**Комплект оценочных материалов по дисциплине**

**«****Нелинейная оптика»**

**Задания закрытого типа**

**Задания закрытого типа на выбор правильного ответа**

1. *Выберите один правильный ответ*

Чем обусловлена тепловая нелинейность?

А) изменение плотности среды под действием поля.

Б) деформацией атомных орбиталей под действием электрического поля.

В) поглощением средой энергии световой волны и ее нагревом.

Г) вращением в электрическом поле молекул, обладающих дипольным моментом

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)

2. *Выберите один правильный ответ*

С чем связана электронная поляризация?

А) изменение плотности среды под действием поля.

Б) деформацией атомных орбиталей под действием электрического поля.

В) поглощением средой энергии световой волны и ее нагревом.

Г) вращением в электрическом поле молекул, обладающих дипольным моментом

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)

3. *Выберите один правильный ответ*

Чем обусловлена ориентационная поляризация?

А) изменение плотности среды под действием поля.

Б) деформацией атомных орбиталей под действием электрического поля.

В) поглощением средой энергии световой волны и ее нагревом.

Г) вращением в электрическом поле молекул, обладающих дипольным моментом

Правильный ответ: Г

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)

4. *Выберите один правильный ответ*

В чем заключается эффект электрострикции?

А) сжатие материала под действием поля.

Б) деформацией атомных орбиталей под действием электрического поля.

В) поглощением средой энергии световой волны и ее нагревом.

Г) вращением в электрическом поле молекул, обладающих дипольным моментом

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3)

5. *Выберите один правильный ответ*

В каких средах проявляется поляризация второго порядка?

А) в изотропных материалах;

Б) в анизотропных кристаллах;

В) в кристаллах без центра симметрии;

Г) в жидкостях;

Д) в газах

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3)

6. *Выберите один правильный ответ*

В средах, с каким типом нелинейности возможна генерация второй гармоники?

А) только в линейных средах;

Б) в средах с кубичной нелинейностью;

В) в средах с квадратичной нелинейностью;

Г) в анизотропных

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3)

7. *Выберите один правильный ответ*

Для каких сред выполняется условие для показателей преломления 

А) для кристаллов с тетрагональной, тригональной или гексагональной решёткой;

Б) для кристаллов с кубической решеткой;

В) для кристаллов с триклинной, моноклинной и орторомбической решеткой;

Г) для аморфных тел;

Д) для жидкостей и газов

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1-3, ПК-1-4)

8. *Выберите один правильный ответ*

Для каких сред выполняется условие для показателей преломления 

А) для кристаллов с тетрагональной, тригональной или гексагональной решёткой;

Б) для кристаллов с кубической решеткой;

В) для кристаллов с триклинной, моноклинной и орторомбической решеткой;

Г) для аморфных тел;

Д) для жидкостей и газов

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1-3, ПК-1-4)

10. *Выберите все правильные варианты ответов*

Какие среды относятся к изотропным?

А) одноосные кристаллы;

Б) кристаллы с кубической решеткой;

В) двухосные кристаллы;

Г) аморфные тела;

Д) жидкости и газы.

Правильный ответ: Б, Г, Д

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1-3, ПК-1-4)

11. *Выберите все правильные варианты ответов*

Для каких сред выполняется условие для показателей преломления 

А) для кристаллов с кубической решеткой;

Б) для кристаллов с тетрагональной, тригональной или гексагональной решёткой;

В) для аморфных тел;

Г) для кристаллов с триклинной, моноклинной и орторомбической решеткой;

Д) для жидкостей и газов

Правильный ответ: А, В, Д

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1-3, ПК-1-4)

12. *Выберите все правильные варианты ответов*

Приведите эффекты, обусловленный вещественной составляющей нелинейных восприимчивостей

А) многофотонные процессы;

Б) эффекты генерации высших оптических гармоник;

В) вынужденное комбинационное рассеяние света;

Г) самовоздействие интенсивного светового пучка в нелинейных материалах;

Д) вынужденное рассеяние Мандельштама – Бриллюэна

Правильные ответы: Б, Г

Компетенции (индикаторы): ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3)

13. *Выберите все правильные варианты ответов*

Приведите эффекты, обусловленный мнимой составляющей нелинейных восприимчивостей

А) оптический пробой среды;

Б) эффекты генерации высших оптических гармоник;

В) вынужденное комбинационное рассеяние света;

Г) самовоздействие интенсивного светового пучка в нелинейных материалах;

Д) вынужденное рассеяние Мандельштама – Бриллюэна.

