устройство, с помощью которого получают пучок электронов с заданной кинетической энергией и заданной конфигурации

29. Что такое нанофотоника?

- 1) раздел фотоники, занимающийся изучением физических явлений, возникающих при взаимодействии фотонов с объектами нанометровых размеров, и практическим применением указанных явлений
 - 2) двумерный фотонный кристалл на основе планарного оптического волновода, структура которого характеризуется периодическим изменением показателя преломления в двух направлениях в плоскости волновода
30. Что такое размерный эффект в технологии наноматериалов?
- 1) Изменение свойств нанообъектов в зависимости от размера элементов их структуры
 - 2) Изменение размера нанообъектов в зависимости от внешних условий
 - 3) Изменение свойств нанообъектов в зависимости от внешних условий
 - 4) Изменение размера нанообъектов в зависимости от состава
31. На основе какого раздела науки получены теоретические положения нанофотоники?
- 1) Физики твердого тела
 - 2) Гидродинамики текучих сред
 - 3) Органической химии
 - 4) Биологии светящихся живых организмов
32. Что такое пленочный фотонный кристалл?
- 1) двумерный фотонный кристалл на основе планарного оптического волновода, структура которого характеризуется периодическим изменением показателя преломления в двух направлениях в плоскости волновода
 - 2) материал на основе слоистых структур со слабой связью Ван-дер-Ваальса, например графит
 - 3) устройства на основе активных электрических элементов с размером в несколько десятков нанометров
 - 4) жидкость, структурирующаяся при намагничивании
33. Какое название для нанопорошков и наноматериалов использовалось в СССР начиная с 50-х годов?
- 1) Ультрадисперсные
 - 2) Высокодисперсные
 - 3) Нанодисперсные
 - 4) Сверхдисперсные
34. Чем можно управлять с помощью планарного фотонного кристалла?
- 1) распространением световых волн в плоскости пленки
 - 2) генерацией световых волн в плоскости пленки
 - 3) поляризацией световых волн в плоскости пленки
 - 4) распространением световых волн в перпендикулярно плоскости пленки
35. Почему квантовые точки называют искусственными атомами?

- 1) В квантовой точке движение ограничено в трёх направлениях и энергетический спектр полностью дискретный, как в атоме
 - 2) Квантовая точка, как и атом, имеет ядро
 - 3) Квантовая точка может вступать в химические реакции подобно атомам
 - 4) Квантовая точка имеет размеры атома
- 36.Какая правильная последовательность видов литографии в зависимости от уменьшения размера получаемых элементов интегральных схем (ИМС)?
- 1) Оптическая › УФ-литография › Рентгеновская › Электронно-лучевая
 - 2) Электронно-лучевая › Рентгеновская › УФ-литография › Оптическая
 - 3) Рентгеновская › УФ-литография › Оптическая › Электронно-лучевая
 - 4) УФ-литография › Оптическая › Электронно-лучевая › Рентгеновская
- 37.Какие устройства на фотонной интегральной схеме можно создать на основе планарного фотонного кристалла?
- 1) все перечисленное
 - 2) поляризаторы, спектральные фильтры и мультиплексоры
 - 3) оптические волноводы, резонаторы
 - 4) лазеры, оптические усилители
 - 5) преобразователи длины волны, оптические процессоры
- 38.Что такое фотонно-кристаллические гетероструктуры?
- 1) структура, содержащая не менее двух фотонных кристаллов с различными фотонными запрещенными зонами, находящихся в оптическом контакте
 - 2) структура, содержащая контакт полупроводника с полупроводниковым фотонным кристаллом с различными запрещенными зонами
 - 3) структура, содержащая оптический волновод и оптоволокно
- 39.Каким уравнение описываются свойства электромагнитных волн в среде с периодическим изменением диэлектрической проницаемости?
- 1) волновым уравнением для электрического поля математические изоморфным уравнению Шредингера для кристаллов
 - 2) волновым уравнением для магнитного поля математические изоморфным уравнению Навье-Стокса для текущих сред
 - 3) волновым уравнением для электрического поля математические изоморфным уравнению Снеллиуса
 - 4) волновым уравнением для электрического поля математические изоморфным закону Бугера-Ламберта-Бера
- 40.Какие выводы можно сделать при решении волнового уравнения для электромагнитного поля в периодичной среде?

