

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 21.06.2024 12:07:04  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой

космического приборостроения

и систем связи

  
В.Г. Андронов

(подпись)

« 31 » 08 2023 г.

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

для текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации обучающихся  
по дисциплине

Физические основы оптических систем связи

(наименование дисциплины)

10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем

(код и наименование ОПОП ВО)

Курск - 2023

## ***1.1 ВОПРОСЫ ДЛЯ УСТНОГО ОПРОСА***

### **1. Раздел дисциплины «Геометрическая (лучевая) оптика»**

- 1 Представление геометрическая (лучевая) оптика.
- 2 Принцип Ферма.
- 3 Закон преломления световых лучей.
- 4 Гомоцентрические пучки. Точечные стигматические изображения.
- 5 Закон взаимности или обратимости световых лучей.
- 6 Преломление (и отражение) на сферической поверхности.
- 7 Фокусы сферической поверхности.
- 8 Изображение малых предметов при преломлении на сферической поверхности.
- 9 Увеличение. Теорема Лагранжа – Гельмгольца.
- 10 Центрированная оптическая система.
- 11 Преломление в линзе. Общая формула линзы.
- 12 Фокусные расстояния тонкой линзы.
- 13 Изображение в тонкой линзе. Увеличение.
- 14 Идеальные оптические системы.
- 15 Кардинальные точки и плоскости.
- 16 Линейное поперечное увеличение.
- 17 Формулы системы.
- 18 Угловое увеличение.
- 19 Построение изображения в оптической системе.
- 20 Продольное увеличение.
- 21 Методы нахождения кардинальных точек.
22. Положения фокусов системы.
- 23 Положения главных плоскостей системы.

### **2. Раздел дисциплины «Отражение и преломление света на границе двух диэлектриков.»**

- 1 Распространении света сквозь границу двух сред в рамках Э – М

теории света.

2. Отражение и преломление света на границе двух диэлектриков.

3 Формулы Френеля.

4 Поляризация света при прохождении через границу двух диэлектриков.

5 Энергия падающей, отражённой и преломлённой волн.

6 Коэффициенты отражения энергии.

7 Закон Брюстера.

8 Поляризация света при прохождении через границу двух диэлектриков.

9 Физический смысл закона Брюстера.

10 Явление полного внутреннего отражения.

11 Призмы полного внутреннего отражения.

12 Оптические волокна.

13 Исследование отраженной волны. Эллиптическая поляризация. Параллелепипед Френеля.

14 Исследование преломленной волны.

#### **4. Раздел дисциплины «Лазеры»**

1 Спонтанное и вынужденное излучение.

2 Интенсивность спонтанного излучения. Естественная ширина спектральной линии.

3 Спектральную плотность равновесного теплового излучения.

4 Принципы усиления света. Инверсия населенностей.

5 Трехуровневые и четырехуровневая схемы получения инверсной населенности.

6 Лазер устройство принцип работы.

7 Рубиновый лазер.

8 Неодимовый лазер.

- 9 Гелий-неоновый лазер.
- 10 Лазер на углекислом газе.
- 11 Ионные лазеры.
- 12 Эксимерные лазеры.
- 13 Лазеры на красителях.
- 14 Полупроводниковые лазеры.
- 15 Химические лазеры.
- 16 Открытые резонаторы лазеров.
- 17 Устойчивые и неустойчивые резонаторы.
- 18 Спектральные характеристики открытых резонаторов. Продольные моды.
- 19 g-диаграмма и классификация лазерных резонаторов.
- 20 Гауссовы пучки.
- 21 Параметры гауссова пучка.
- 22 Поперечные моды.
- 23 Трансформация гауссовых пучков.

### **3. Раздел «Поглощение и рассеяние света»**

- 1 Закон Бугера
- 2 Причины потерь в кварцевых оптических волокнах
- 3 Рассеяние в оптических волокнах.
- 4 Молекулярное рассеяние света.
- 5 Рассеяние Мандельштама-Бриллюена

### **4. Раздел «Нелинейная оптика»**

- 1 Что изучает нелинейная оптика.
- 2 Механизмы оптической нелинейности.
- 3 Некогерентные нелинейные эффекты. Насыщение поглощения.

- Многофотонное поглощение. Многофотонный фотоэффект.
- 4 Генерация второй оптической гармоники (ГВГ).
  - 5 ГВГ условия фазового синхронизма.
  - 6 Параметрическая генерация света. Условие векторного волнового синхронизма.
  - 7 Параметрический генератор света.
  - 8 Эффекты самовоздействия света.
  - 9 Вынужденное комбинационное рассеяние (ВКР). Стоксово и антистоксово рассеяние.
  - 10 Вынужденное рассеяние Мандельштама – Бриллюэна (ВРМБ).
  - 11 Обращение волнового фронта.
  - 12 Эффекты самовоздействия света. Самофокусировка и дефокусировка.
  - 13 Оптические солитоны.
  - 14 сверхсильные световые поля.

***Шкала оценивания: 3 балльная.***

***Критерии оценивания (нижеследующие критерии оценки являются примерными и могут корректироваться):***

**3 балла** (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.

**2 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.

**1 балл** (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.

**0 баллов** (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.

**1.2 ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ** (аналогично оформляются вопросы для коллоквиума, круглого стола, дискуссии, полемики, диспута, дебатов)

**Раздел дисциплины лабораторная работа «Измерение преломляющих углов и показателя преломления призмы методами геометрической оптики и по углу Брюстера.»**

- 1 Как происходит преломление света в призме?
- 2 Как определить величину преломляющего угла призмы?
- 3 Как рассчитать значение показателя преломления призмы?
- 4 Как изменяется величина показателя преломления призмы в зависимости от длины волны света?
- 5 Дайте определение нормальной и аномальной дисперсии света.

**Раздел дисциплины лабораторная работа «Определение толщины пластины интерферометрическим методом в отраженном свете (полосы равного наклона)»**

- 6 Что такое интерференция?
- 7 Определите величину разности хода?
- 8 Условия наблюдения интерференционных максимумов и минимумов?
- 9 Полосы равного наклона?
- 10 Поясните суть интерферометрического метода в отраженном свете?

**Раздел дисциплины лабораторная работа «Измерение показателя преломления пластины интерферометрическим методом в проходящем свете»**

- 11 Устройство и принцип работы интерферометра Маха-Цендера?
- 12 Что такое интерференция?
- 13 Поясните суть интерферометрического метода в проходящем свете?

14 Условия наблюдения интерференционных максимумов и минимумов?

**Раздел дисциплины лабораторная работа «Показатель преломления воздуха (определение зависимости показателя преломления от давления)»**

15 Устройство и принцип работы интерферометра Маха-Цендера?

16 Как работает оптический рефрактометр?

17 Условия наблюдения интерференционных максимумов и минимумов?

18 Как зависит показатель преломления воздуха от давления?

**Раздел дисциплины лабораторная работа «Физические основы распространения оптических волн в волоконных световодах»**

19 Дайте определение естественного и поляризованного света?

20 Что такое коэффициент поляризации?

21 Объясните закон Брюстера?

22 Объясните законы отражения и преломления?

23 Что такое полное внутреннее отражение?

24 Объясните ход зависимости коэффициента отражения от угла падения?

25 Объясните ход зависимости коэффициента преломления от угла падения?

**Раздел дисциплины лабораторная работа «Исследование зависимости удельного коэффициента затухания, вносимого изгибом световода от его радиуса»**



- 26 Что такое многомодовый световод?
- 27 Что такое одномодовый световод?
- 28 Чем отличается излучение двух длин волн  $\lambda=0.67$  мкм и  $\lambda=1.3$  мкм?
- 29 Что такое закон Бугера?
- 30 От чего зависит затухание интенсивности излучения в оптическом волокне?
- 31 Что такое коэффициент затухания?
- 32 Объясните ход полученной зависимости коэффициента затухания?