Правильные ответы: В, Д

Компетенции (индикаторы): ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3)

14. *Выберите все правильные варианты ответов*

Укажите нелинейные эффекты, связанные с поляризацией второго порядка

А) Генерация третьей гармоники;

Б) Генерация суммарной частоты;

В) Генерация разностной частоты;

Г) Оптическое выпрямление

Д) Самофокусировка излучения

Правильный ответ: Б, В, Г

Компетенции (индикаторы): ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3)

15. *Выберите все правильные варианты ответов*

Укажите нелинейные эффекты, связанные с поляризацией третьего порядка

А) Генерация разностной частоты;

Б) Генерация второй гармоники частоты;

В) Генерация третьей гармоники;

Г) Оптическое выпрямление

Д) Самофокусировка излучения

Правильный ответ: В, Д

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1-3, ПК-1-4)

**Задания закрытого типа на установление соответствия**

1. Установите правильное соответствие. *Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Физическая величина |  | Математическое выражение |
| 1) | Вектор поляризации | А) |  |
| 2) | Стрикционная сила | Б) |  |
| 3) | Длина когерентности | В) |  |
| 4) | Длина самофокусировки | Г) |  |

Правильный ответ:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Г | В | А | Б |

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1-3, ПК-1-4)

**Задания закрытого типа на установление правильной последовательности**

1. Постройте цепочку нелинейного взаимодействия для эффекта электрострикции. Запишите правильную последовательность букв слева направо.

А) изменение плотности среды (втягивание)

Б)стрикционная сила

В) изменение условий распространения светового пучка

Г) переменное поле

Д) изменение показателя преломления

Правильный ответ: Г, Б, А, Д, В

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)

**Задания открытого типа**

**Задания открытого типа на дополнение**

1. *Напишите пропущенное слово (словосочетание)*

Рассеяние световой волны на отдельном атоме, молекуле, электроне, и т. д. (на любой неоднородности, размер которой много меньше длины волны), называется \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ .

Правильный ответ: рэлеевским

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1-3, ПК-1-4)

2. Напишите пропущенное слово (словосочетание)

Рассеяние света на упругих волнах в среде, обусловленных тепловым движением (акустических фононах), называется \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ .

Правильный ответ: рассеянием Мандельштама-Бриллюэна

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1-3, ПК-1-4)

3. *Напишите пропущенное слово (словосочетание)*

Нелинейное явление, в основе которого лежит процесс превращения среды из прозрачной в сильно поглощающую среду под действием мощного светового излучения, сопровождающийся разрушением структуры твердого тела, называется\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ .

Правильный ответ: оптическим пробоем

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)

4. *Напишите пропущенное слово (словосочетание)*

Процессы взаимодействия электромагнитного излучения с веществом, при которых в одном элементарном акте одновременно происходит поглощение или испускание (или то и другое) нескольких фотонов, называются\_\_\_\_\_\_\_\_\_ .

Правильный ответ: многофотонными

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1-3, ПК-1-4)

5. *Напишите пропущенное слово (словосочетание)*

Ослабление поглощения с ростом интенсивности светового поля иначе называют \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Правильный ответ: просветлением поглощающей среды.

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1-3, ПК-1-4)

6. *Напишите пропущенное слово (словосочетание)*

Процесс, в котором среда пассивна, то есть, она не обменивается энергией со световыми волнами, а волны различных частот могут обмениваться энергией друг с другом, называется \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ .

Правильный ответ: параметрическим.

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1-3, ПК-1-4)

7. *Напишите пропущенное слово (словосочетание)*

Процесс приобретения диэлектриком при помещении его в электрическое поле отличного от нуля макроскопического дипольного момента, называется \_\_\_\_\_\_\_\_\_ .

Правильный ответ: поляризацией

Компетенции (индикаторы): ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3)

**Задания открытого типа с кратким свободным ответом**

1. Напишите пропущенное слово (словосочетание)

Рассеяние, при котором падающий фотон либо превращается в фотон с меньшей частотой (так называемая стоксова компонента) и в квант возбуждения вещества, например, фонон – в случае колебательного возбуждения, либо объединяется с тепловым фононом и превращается в фотон с большей частотой (антистоксова компонента), называется \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ .

Правильный ответ: комбинационным рассеянием / рамановским рассеянием

Компетенции (индикаторы): ОПК-2 (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3)

**Задания открытого типа с развернутым ответом**

1. Решите задачу. Приведите расширенное решение задачи.

Оценить амплитуду электрического поля  в воздухе для монохроматической волны  со средней интенсивностью .

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 15 мин.

Ожидаемый результат:

Решение. Интенсивность света *I* – скалярная характеристика, под которой понимается модуль среднего по времени значения плотности потока энергии, переносимой световой волной:

 (1)

Мгновенные значения величин *Е* и *Н*, как это следует из системы уравнений Максвелла для электромагнитного поля, связаны соотношением:

 (2)

С учетом формул (1.1) и (1.2) находим:



Для плоской световой волны



(здесь  – циклическая частота, *k* = 2π/λ – волновое число) получаем:

 (4)

Учитывая, что , получим 

откуда амплитуда электрического поля  в воздухе



Ответ: 

Компетенции (индикаторы): ОПК-1, ПК-1

2. Решить задачу. Привести расширенное решение.

Определить длину волны генерируемой суммарной частоты, если длины волн накачки в воздухе  мкм (вторая гармоника  лазера) и  мкм (гелий-неоновый лазер).

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 15 мин.

Ожидаемый результат:

Решение. Для плоской монохроматической электромагнитной волны . Длина  и фазовая скорость  волны определяются из уравнений , и, следовательно, частота . Из закона сохранения энергии имеем  или . В вакууме (и с хорошей точностью в воздухе)

.

Таким образом,

 мкм.

Ответ:  мкм.

Компетенции (индикаторы): ОПК-1, ПК-1