- 1) Появляются разрывы на дисперсионной кривой $w(k)$ и образуются интервалы k , для которых нет решений уравнения в виде бегущих волн
- 2) Исчезают разрывы на дисперсионной кривой $w(k)$ и образуются интервалы k , для которых нет решений уравнения в виде стоячих волн
- 3) Появляются сглаженные участки на дисперсионной кривой $w(k)$ и исчезают интервалы k , для которых нет решений уравнения в виде бегущих волн
- 4) Исчезают максимумы и минимумы на дисперсионной кривой $w(k)$, которая становится линейной

41. На что в отличие от фотоники ориентирована оптоэлектроника?

- 1) на изучение гибридных систем, представляющих собой соединение оптических и электрических элементов, а фотоника создает новые среды, где они могут быть интегрированы
- 2) на изучение и создание новых сред, где могут быть интегрированы оптические и электрические элементы, а фотоника создает гибридные системы из них
- 3) на решение фундаментальных вопросов, а фотоника – на решение прикладных задач
- 4) на решение прикладных вопросов, а фотоника – на решение фундаментальных задач

42. Электрооптика – старый термин, но играет активную роль в современной нанофотонике на новых основаниях. С исследованием чего он связан?

- 1) нелинейных взаимодействий в кристаллах
- 2) линейных взаимодействий в кристаллах
- 3) нелинейных взаимодействий в жидкостях
- 4) линейных взаимодействий в газах

43. Чаша Ликурга (IV в. н. э., Др. Рим) из-за наличия в стекле частиц серебра и золота размером 30-70 нм в пропорции 3/7, специальным образом поглощающих свет, имеет уникальное свойство менять цвет в зависимости от характера освещения. Как она выглядит?

- 1) она зеленая при отражении, когда свет направлен от наблюдателя на чашу, и красная на просвет, когда свет направлен к наблюдателю через чашу
- 2) она красная при отражении, когда свет направлен от наблюдателя на чашу, и зеленая на просвет, когда свет направлен к наблюдателю через чашу
- 3) она зеленая на просвет, когда свет направлен к наблюдателю через чашу, и красная при отражении, когда свет направлен от наблюдателя на чашу
- 4) она серая при отражении, когда свет направлен от наблюдателя на чашу, и прозрачная на просвет, когда свет направлен к наблюдателю через чашу

44. Известно, что «технология=интуиция+озарения+огромный труд», технология варки цветного стекла возникла несколько столетий назад. Что можно сказать о современных технологиях?
- 1) имеют основное отличие, заключающееся в управлении и осознанном проектировании фотонных устройств
 - 2) вобрала в себя интуитивный опыт предыдущих поколений и пользуются современной техникой
 - 3) ничем не отличаются от старинных
 - 4) полностью отвергают устаревшие технологии и манипулируют отдельными атомами, как запчастями огромного конструктора
45. С помощью «исчезающих волн» можно решить одну из фундаментальных проблем оптики. Какую именно?
- 1) проблему преодоления дифракционного предела при формировании изображения
 - 2) проблему преодоления поляризационного предела при формировании изображения
 - 3) проблему создания вечного двигателя
 - 4) проблему выявления темной материи
46. Что является главным пассивным элементом нанофотоники?
- 1) Оптоволокно
 - 2) полупроводниковый лазер
 - 3) транзистор
 - 4) интегральная микросхема
47. Что является главным активным элементом нанофотоники?
- 1) полупроводниковый лазер
 - 2) оптоволокно
 - 3) транзистор
 - 4) интегральная микросхема
48. Какими свойствами обладает фотон?
- 1) волны и частицы
 - 2) материи и поля
 - 3) фермиона, имеющего полуцелый спин
 - 4) частицы, масса которой даже в состоянии покоя не равна нулю
49. Каковы свойства волны любой природы?
- 1) дифракция и интерференция
 - 2) флюоресценция и люминесценция
 - 3) электрострикция и магнитострикция
 - 4) распространение в вакууме
50. Что получится, если поместить тонкий слой полупроводника с широкой запрещённой зоной между двумя полупроводниками с узкой запрещённой зоной?
- 1) Квантовый барьер
 - 2) Квантовая точка
 - 3) Квантовая яма
 - 4) Квантовая игла

51. Что представляет собой квантовая точка?