**Раздел дисциплины лабораторная работа «Качественный анализ модовой структуры волоконных световодов»**

- 33 Что такое многомодовый световод?
- 34 Что такое одномодовый световод?
- 35 Чем отличается излучение ЛД от СД?
- 36 Объясните картины наблюдаемые на выходе многомодового световода.?
- 37 Объясните картины наблюдаемые на выходе многомодового световода.?

**Раздел дисциплины лабораторная работа «Интерференция и когерентность (наблюдение явления интерференции, оценка длины когерентности)»**

- 38 Принцип работы интерферометра Маха-Цендера?
- 39 При каких условиях наблюдается интерференционная картина?
- 40 Что такое пространственная когерентность?
- 41 Что такое временная когерентность?
- 42 Что такое длина когерентности и степень монохроматичности?

## **Раздел дисциплины лабораторная работа «Экспериментальное определение числовой апертуры волоконных световодов.»**

43 Что такое многомодовый световод?

44 Что такое одномодовый световод?

45 Что такое NA?

46 Объясните методику измерения NA?

47 Чем отличается излучение ЛД от СД.?

***Шкала оценивания: 3 балльная.***

***Критерии оценивания (нижеследующие критерии оценки являются примерными и могут корректироваться):***

**3 балла** (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если он принимает активное участие в беседе по большинству обсуждаемых вопросов (в том числе самых сложных); демонстрирует сформированную способность к диалогическому мышлению, проявляет уважение и интерес к иным мнениям; владеет глубокими (в том числе дополнительными) знаниями по существу обсуждаемых вопросов, ораторскими способностями и правилами ведения полемики; строит логичные, аргументированные, точные и лаконичные высказывания, сопровождаемые яркими примерами; легко и заинтересованно откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**2 балла** (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в обсуждении не менее 50% дискуссионных вопросов; проявляет уважение и интерес к иным мнениям, доказательно и корректно защищает свое мнение; владеет хорошими знаниями вопросов, в обсуждении которых принимает участие; умеет не столько вести полемику, сколько участвовать в ней; строит логичные, аргументированные высказывания, сопровождаемые подходящими примерами; не всегда

откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**1 балл** (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в беседе по одному-двум наиболее простым обсуждаемым вопросам; корректно выслушивает иные мнения; неуверенно ориентируется в содержании обсуждаемых вопросов, порой допуская ошибки; в полемике предпочитает занимать позицию заинтересованного слушателя; строит краткие, но в целом логичные высказывания, сопровождаемые наиболее очевидными примерами; теряется при возникновении неожиданных ракурсов беседы и в этом случае нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**0 баллов** (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он не владеет содержанием обсуждаемых вопросов или допускает грубые ошибки; пассивен в обмене мнениями или вообще не участвует в дискуссии; затрудняется в построении монологического высказывания и (или) допускает ошибочные высказывания; постоянно нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**1.3 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЗАДАЧИ** (аналогично оформляются все компетентностно-ориентированные задачи, в том числе кейс-задачи и ситуационные задачи; могут быть структурированы по темам (разделам) дисциплины, как показано ниже, или могут быть приведены в целом по дисциплине (без указания номеров и наименований тем (разделов) дисциплины)).

***Производственная задача № 1***

Определить коэффициент прохождения  $T$  и степень поляризации  $P_2$  преломленных при падении естественного света на стекло ( $n=1,5$ ) под углом  $i=45^\circ$  лучей

***Производственная задача № 2***

Определить степень поляризации частично поляризованного света  $P = 0,25$ . Найти отношение интенсивности поляризованной составляющей этого света к интенсивности естественной составляющей.

### ***Производственная задача №3***

Расстояние  $\delta$  между фокусами объектива и окуляра внутри микроскопа равно 16 см. Фокусное расстояние объектива равно 1 мм. Определить фокусное расстояние  $f_2$  окуляра, чтобы получить увеличение  $\Gamma = 500$ ? Привести рисунок.

### ***Производственная задача №4***

Точечный источник света находится на главной оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F = 6$  см на расстоянии  $d = 4$  см от нее. Определить на каком расстоянии  $a$  от линзы по ту же сторону, что и источник, необходимо поставить плоское черкало, чтобы по другую сторону линзы существовало действительное изображение источника на расстоянии  $f = 12$  см от линзы? Привести рисунок.

### ***Производственная задача №5***

Поверх выпуклого сферического зеркала радиусом кривизны  $R = 20$  см налили тонкий слой воды. Определить главное фокусное расстояние такой системы.

### ***Производственная задача №6***

На пути частично поляризованного пучка света поместили николю. При повороте николя на угол  $\alpha = 60^\circ$  из положения, соответствующего максимальному пропусканию света, интенсивность прошедшего света уменьшилась в  $\eta = 3,0$  раза. определить степень поляризации падающего света.

### ***Производственная задача №7***

При окуляре с фокусным расстоянием  $f_{0к} = 50$  мм телескоп дает угловое увеличение  $\Gamma_1 = 60$ . Определить какое угловое увеличение  $\Gamma_2$

даст один объектив, если убрать окуляр и рассматривать действительное изображение, созданное объективом, невооруженным глазом с расстояния наилучшего зрения?

### ***Производственная задача №8***

В фокальной плоскости двояковыпуклой линзы расположено плоское зеркало. Предмет находится перед линзой между фокусом и двойным фокусным расстоянием. Построить изображение предмета.

### ***Производственная задача №9***

Лупа, представляющая собой двояковыпуклую линзу, изготовлена из стекла с показателем преломления  $n = 1,6$ . Радиусы кривизны  $R$  поверхностей линзы одинаковы и равны 12 см. Определить увеличение  $\Gamma$  лупы. Привести рисунок.

### ***Производственная задача №10***

Коэффициент поглощения излучения в активной среде составляет  $0,1 \text{ см}^{-1}$ . Во сколько раз уменьшится интенсивность излучения при прохождении пути  $l$  (10 см, 100 см).

### ***Шкала оценивания: 3 балльная.***

***Критерии оценивания (нижеследующие критерии оценки являются примерными и могут корректироваться):***

**3 балла** (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если задача решена правильно, в установленное преподавателем время или с опережением времени, при этом обучающимся предложено оригинальное (нестандартное) решение, или наиболее эффективное решение, или наиболее рациональное решение, или оптимальное решение.

**2 балла** (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если задача решена правильно, в установленное преподавателем время, типовым

способом; допускается наличие несущественных недочетов.

**1 балл** (или оценка «удовлетворительно») выставляется обучающемуся, если при решении задачи допущены ошибки некритического характера и (или) превышено установленное преподавателем время.

**0 баллов** (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если задача не решена или при ее решении допущены грубые ошибки.

## **2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### ***БАНК ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ В ТЕСТОВОЙ ФОРМЕ***

#### **Вопросы в закрытой форме**

1.

Чем оперирует геометрическая оптика?

Выберите один или несколько ответов:

- а. Понятием отдельных световых лучей.
- б. Подчиняется законам преломления и отражения.
- с. Понятием световых лучей независимых друг от друга.
- d. Понятиями волновой оптики.

2.

Что такое световой луч?

Выберите один ответ:

- а. Физический образ.
- б. Излучение фонаря
- с. Излучение лазера
- d. Абстрактное математическое понятие.
- е. Излучение прожектора

3.

Что такое геометрическая оптика?

Выберите один ответ:

- а. Волновая оптика
- б. Предельный случай реальной волновой оптики, соответствующий исчезающе малой длине световой волны
- с. Не предельный случай реальной волновой оптики.
- d. Нелинейная оптика
- е. Квантовая оптика

4.

Действительный путь распространения света (луч) есть путь, для прохождения которого свету требуется минимальное время по сравнению с любым другим мыслимым путем между теми же точками.

Выберите один ответ:

- Верно
- Неверно

В

5.

Гомоцентрический пучок.

Выберите один ответ:

- a. Пучок лучей от солнца.
- b. Пучок лучей выходящих из одной линии.
- c. Пучок лучей лазера.
- d. Пучок лучей выходящих из одной точки.
- e. Пучок лучей от прожектора.

6.

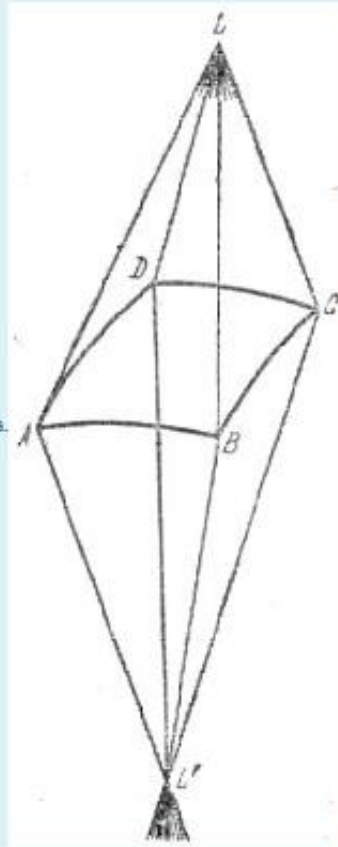


Стигматические изображения.

Выберите один ответ.

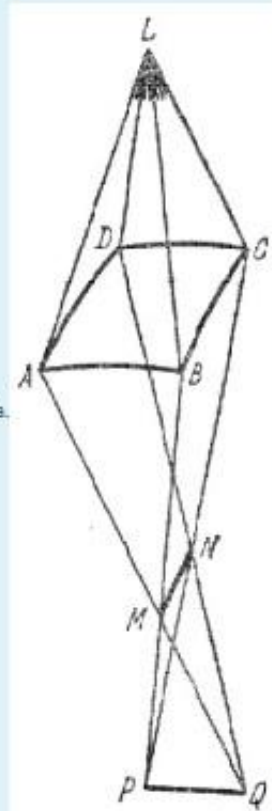
- а. Изображения сохраняющие  
гомоцентричность при отражении

или преломлении пучка.



- б. Изображения не сохраняющие  
гомоцентричность при отражении или

преломлении пучка.



7.

Закон взаимности или обратимости световых лучей.

Выберите один или несколько ответов:

- a. Не выполняется при отражении световых лучей.
- b. Не выполняется при преломлении световых лучей.
- c. Не выполняется при прохождении через оптические элементы
- d. Выполняется при преломлении световых лучей.
- e. Выполняется при отражении световых лучей.

8.

формула  $n_1/a_1 + n_2/a_2 = (n_1 - n_2)/R$

Выберите один или несколько ответов:

- a. Описывает что  $a_2$  при заданных параметрах задачи ( $n_1, n_2, R$ ) зависит только от  $a_1$ .
- b. Справедлива для любого луча
- c. Справедлива для любого луча параксиального пучка.
- d. Описывает что, гомоцентрический пучок при преломлении на сферической поверхности не остается гомоцентрическим.
- e. Описывает что, гомоцентрический пучок при преломлении на сферической поверхности остается гомоцентрическим.

9.

Формула  $n_1/a_1 - n_2/a_2 = (n_1 - n_2)/R$  описывает

Выберите один или несколько ответов:

- a. отражение на сферической поверхности
- b. преломление на сферической поверхности
- c. формула справедлива для не параксиальных пучков
- d. отражение на сферической поверхности, если положить  $n_2 = -n_1$
- e. преломление на сферической поверхности если  $n_1 = n_2$

10.

Закон преломления говорит, что

Выберите один или несколько ответов:

- a.  $n_1 \sin i = n_2 \sin r$
- b.  $\sin i / \sin r = v_1 / v_2$ , где  $i$  - угол падения,  $r$  - угол преломления
- c.  $n_2 \sin i = n_1 \sin r$
- d. луч падающий и луч преломленный лежат в одной плоскости называемой плоскостью падения, которая образована падающим лучом и нормалью возведенной в точке падения
- e.  $\sin i / \sin r = v_2 / v_1$

11.

Абсолютный показатель преломления это

Выберите один или несколько ответов:

- a. - величина равная отношению групповых скоростей света (электромагнитных волн) в данной среде и вакууме.
- b. - величина равная отношению групповых скоростей света (электромагнитных волн) в вакууме и данной среде.
- c. - величина равная отношению фазовых скоростей света (электромагнитных волн) в вакууме и данной среде.
- d. - величина равная отношению фазовых скоростей света (электромагнитных волн) в данной среде и в вакууме.

12.

Относительный показатель преломления равен отношению абсолютных показателей преломления.

Выберите один или несколько ответов:

- a.  $N_{12} = n_2 / n_1$
- b.  $N_{21} = n_2 / n_1$
- c.  $N_{12} = n_1 / n_2$
- d.  $N_{21} = n_1 / n_2$

13.

В случае ( $a_2 > 0$ ) точка, именуемая изображением, есть действительно точка пересечения преломленных лучей. Такое изображение называется *действительным*.

Выберите один ответ:

- Верно  
 Неверно

14

Фокусом сферической поверхности называется точка, в которой сходятся после преломления параллельные лучи (т. е. лучи, идущие из бесконечно удаленной точки) и  $f_1 = f_2$ .

Выберите один ответ:

- Верно  
 Неверно

15

В случае ( $a_2 < 0$ ), очевидно, преломленные лучи, идущие во второй среде, остаются расходящимися и реально не пересекаются. В этом случае название *изображения* относится к той воображаемой точке, которая представляет собой место пересечения предполагаемого продолжения преломленных лучей. Такое изображение называется *мнимым*.

Выберите один ответ:

- Верно  
 Неверно

16.

Фокусом сферической поверхности называется точка, в которой сходятся после преломления параллельные лучи (т. е. лучи, идущие из бесконечно удаленной точки) и  $f_2 / f_1 = - n_2 / n_1$ .

Выберите один ответ:

- Верно  
 Неверно

17

Формулу  $1/a_1 + 1/a_2 = 2/R$  можно применить и к случаю отражения.

Выберите один ответ:

- Верно
- Неверно

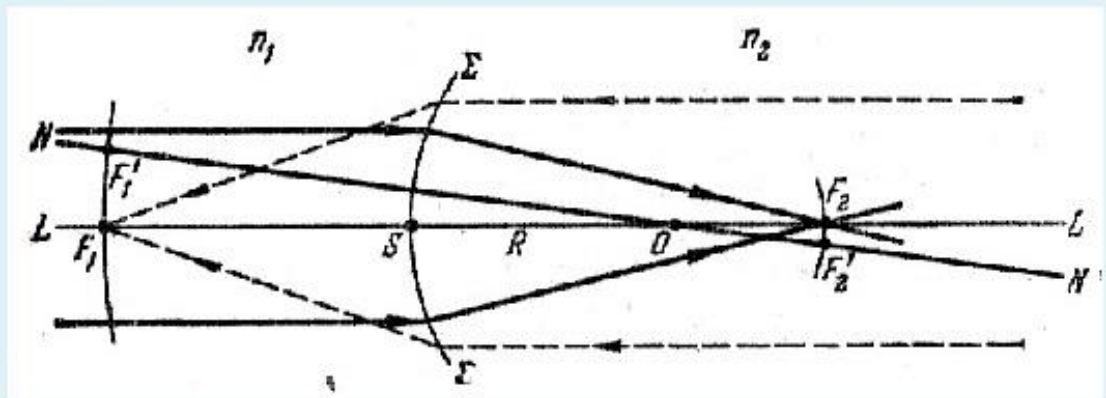
18.

Изображение точки в плоском зеркале мнимое и симметрично расположенное и  $a_1 = a_2$ .

Выберите один ответ:

- Верно
- Неверно

19.