- 1) нанообъект одного материала находящийся на матрице из другого материала
- 2) элементарную структуру квантового излучения
- 3) наноразмерный разрыв в электромагнитном излучении
- 4) квант, находящийся в электромагнитном поле

52. Что получают, помещая тонкий слой полупроводника с узкой запрещённой зоной между двумя слоями материала с более широкой запрещённой зоной?

- 1) квантовую яму
- 2) квантовый барьер
- 3) квантовую точку
- 4) квантовый провод

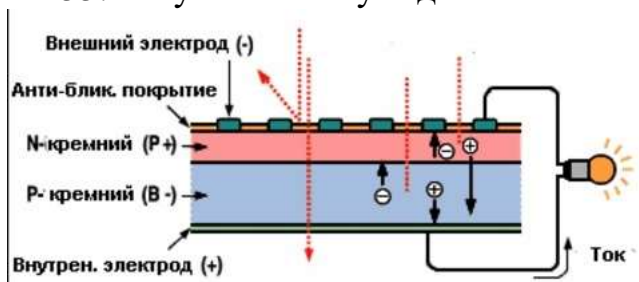
53. Почему квантовые точки называют искусственными атомами?

- 1) В квантовой точке движение ограничено в трёх направлениях и энергетический спектр полностью дискретный, как в атоме
- 2) Квантовая точка, как и атом, имеет ядро
- 3) Квантовая точка может вступать в химические реакции подобно атомам
- 4) Квантовая точка имеет размеры атома

54. В качестве чего нелинейные оптические свойства фуллеренов позволяют их использовать?

- 1) Оптических затворов
- 2) Дифракционных решеток
- 3) Нелинейных светоделителей

55. Чему соответствует данная схема?



- 1) Солнечной батарее
- 2) Конденсатору с двойным диэлектрическим слоем
- 3) Биполярному транзистору

56. Как звучит закон Мура?

- 1) плотность логических элементов микросхем удваивается каждые полтора года
- 2) плотность логических элементов микросхем удваивается каждые два года
- 3) плотность логических элементов микросхем удваивается каждые восемь лет

57. Какие два метода формирования элементов интегральных микросхем Вы знаете?

- 1) диффузия и ионная имплантация
- 2) градиент концентрации и эпитаксия
- 3) легирование кремния и самосборка

58. Какие два метода формирования элементов интегральных микросхем Вы знаете?

- 1) диффузия и ионная имплантация
- 2) градиент концентрации и эпитаксия
- 3) легирование кремния и самосборка

59. Что такое литография?

- 1) Методы микро и наногравировки материалов
- 2) Элемент машинного кода квантового компьютера
- 3) Бит нанопамяти

60. Что такое сверхрешетки?

- 1) Кристаллические структуры, в которых кроме периодического потенциала кристаллической решетки имеется другой периодический потенциал, период которого значительно превышает постоянную решетки, но соответствует наномасштабам
- 2) Кристаллические структуры, в которых кроме периодического потенциала кристаллической решетки имеется другой периодический потенциал, период которого меньше постоянной решетки
- 3) Кристаллические структуры, в которых кроме периодического потенциала кристаллической решетки имеется другой периодический потенциал, период которого меньше постоянной решетки

61. Какие устройства относятся к нанофотонным?

- 1) использующие оптоэлектронные приборы с размером областей менее 10^{-7}
- 2) использующие оптоэлектронные приборы с размером областей более 10^{-6}
- 3) использующие оптоэлектронные приборы с размером областей менее 10^{-6}
- 4) использующие оптоэлектронные приборы с размером областей более 10^{-7}

62. Какого типа лазеры обладают минимальными пороговыми токами?

- 1) на основе квантовых точек
- 2) на основе моноперехода
- 3) на основе одиночной гетероструктуры
- 4) на основе квантовых ям

63. Какие наноструктуры называются квантовыми ямами?

- 1) 2D
- 2) 3D
- 3) 1D
- 4) 0D

64. Какие наноструктуры называются квантовыми точками?

- 1) 0D
- 2) 3D
- 3) 2D
- 4) 1D

65. Какой спектр характерен для квантовой точки?