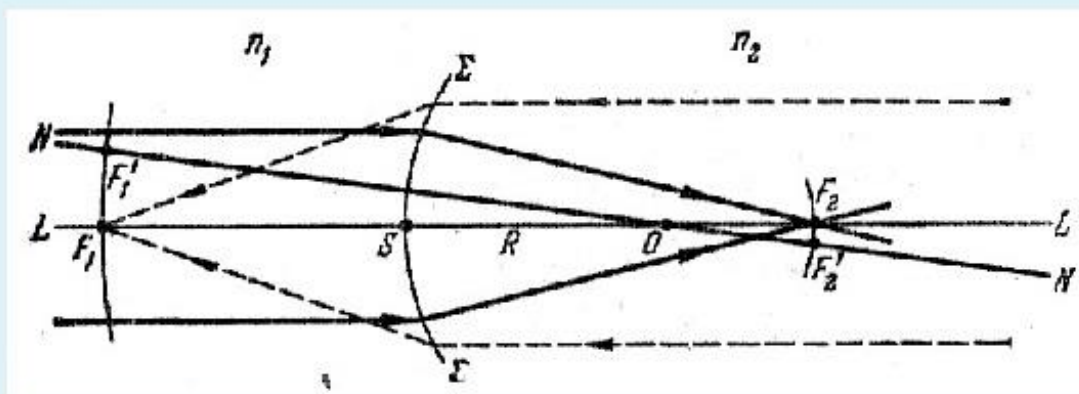


Определить точку фокуса

Выберите один или несколько ответов:

- a.  $F_2$
- b.  $F_1$
- c.  $F_1'$
- d.  $L$
- e.  $F_2$
- f.  $S$
- g.  $N$
- h.  $N'$

20.

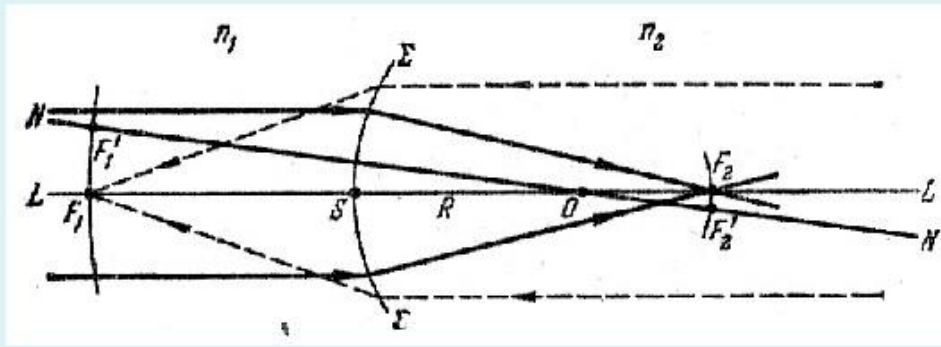


Определить точку фокуса

Выберите один или несколько ответов:

- a.  $F_2$
- b.  $F_1$
- c.  $F_1'$
- d.  $L$
- e.  $F_2$
- f.  $S$
- g.  $N$
- h.  $N'$

21

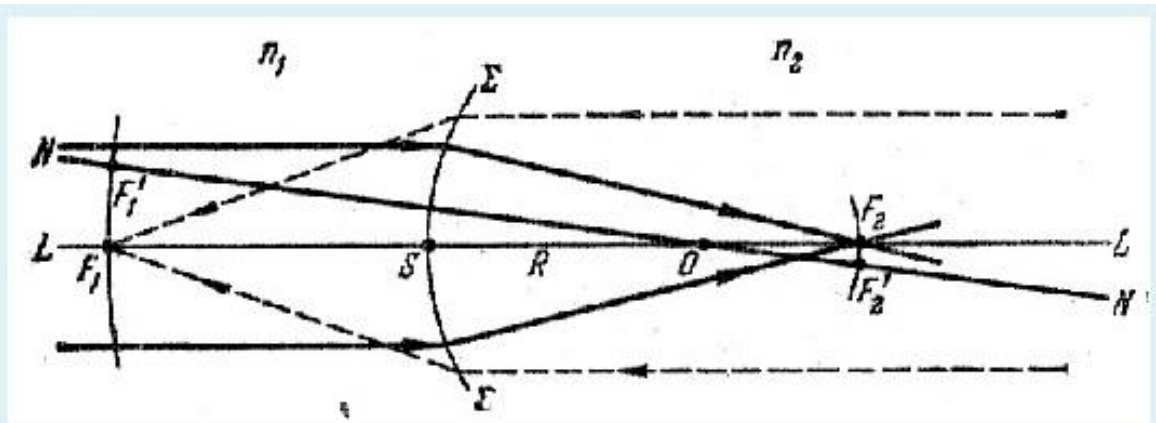


Геометрическое место точек  $F_1 F_1' \dots$  образует сферическую поверхность с радиусом  $|R - f_1|$  (на рис.  $f_1 < 0$ ), concentricкую с преломляющей сферой (с центром в точке  $O$ ). Эта поверхность носит название *передней фокальной поверхности*.

Выберите один ответ:

- Верно
- Неверно

22.

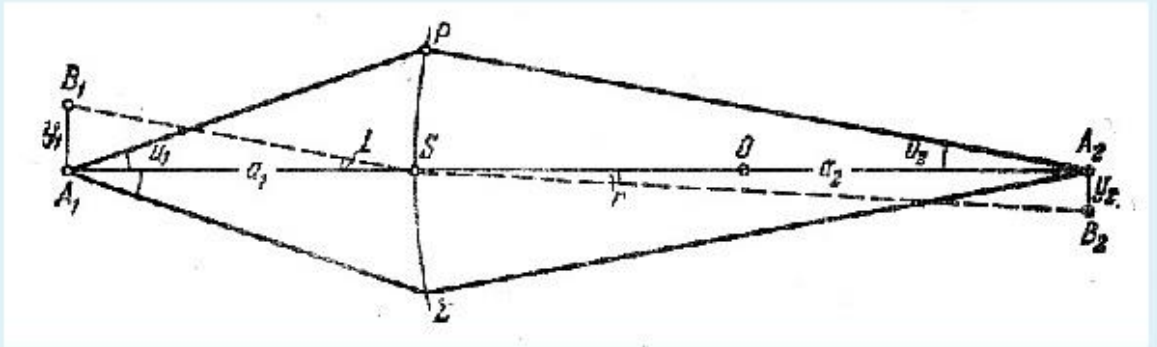


Радиус задней фокальной поверхности равен -

Выберите один ответ:

- a.  $f_2$
- b.  $|R - f_1|$
- c.  $|f_2 - R|$
- d.  $f_1$

23.



Отношение линейных размеров изображения ( $y_2 = A_2B_2$ ) и предмета ( $y_1 = A_1B_1$ ) носит название *линейного* или *поперечного* увеличения  $V = y_1/y_2$ . Увеличение положительно -

Выберите один ответ:

- а. если изображение *перевернутое*
- б. если изображение *прямое*

24.

Соотношение \_\_\_ носит название *теоремы Лагранжа – Гельмгольца*.

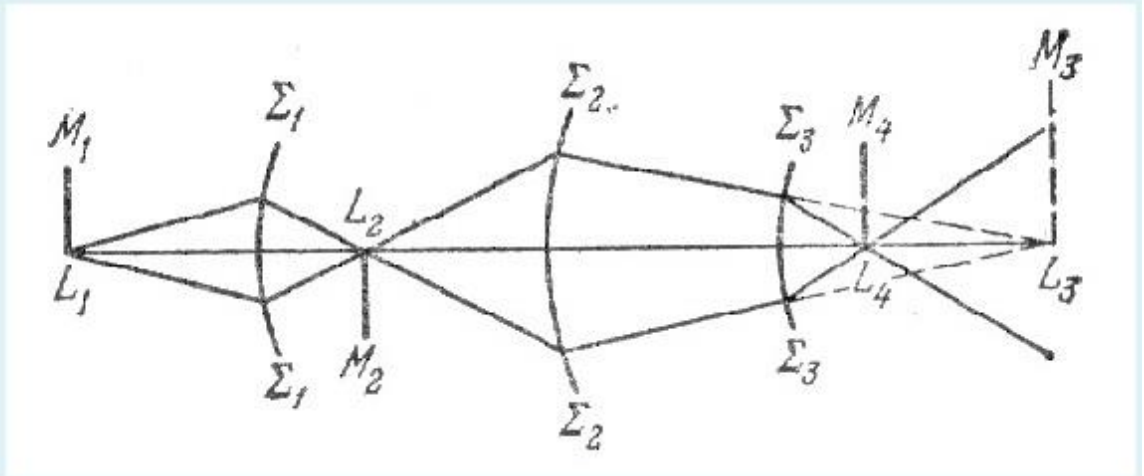
Выберите один ответ:

- а.  $y_1 n_2 u_1 = y_2 n_1 u_2$
- б.  $y_2 n_1 u_1 = y_1 n_2 u_2$
- в.  $y_1 n_1 \cos u_1 = y_2 n_2 \cos u_2$
- г.  $y_1 n_1 u_1 = y_2 n_2 u_2$
- д.  $y_1 n_1 \sin u_1 = y_2 n_2 \sin u_2$

25



Система сферических поверхностей называется *центрированной*, если центры всех поверхностей лежат на одной прямой, которая называется *главной оптической осью* системы.



Для центрированной системы поверхностей сохраняется ли сила и теорема Лагранжа — Гельмгольца, т. е.  $y_1 n_1 u_1 = y_2 n_2 u_2 = y_3 n_3 u_3 = \dots$ ?

Выберите один ответ:

- а. не сохраняет
- б. сохраняет

### Вопросы в открытой форме.

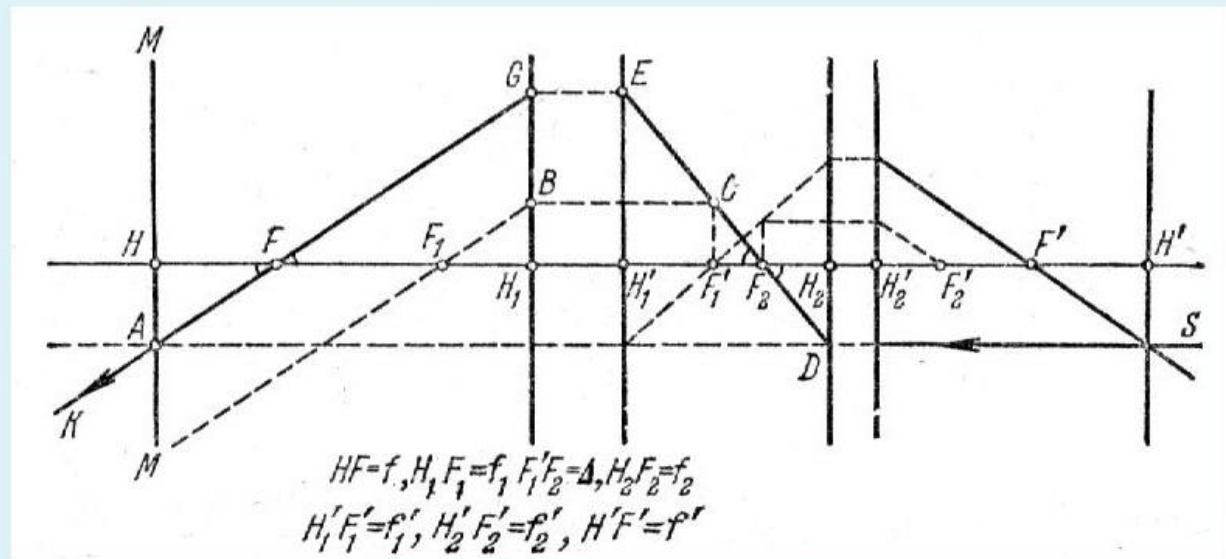
1. Фокусы сферической поверхности - .
2. Закон взаимности или обратимости световых лучей - .
3. Закон преломления световых лучей - .
4. Представление геометрическая (лучевая) оптика - .
5. Центрированная оптическая система - .
6. Изображение в тонкой линзе. Увеличение - .
7. Идеальные оптические системы - .
8. Методы нахождения кардинальных точек - .
9. Распространении света сквозь границу двух сред в рамках Э – М теории света.
10. Формулы Френеля - .

11. Поляризация света при прохождении через границу двух диэлектриков - .
12. Закон Брюстера - .
13. Явление полного внутреннего отражения - .
14. Оптические волокна - .
15. Спонтанное и вынужденное излучение - .
16. Принципы усиления света. Инверсия населенностей - .
17. Трехуровневые и четырехуровневая схемы получения инверсной населенности - .
18. Лазер устройство принцип работы - .
19. Открытые резонаторы лазеров - .
20. Гауссовы пучки - .
21. Закон Бугера - .
22. Некогерентные нелинейные эффекты. Насыщение поглощения. Многофотонное поглощение. Многофотонный фотоэффект. -
23. ГВГ условия фазового синхронизма - .
24. Параметрическая генерация света. Условие векторного волнового синхронизма.-
25. Вынужденное комбинационное рассеяние (ВКР) - .

**Вопросы на установление последовательности.**

1.

Снабдим индексами 1 и 2 величины, относящиеся к двум подсистемам, причем штрихованные величины соответствуют пространству изображений, а нештрихованные – пространству объектов

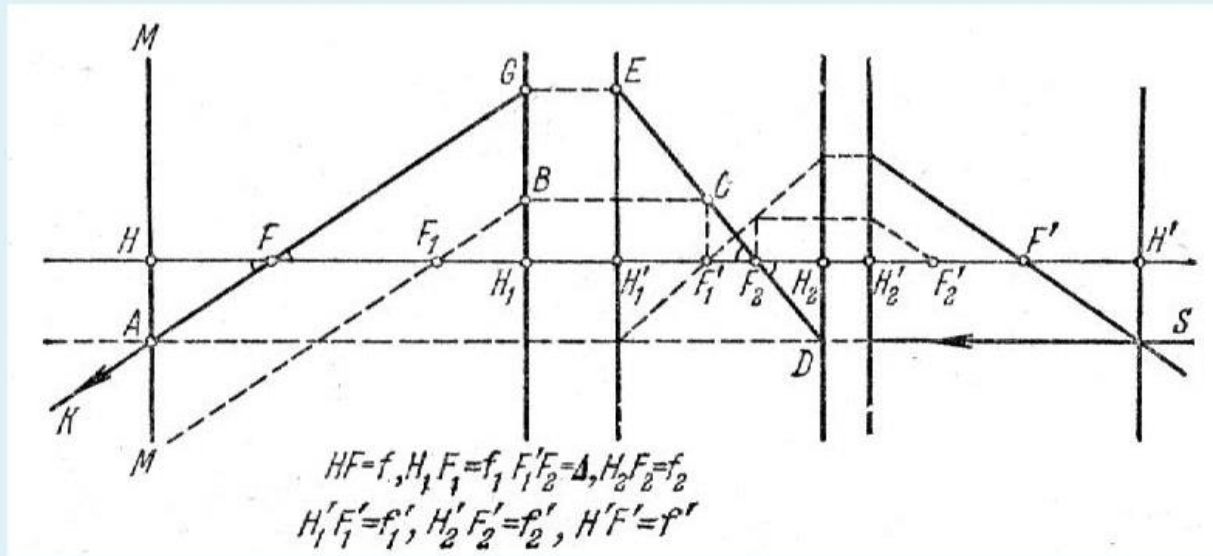


Выберите один или несколько ответов:

- a. Точки  $H_2$  и  $H'_2$  - главные точки 2 подсистемы.
- b.  $MB$  - боковая оптическая ось первой подсистемы.
- c.  $AG$  не параллельно  $F_1B$
- d.  $D$  - узловая точка второй подсистемы
- e.  $F$  и  $F'$  фокальные точки системы.
- f. Точка  $C$  - точка на задней фокальной плоскости 1 подсистемы.
- g. Точки  $H$  и  $H'$  - главные точки системы

2.