- 1) аналогичный спектру одиночного атома
- 2) аналогичный спектру малоатомного кластера
- 3) аналогичный спектру малоатомной молекулы
- 4) аналогичный спектру квантовой ямы

66. Зависят ли свойства полупроводниковых наночастиц от их размера?

- 1) с уменьшением размеров спектр поглощения смещается в голубую сторону
- 2) не зависят
- 3) с уменьшением размеров спектр поглощения не меняется
- 4) с уменьшением размеров спектр поглощения сдвигается в красную сторону

67. Что называется энергетической щелью?

- 1) интервал энергий между верхним заполненным уровнем валентной зоны и ближайшим к нему незаполненным уровнем зоны проводимости
- 2) интервал энергий между верхним заполненным энергетическим уровнем валентной зоны и уровнем Ферми
- 3) интервал энергий между потолком зоны проводимости и уровнем Ферми
- 4) интервал энергии между двумя примесными уровнями в запрещенной зоне

68. Какими оптическими свойствами обладают металлически нанокластеры?

- 1) более широкой полосой спектра поглощения, чем массивные материалы, комплексной диэлектрической проницаемостью
- 2) более узкой полосой спектра поглощения, чем массивные материалы
- 3) постоянной диэлектрической проницаемостью

69. Каких размеров может быть экситон полупроводникового нанокластера?

- 1) сравнимым с кластером, больше кластера
- 2) гораздо меньше кластера
- 3) гораздо больше кластера

70. Какие фотонные кристаллы способны к интенсивному испусканию света?

- 1) GaS, InS
- 2) GaAs
- 3) GaAlAs

71. На основе каких структур создают нанoeлектронные лазеры?

- 1) Гетероструктур

- 2) моно p–n переходов
 - 3) жидких кристаллов
 - 4) полимерных материалов
- 72.Какая особенность присуща лазерам с вертикальным резонатором?
- 1) отсутствие горизонтальных резонаторов, низкий пороговый ток
 - 2) высокий КПД
 - 3) встроенная система накачки
- 73.В каких приборах используется электронная эмиссия нанотрубок?
- 1) в дисплеях
 - 2) в транзисторах
 - 3) в осветительных лампах
 - 4) в фотоприемниках
- 74.На основе какой технологии можно создать дисплей невидимку?
- 1) TOLED
 - 2) LED
 - 3) OLED
 - 4) PHOLED
- 75.Какие дисплеи отличаются низким энергопотреблением?
- 1) на основе жидких кристаллов
 - 2) на основе кинескопа
 - 3) на основе светодиодов
 - 4) на основе плазменных панелей
- 76.Какие элементы используются для управления излучающими светодиодами AMOLED?
- 1) тонкопленочные полевые транзисторы, MEMS ключи
 - 2) биполярные транзисторы
 - 3) тонкопленочные диоды
- 77.Какой тип эмиссии используется в современных катодолюминесцентных дисплеях?
- 1) с помощью полевой эмиссии электронов
 - 2) с помощью катода с косвенным подогревом
 - 3) с помощью катода с косвенным подогревом
 - 4) с помощью инжекции электронов p–n перехода
- 78.Какой эффект используется в работе наноэлектронных фотоприемников на квантовых схемах?
- 1) размерного квантования
 - 2) туннельный
 - 3) лавинного пробоя
 - 4) тиристорный
- 79.Какой квантовой эффективностью характеризуются фотоприемники на квантовых точках?
- 1) $\eta = 3...30\%$
 - 2) $\eta < 1\%$
 - 3) $\eta > 50\%$
 - 4) $\eta = 31...50\%$