Снабдим индексами 1 и 2 величины, относящиеся к двум подсистемам, причем штрихованные величины соответствуют пространству изображений, а нештрихованные – пространству объектов



Выберите один или несколько ответов:

- а. Фокусное расстояние системы  $f = HF$ .  $f = f_1 f_2 / \Delta$
- б. При  $\Delta = 0$ ,  $f = \infty$ .
- в. Второе фокусное расстояние системы  $f' = -f_1 f_2' / \Delta = -f_1 f_2 / \Delta = -f$
- г. При совпадении главных плоскостей  $H_1'$  и  $H_2$ , т. е. при и при условии, что  $f_2' = -f_2$ , имеем  $1/f = 1/f_1 + 1/f_2'$ , т.е. оптическая сила соприкасающихся линз равна сумме оптических сил составляющих.
- д. При  $\Delta = 0$ ,  $f = 0$ .

3.

Формула  $n_1 (1/a_1 - 1/a_2) = (N - 1)(1/R_1 - 1/R_2)$  справедлива для -

Выберите один ответ:

- а. для всех видов линз
- б. для всех видов плоских зеркал
- в. для всех видов плоских границ разделов двух сред
- г. для всех видов сферических границ разделов двух сред
- д. для всех видов сферических зеркал

4.

Гаусс (1841 г.) дал общую теорию оптических систем. Теория Гаусса есть теория идеальной оптической системы, т.е. системы в которой -

Выберите один или несколько ответов:

- а. соблюдается требование «тонкости» системы и лучи по-прежнему предполагаются параксиальными
- б. всякой точке пространства объектов соответствует в идеальной системе точка пространства изображений и эти точки носят название *сопряженных*
- в. сохраняется гомоцентричность пучков и изображение геометрически *подобно* предмету
- г. каждой прямой или плоскости пространства объектов должна соответствовать сопряженная прямая или плоскость пространства изображений
- д. Идеальная оптическая система может быть осуществлена с достаточным приближением в виде centered оптической системы, если ограничиться областью вблизи оси симметрии, т. е. параксиальными пучками

5.

В случае нормального падения на границу раздела двух сред

$$r_{\perp} = r_{\parallel} = -\frac{n-1}{n+1} = -\frac{n_2 - n_1}{n_2 + n_1}$$

Для границы (стекло-воздух)  $n = 1,5$

$$r_{\perp}^2 = r_{\parallel}^2 = ?$$

Выберите один ответ:

- а.  $r_{\perp}^2 = r_{\parallel}^2 = 8\%$
- б.  $r_{\perp}^2 = r_{\parallel}^2 = 6\%$
- в.  $r_{\perp}^2 = r_{\parallel}^2 = 10\%$
- г.  $r_{\perp}^2 = r_{\parallel}^2 = 4\%$

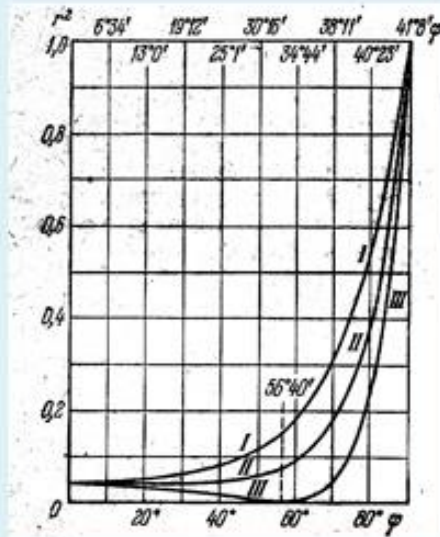
6.

При угле падения  $\varphi = \varphi_B$  ( $\varphi_B$  - угол Брюстера,  
 $\varphi_B = \arctan n_2/n_1 = \arctan n$ ) отраженный свет - ?

Выберите один ответ:

- a. отраженный свет линейно поляризован в плоскости падения
- b. отраженный свет имеет круговую поляризацию
- c. отраженный свет линейно поляризован в плоскости, перпендикулярной плоскости падения
- d. отраженный свет имеет эллиптическую поляризацию

7.



графики зависимости коэффициента отражения  $r^2$  от угла падения

Выберите один или несколько ответов:

- a. III -  $r^2_{\parallel}$
- b. I -  $r^2_{\parallel}$
- c. III -  $r^2_{\perp}$
- d. II - отвечает коэффициенту отражения неполяризованного света.
- e. I -  $r^2_{\perp}$
- f. II - коэффициент отражения равен среднему арифметическому из  $r_{\parallel}^2$  и  $r_{\perp}^2$ .

8.

За меру степени поляризации принято отношение

$$\Delta = \frac{I_{\perp} - I_{\parallel}}{I_{\perp} + I_{\parallel}} 100\%$$

, где  $I_{\perp}$  и  $I_{\parallel}$  - интенсивности,

соответствующие компонентам  $E_{\perp}$  и  $E_{\parallel}$ . Величину

$\Delta$  называют *степенью поляризации*.

Выберите один или несколько ответов:

- а. Для излучения поляризованного в плоскости перпендикулярной к плоскости падения

$$\Delta = -100\%$$

- б.

Для естественного света  $\Delta = 0$ , т.к.  $I_{\perp} = I_{\parallel}$ .

- с. Для излучения поляризованного в плоскости падения  $\Delta = 100\%$

- д. Для излучения поляризованного в плоскости перпендикулярной к плоскости падения

$$\Delta = -50\%$$

- е. Для излучения поляризованного в плоскости падения  $\Delta = 50\%$

9.



При падении света под углом Брюстера

$$\frac{E_{d\perp}}{E_{d\parallel}} = \frac{2n}{1+n^2} \quad \frac{I_{d\perp}}{I_{d\parallel}} = \frac{4n^2}{(1+n^2)^2}$$
$$\Delta = \frac{4n^2 - (n^2 + 1)^2}{4n^2 + (n^2 + 1)^2} = -\frac{(n^2 - 1)^2}{4n^2 + (n^2 + 1)^2}$$

При  $n=1,5$  (воздух-стекло)  $\Delta = ?$

Выберите один ответ:

- a.  $\Delta = - 16\%$ ,
- b.  $\Delta = - 8\%$ ,
- c.  $\Delta = - 12\%$ ,
- d.  $\Delta = - 10\%$ ,

10.

Закон преломления гласит, что  $\sin\psi = \sin\varphi/n$ .

Если  $n < 1$ , что имеет место когда свет идет из более преломляющей среды в среду менее преломляющую (например, из стекла в воздух), то возможно такое значение угла падения  $\varphi$ , при котором  $\sin\psi > 1$ , что не имеет смысла. Угол  $\varphi$ , соответствующий условию  $\sin\varphi = n$ , принято называть *критическим* или *предельным*. При этих условиях весь свет полностью отражается обратно в первую среду, в соответствии с чем явление носит название *полного внутреннего отражения*.  
Что будет наблюдаться если - ?

Выберите один или несколько ответов:

- a. Если угол падения больше критического угла то, падающее излучение будет испытывать полное внутреннее отражение от границы раздела.
- b. Если угол падения меньше критического угла то, падающее излучение будет испытывать полное внутреннее отражение от границы раздела.
- c. Если угол падения меньше критического угла то, падающее излучение будет преломляться и отражаться от границы раздела.
- d. Если угол падения больше критического угла то, падающее излучение будет преломляться и отражаться от границы раздела.