80. С какой целью в микропроекторах используют спиральную развертку?
- 1) для обеспечения широкого угла сканирования, для упрощения системы вывода изображения
 - 2) для обеспечения высокой четкости изображения
 - 3) для снижения стоимости элементов развертки
81. Электронный микроскоп, важный инструмент нанوفизики, появился в 30-х годах XX века. Вместо фотонов в нем используется поток электронов с гораздо меньшей длиной волны, что позволяет визуализировать объекты значительно меньшего размера. А кто его изобрел?
- 1) Немец Эрнст Руска
 - 2) Швейцарец Генрих Рорер
 - 3) Немец Вернер Гейзенберг
 - 4) Швейцарец Вольфганг Паули
82. Что в физике принято называть запрещенной зоной?
- 1) Области значений энергии, которыми не может обладать носитель заряда в идеальном кристалле
 - 2) Интервал пространственной шкалы, составляющий 1–100 нм
 - 3) Первая из не заполненных электронами зон в полупроводниках и диэлектриках
 - 4) Энергетическая область разрешенных электронных состояний в твердом теле, заполненная валентными электронами
83. Фотон — это квант света. А что такое фотонный кристалл?
- 1) Периодическая твердотельная структура, в которой распространение электромагнитных волн напоминает распространение электронов в кристаллической решетке
 - 2) Упорядоченная структура, возникающая путем кристаллизации фотонов при понижении температуры
 - 3) Кристалл с селективным поглощением света в видимой области спектра
 - 4) Двумерная аллотропная модификация углерода, образованная слоем атомов углерода толщиной в один атом, соединенных в гексагональную двумерную кристаллическую решетку
84. В фотонике большую роль играют прямозонные материалы. А что к ним относят?
- 1) Материалы, которые сильно поглощают свет, когда энергия кванта превышает ширину запрещенной зоны
 - 2) Материалы с размером в несколько атомарных слоев
 - 3) Материалы с высокой теплопроводностью
 - 4) Материалы с высокой подвижностью носителей заряда
85. Первые интегральные микросхемы были созданы в конце 50-х годов прошлого столетия. За это изобретение Джек Килби получил Нобелевскую премию по физике в 2000 году. С помощью какого основного метода создаются полупроводниковые интегральные микросхемы?

- 1) Оптическая литография
 - 2) Электронно-лучевая литография
 - 3) Зондовая литография
 - 4) Молекулярно-лучевая эпитаксия
86. Что происходит с мобильностью носителей заряда в графене при искусственном создании запрещенной зоны?
- 1) Уменьшается
 - 2) Не меняется
 - 3) Не меняется
 - 4) Фактически пропадает — мобильность может быть определена только для подвижных частиц
87. Квантовые точки, квантовые проволоки, двумерный электронный газ — что объединяет эти объекты?
- 1) Все это — твердотельные наноструктуры
 - 2) Это двумерные материалы
 - 3) Это составные части интегральной схемы
 - 4) Все это — прямозонные материалы
88. В фотонике часто используют понятие «метаматериалы». Что за ним скрывается?
- 1) Это композиционные материалы, свойства которых обусловлены искусственно созданной периодической структурой, а в меньшей степени — свойствами составляющих материалов
 - 2) Это наноструктурированные среды с отрицательным показателем преломления
 - 3) Полимерные композиционные материалы из переплетенных нитей углеродного волокна, расположенных в матрице из полимерных смол
 - 4) Это материалы, полученные за счет взаимодействия химически различных составляющих, формирующих определенную структуру, отличающуюся от структур исходных реагентов, но часто наследующую их определенные мотивы и функции
89. Тепловые колебания мешают создавать квантово-когерентные полупроводниковые материалы, применимые при комнатной температуре. Какова основная причина этого явления?
- 1) Носители заряда рассеиваются тепловыми колебаниями
 - 2) Тепловые колебания уменьшают ширину запрещенной зоны
 - 3) Тепловые колебания создают шум в измерительных приборах
 - 4) Вероятность туннелирования «горячих» частиц через все потенциальные барьеры становится близкой к единице из-за их высокой энергии
90. В электронике и оптоэлектронике активно используются двумерные материалы. В чем их основные преимущества?
- 1) Все перечисленные факторы
 - 2) При работе с ними используются разработки кремниевых технологий и инженерия прямозонных материалов

- 3) Их производство довольно дешево, так как в двумерных материалах используются распространенные химические элементы
- 4) У двумерных материалов хороший электростатический контроль
91. Как называется раздел физики, изучающий физические процессы, возникающие при взаимодействии фотонов с нанометровыми объектами, а также ориентированный на создание приборов на этой основе?
- 1) Нанофотоника
 - 2) Фотоника
 - 3) Оптоэлектроника
 - 4) квантовая оптика
 - 5) электрооптика
92. Как называется область науки, включающая в себя изучение процессов генерации, испускания, прохождения, модуляции, а также переключение, усиление, детектирование и обнаружение света?
- 1) фотоника
 - 2) нанофотоника
 - 3) оптоэлектроника
 - 4) квантовая оптика
 - 5) электрооптика
93. Что является двумя основными задачами Фотоники, возникшей в 80-е годы прошлого столетия в связи с развитием полупроводниковых источников света и оптоволоконных линий передач?
- 1) телекоммуникации и обработка информации
 - 2) теплопередача и теплообмен
 - 3) создание фотонного оружия и новой ядерной энергетики
 - 4) термоядерный синтез и цепные фотонные реакции
94. Лазерные технологии, био- и хемосенсоры, медицинская диагностика и терапия, средства изображения и представления информации, метрология, солнечная энергетика - это объекты, проектируемые и разрабатываемые в рамках какой науки?
- 1) Фотоники
 - 2) Нанофотоника
 - 3) Оптоэлектроника
 - 4) квантовая оптика
 - 5) электрооптика
95. Кто получил нобелевскую премию по физике в 1956 году за создание транзистора?
- 1) Дж. Бардин, У. Браттейн, В. Шокли
 - 2) Ч. Таунс, Н.Г. Басов, А.М. Прохоров
 - 3) Дж. Килби, Ж.И. Алфёров, Г. Кремер
 - 4) Ч. Као
96. Кто получил нобелевскую премию по физике в 1964 году за создание лазера?

- 1) Ч. Таунс, Н.Г. Басов, А.М. Прохоров
 - 2) Дж. Бардин, У. Браттейн, В. Шокли
 - 3) Дж.Килби, Ж.И. Алфёров, Г. Кремер
 - 4) Ч. Као
97. Кто получил нобелевскую премию по физике в 2000 году за создание интегральных схем и лазеров на основе полупроводниковых гетероструктур, которые в настоящее время являются элементной базой информационных технологий?
- 1) Дж.Килби, Ж.И. Алфёров, Г. Кремер
 - 2) Ч. Таунс, Н.Г. Басов, А.М. Прохоров
 - 3) Ч. Као
 - 4) Дж. Бардин, У. Браттейн, В. Шокли
98. Кому была вручена нобелевская премия по физике в 2009 году за создание оптоволоконной связи?
- 1) Ч. Као
 - 2) Ч. Таунс, Н.Г. Басов, А.М. Прохоров
 - 3) Дж. Бардин, У. Браттейн, В. Шокли
 - 4) Дж.Килби, Ж.И. Алфёров, Г. Кремер
99. Синонимами какого современного термина являются квантовая электроника, оптоэлектроника, квантовая оптика, электрооптика?
- 1) Фотоника
 - 2) Электроника
 - 3) Спинтроника
 - 4) Нанопотоника
100. На что ориентирована квантовая оптика в отличие от фотоники?
- 1) на решение фундаментальных вопросов, а фотоника – на решение прикладных задач
 - 2) на решение прикладных вопросов, а фотоника – на решение фундаментальных задач
 - 3) на решение фундаментальных вопросов, а фотоника – на решение прикладных задач
 - 4) на изучение гибридных систем, представляющих собой соединение оптических и электрических элементов, а фотоника
 - 5) на изучение и создание новых сред, где могут быть интегрированы оптические и электрические элементы, а фотоника создает гибридные системы из них

Шкала оценивания результатов тестирования: в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения – 60 баллов (установлено положением П 02.016).

Максимальный балл за тестирование представляет собой разность двух чисел: максимального балла по промежуточной аттестации для данной формы обучения (36 или 60) и максимального балла за решение компетентностно-ориентированной задачи (6).

Балл, полученный обучающимся за тестирование, суммируется с баллом, выставленным ему за решение компетентностно-ориентированной задачи.

Общий балл по промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по 5-балльной шкале следующим образом:

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по 5-балльной шкале</i>
100-85	отлично
84-70	хорошо
69-50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

Критерии оценивания результатов тестирования:

Каждый вопрос (задание) в тестовой форме оценивается по дихотомической шкале: выполнено – **2 балла**, не выполнено – **0 баллов**.