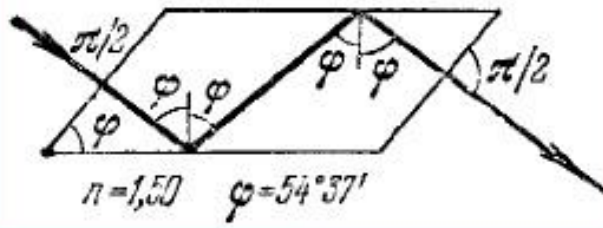
11.

Укажите примеры проявления полного внутреннего отражения.

Выберите один или несколько ответов:



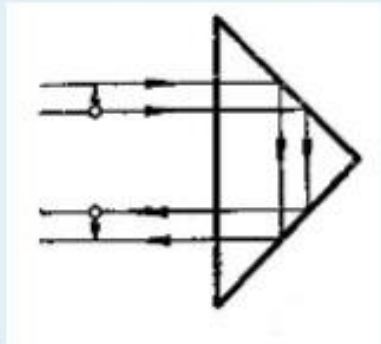
a.



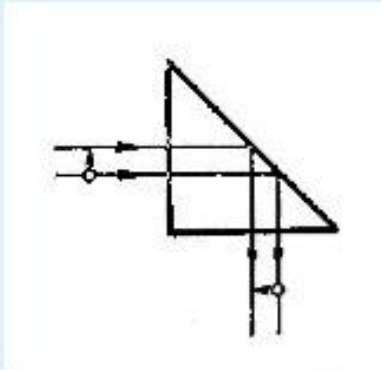
b.



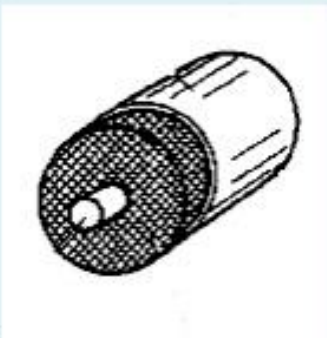
c.



d.



e.



f.

12.

Элементарная квантовая теория теплового излучения строится на основе двухуровневой модели атома. Предполагается, что атом имеет два дискретных энергетических состояния: основное с энергией  $W_0$  и возбужденное с энергией  $W_1$ . Число атомов в каждом из этих состояний -  $N_0$  и  $N_1$  - называют населенностями соответствующих уровней. Разность энергий основного и возбужденного состояний равна энергии светового кванта, поглощаемого при переходе  $0 \rightarrow 1$  или излучаемого при переходе  $1 \rightarrow 0$ :

$$h\nu = W_1 - W_0$$

По Эйнштейну, возможны следующие типы радиационных переходов между энергетическими уровнями: спонтанное излучение, поглощение, вынужденное излучение.

Что происходит при спонтанном излучении -?

Выберите один или несколько ответов:

- a. Атом в случайный момент времени самопроизвольно переходит в основное состояние.
- b. Атом находится в основном состоянии и переходит в возбужденное состояние.
- c. Вероятность такого перехода пропорциональна плотности энергии электромагнитного поля  $U_{\omega}$  на частоте перехода и некоторому коэффициенту  $B_{01}$ , зависящему от конкретного сорта атомов.
- d. Атом поглощает квант света
- e. Процесс характеризуется вероятностью перехода в единицу времени  $A_{10}$ .
- f. Атом испускает фотон.

13.

Элементарная квантовая теория теплового излучения строится на основе двухуровневой модели атома. Предполагается, что атом имеет два дискретных энергетических состояния: основное с энергией  $W_0$  и возбужденное с энергией  $W_1$ . Число атомов в каждом из этих состояний -  $N_0$  и  $N_1$  - называют населенностями соответствующих уровней. Разность энергий основного и возбужденного состояний равна энергии светового кванта, поглощаемого при переходе  $0 \rightarrow 1$  или излучаемого при переходе  $1 \rightarrow 0$ :

$$h\nu = W_1 - W_0$$

По Эйнштейну, возможны следующие типы радиационных переходов между энергетическими уровнями: спонтанное излучение, поглощение, вынужденное излучение.

Что происходит при поглощении -?

Выберите один или несколько ответов:

- a. Атом находится в основном состоянии и переходит в возбужденное состояние.
- b. Атом поглощает квант света.
- c. Процесс характеризуется вероятностью перехода в единицу времени  $A_{10}$ .
- d. Вероятность такого перехода пропорциональна плотности энергии электромагнитного поля  $U_{\omega}$  на частоте перехода и некоторому коэффициенту  $B_{01}$ , зависящему от конкретного сорта атомов.
- e. Атом в случайный момент времени самопроизвольно переходит в основное состояние.
- f. Атом испускает фотон.

14.

Элементарная квантовая теория теплового излучения строится на основе двухуровневой модели атома. Предполагается, что атом имеет два дискретных энергетических состояния: основное с энергией  $W_0$  и возбужденное с энергией  $W_1$ . Число атомов в каждом из этих состояний  $N_0$  и  $N_1$  называют населенностями соответствующих уровней. Разность энергий основного и возбужденного состояний равна энергии светового кванта, поглощаемого при переходе  $0 \rightarrow 1$  или излучаемого при переходе  $1 \rightarrow 0$ :

$$h\nu = W_1 - W_0$$

По Эйнштейну, возможны следующие типы радиационных переходов между энергетическими уровнями: спонтанное излучение, поглощение, вынужденное излучение. Что происходит при вынужденном излучении -?

Выберите один или несколько ответов:

- a. Процесс характеризуется вероятностью перехода в единицу времени  $A_{10}$
- b. Все фотоны, возникшие в результате этого излучения, имеют одинаковую частоту, фазу, направление распространения и поляризацию.
- c. Атом в случайный момент времени самопроизвольно переходит в основное состояние.
- d. Атом переходит из возбужденного состояния в основное, но не самопроизвольно, а под воздействием внешнего электромагнитного поля.
- e. Вероятность вынужденного излучения равна  $B_{10} \cdot U_\omega$ .
- f. Испускаемый фотон неотличим по своим свойствам от фотона, вызвавшего переход.

15.

В состоянии термодинамического равновесия число переходов между уровнями  $1 \rightarrow 0$  должно равняться числу переходов  $0 \rightarrow 1$ , следовательно

$$N_1(A_{10} + B_{10}U_\omega) = N_0B_{01}U_\omega$$

Привести значения.

Выберите один или несколько ответов:

- a.  $N_1$  - населенность верхнего уровня
- b.  $N_0$  - населенность верхнего уровня
- c.  $U_\omega$  - плотность энергии электромагнитного поля
- d.  $B_{10} \cdot U_\omega$  - вероятность перехода
- e.  $N_0$  - населенность нижнего уровня
- f.  $N_1$  - населенность нижнего уровня
- g.  $A_{10}$  - вероятностью вынужденного перехода в единицу времени
- h.  $A_{10}$  - вероятностью спонтанного перехода в единицу времени

16.

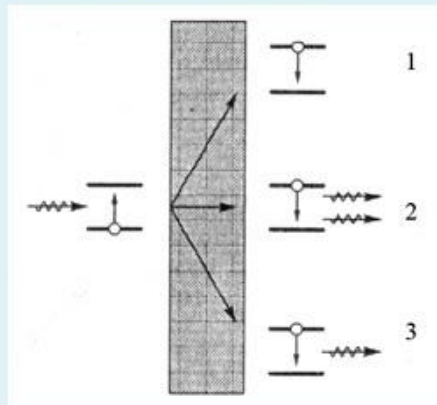
Какие переходы приводят к усилению направленного потока фотонов?

Выберите один ответ:

- a. Вынужденные переходы
- b. Поглощение
- c. Спонтанные переходы

17.