2.2 КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ

Компетентностно-ориентированная задача № 1

Для создания дешевых солнечных элементов используется технология осаждения из газовой фазы тонких (порядка сотен нм) плёнок аморфного кремния. Для получения пленок, легированных бором (В), используют осаждение из смеси газов моносилана SiH_4 и диборана B_2H_6 после термического разложения газов. Для получения контролируемой концентрации примеси, получают смесь газов в нужной пропорции. Для этого газы напускают в камеру, где происходит осаждение, из двух сосудов одинакового объема. В первом содержится силан при давлении $P_1 = 105$ Па и температуре $T_1 = 200^\circ\text{C}$, а во втором диборан при некотором давлении P_2 и температуре $T_2 = 20^\circ\text{C}$.

1. Каким должно быть давление P_2 , чтобы концентрация примеси в

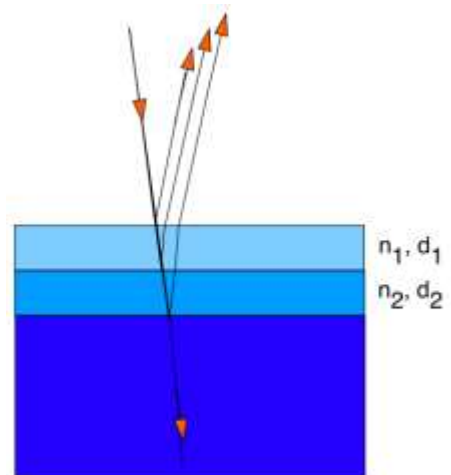
пленке аморфного кремния составляла $n = 10^{19} \text{ см}^{-3}$?

2. Какой объем газа силана потребуется пропустить через сосуд с $P_1 = 10^5 \text{ Па}$ и $T_1 = 200^\circ\text{С}$ для того, чтобы выросла плёнка аморфного кремния, толщиной $d = 10 \text{ нм}$ и площадью $S = 10 \text{ мм}^2$?



Компетентностно-ориентированная задача № 2

Для улучшения оптических свойств материала часто используют специальные просветляющие покрытия. Студент ЮЗГУ Вася пошел обратным путем: вместо нанесения покрытий, он протравил кислотой часть кремниевого кристалла, который хорошо пропускает свет в инфракрасном диапазоне. В результате получился нанопористый слой толщиной d_1 на поверхности с показателем преломления n_1 , меньшим, чем у кремния. Размер пор составлял порядка 50 нм, поэтому слой получился оптически-однородным. Затем Вася протравил второй слой толщиной d_2 , изменив параметры травления, и получил показатель преломления в нем $n_2 > n_1$.



1. Используя полученную структуру, Вася стал изучать интерференцию отраженных лучей, падающих по нормали к поверхности. Считая интенсивности всех трех отраженных лучей равными, сформулируйте критерии интерференционных минимумов.

2. Приведите пример толщин d_1 , d_2 , при которых наблюдается минимум для длины волны $l = 1200$ нм, если $n_1 = 1.6$, а $n_2 = 2$.

Компетентностно-ориентированная задача № 3

Дифракция рентгеновских лучей на кристаллах была открыта в 1912 году немецкими учеными под руководством Макса Лауэ. Это открытие доказало волновую природу рентгеновских лучей, так как оказалось, что для объяснения этого явления можно рассматривать кристалл как трехмерную дифракционную решетку. На рисунке показана фотопластинка с рентгенограммой (темные области – рефлексы – соответствуют зонам концентрации рентгеновского излучения), полученной от тонкого образца монокристалла некоторого вещества (сориентированного нужным образом) при его облучении узким пучком рентгеновских лучей. Известно, что расстояние от образца до фотопластинки, расположенной перпендикулярно направлению распространения пучка (см. рис.), составляло $L = 10$ см, расстояние от центра рентгенограммы (ось пучка) до каждого из точечных рефлексов равно $h = 7.4$ см, а длина волны рентгеновских лучей $\lambda = 0.154$ нм.

1. Определить межплоскостное расстояние в кристалле d , соответствующее наблюдаемым точечным рефлексам.

2. Как изменится рентгенограмма, если на пути пучка установить не монокристалл, а тонкую пленку, содержащую разупорядоченные нанокристаллы из того же материала?

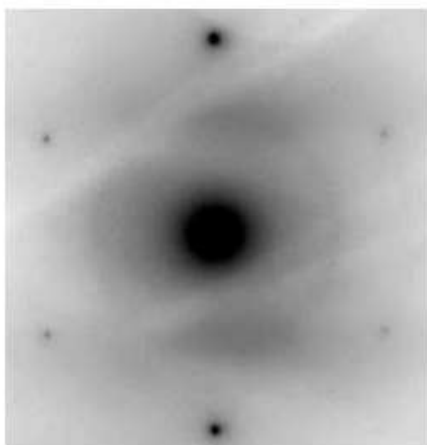


Рис. 1

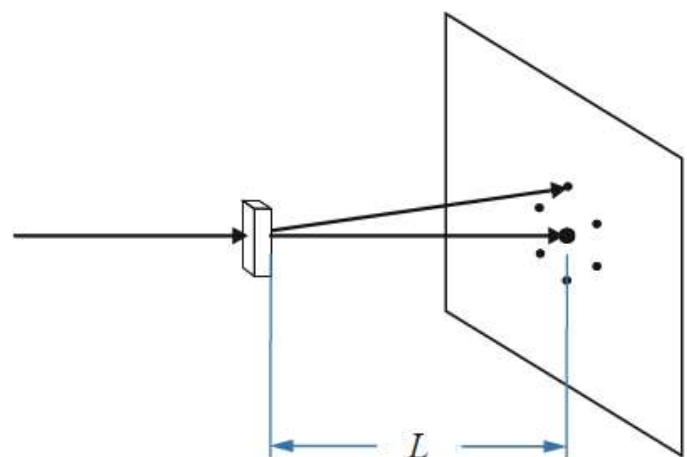
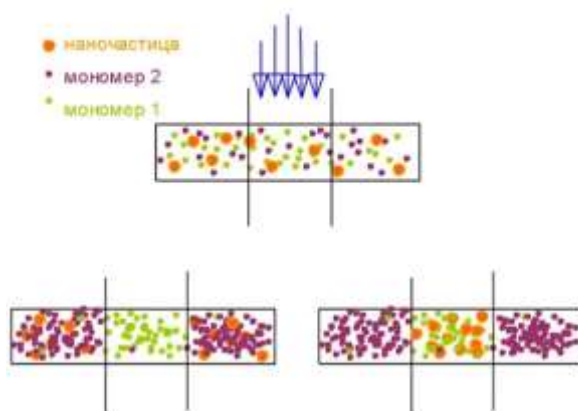


Рис. 2

Компетентностно-ориентированная задача № 4

Оцените модуляцию показателя преломления при формировании периодической структуры из системы содержащей мономер с показателем преломления $n=1.65$ и наночастицы $n=2,5$, если считать, что все наночастицы диффундировали в освещенные области. Массовое содержание наночастиц в

исходной композиции 14%. (Считать, что объем освещенных и неосвещенных областей одинаков.)



Шкала оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи: в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения – 60 (установлено положением П 02.016).

Максимальное количество баллов за решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Балл, полученный обучающимся за решение компетентностно-ориентированной задачи, суммируется с баллом, выставленным ему по результатам тестирования.

Общий балл промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по 5-балльной шкале следующим образом:

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по 5-балльной шкале</i>
100-85	отлично
84-70	хорошо
69-50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

Критерии оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи:

6-5 баллов выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует глубокое понимание обучающимся предложенной проблемы и разностороннее ее рассмотрение; свободно конструируемая работа представляет собой логичное, ясное и при этом краткое, точное описание хода решения задачи (последовательности (или выполнения) необходимых трудовых действий) и формулировку доказанного, правильного вывода (ответа); при этом обучающимся предложено несколько вариантов решения или оригинальное, нестандартное решение (или наиболее эффективное, или наиболее рациональное, или оптимальное, или единственно правильное решение); задача решена в установленное преподавателем время или с опережением времени.

4-3 балла выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует понимание обучающимся предложенной проблемы; задача решена типовым способом в установленное преподавателем время; имеют место общие фразы и (или) несущественные недочеты в описании хода решения и (или) вывода (ответа).

2-1 балла выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует поверхностное понимание обучающимся предложенной проблемы; осуществлена попытка шаблонного решения задачи, но при ее решении допущены ошибки и (или) превышено установленное преподавателем время.

0 баллов выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует непонимание обучающимся предложенной проблемы, и (или) значительное место занимают общие фразы и голословные рассуждения, и (или) задача не решена.