При распространении светового потока в веществе его энергия может переходить во внутреннюю энергию атомарных систем за счет поглощения. Преобразование энергии при поглощении света в веществе проходит по трем основным направлениям.



Выберите один или несколько ответов:

- a. 1 - Вынужденное излучение
- b. 2 - Вынужденное излучение
- c. 3 - Безызлучательная релаксация
- d. 1 - Безызлучательная релаксация
- e. 2 - Спонтанное излучение
- f. 3 - Вынужденное излучение
- g. 1 - Спонтанное излучение
- h. 2 - Безызлучательная релаксация
- i. 3 - Спонтанное излучение

18.

Поглощение излучения в веществе описывается законом Бугера - ?

Выберите один ответ:

- a.  $I(z) = I_0 \exp(-\alpha z)$
- b.  $I(z) = I_0 \lg(-\alpha z)$
- c.  $I(z) = I_0 \text{tg}(-\alpha z)$

19.

Трансформация гауссовых пучков в различных оптических системах в большинстве случаев хорошо описывается формулами геометрической оптики. При прохождении гауссова пучка через линзу с фокусным расстоянием  $F$  радиус кривизны волнового фронта меняется:

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R} - \frac{1}{F}. \quad \text{Если } F < R, \text{ то знак кривизны изменяется и пучок становится сходящимся.}$$

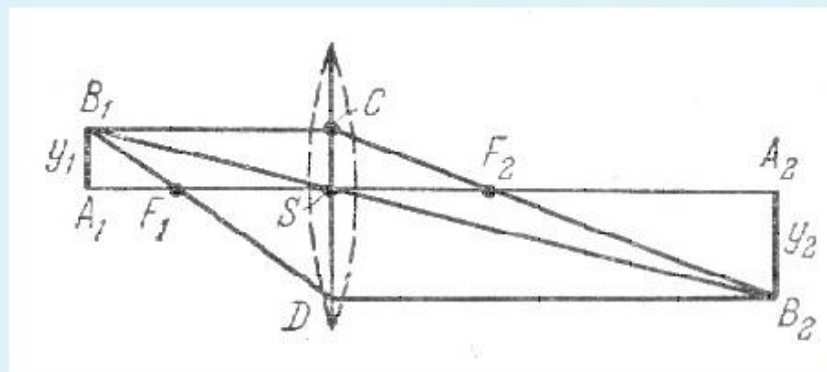
$R = 1$  м,  $F = 0,4$  м. Определить  $R' = ?$

Ответ:

20.

При введении фокусных расстояний, формула линзы примет вид.

$$\frac{1}{a_2} - \frac{1}{a_1} = \frac{1}{f}, \quad f = f_2 = -f_1. \quad . A_1S = a_1, SA_2 = a_2.$$



$a_1 = -4$  м (знак  $(-)$  определяется тем, что расстояние отсчитывается от центра линзы до объекта против хода луча),  $f = 3$  м. Определить  $a_2 = ?$

Ответ:

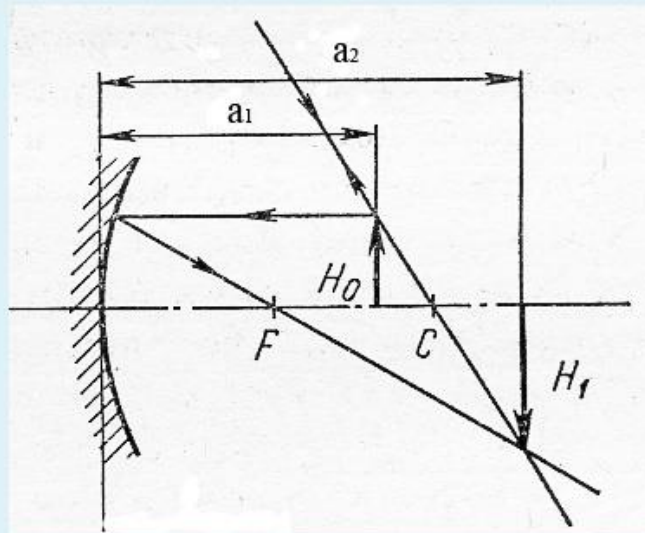


21.

В случае зеркала изображение действительное, если оно лежит по одну сторону с источником, и мнимое, если расположено за зеркалом.

Формула сферического зеркала имеет вид:  $\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} = \frac{1}{f}$ , где  $f = \frac{R}{2}$ .

R - радиус кривизны сферического зеркала.



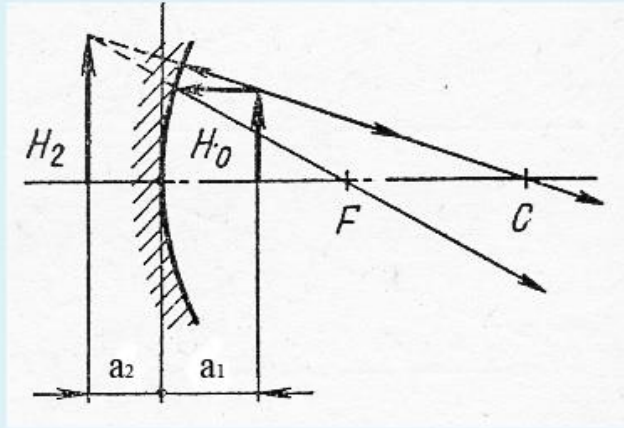
$a_1 = 7\text{см}$ ,  $R = 10\text{см}$ , определить  $a_2 = ?$

Ответ:

22.

В случае зеркала изображение действительное, если оно лежит по одну сторону с источником, и мнимое, если расположено за зеркалом. Формула

сферического зеркала имеет вид:  $\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} = \frac{1}{f}$ , где  $f = \frac{R}{2}$ . R - радиус кривизны сферического зеркала.



$a_1 = 3\text{см}$ ,  $R = 10\text{см}$ , определить  $a_2 = ?$

Ответ:

23.

Нелинейная оптика - ?

Выберите один или несколько ответов:

- a. *Нелинейная оптика* изучает процессы взаимодействия света и вещества, параметры протекания которых зависят от интенсивности света.
- b. В интенсивных лазерных пучках, напряженность поля  $E$  может быть весьма высокой, но члены высших порядков в разложении функции  $\vec{P}(\vec{E})$  не изменяются. В результате не возникает зависимость оптических характеристик среды от интенсивности света в различных процессах, что и изучает нелинейная оптика.
- c. *Нелинейная оптика* изучает процессы взаимодействия света и вещества, параметры протекания которых не зависят от интенсивности света.
- d. В нелинейной оптике поляризуемость  $\chi$  (а значит, и показатель преломления  $n^2 = 1 + \chi$ ) оказывается различной в различных точках пространства в соответствии с распределением энергии в сечении светового пучка или меняется со временем вслед за временной зависимостью амплитуды светового импульса. Для такой среды должны быть характерны пространственные и временные трансформации световых полей, отсутствующие в линейных средах.
- e. В интенсивных лазерных пучках, напряженность поля  $E$  может быть весьма высокой, и члены высших порядков в разложении функции  $\vec{P}(\vec{E})$  становятся существенными. В результате возникает зависимость оптических характеристик среды от интенсивности света в различных процессах, что и изучает нелинейная оптика.

24.

Нелинейность восприимчивости приводит и к нелинейности показателя преломления среды, который начинает зависеть от поля световой волны

$$n(\mathbf{E}) = n + n_1 \mathbf{E} + n_2 \mathbf{E}^2 + \dots$$

Физическими причинами, определяющими появление нелинейных восприимчивостей  $\chi^{(n)}$ , могут быть - ?

Выберите один или несколько ответов:

- а. электрострикция (локальные изменения плотности среды под действием поля)
- б. нелинейный отклик свободного или связанного электрона
- в. нелинейные колебания многоатомных молекул и кристаллической решетки
- г. индуцированная светом ориентация анизотропных молекул
- д. возбуждение светом дрейфа и диффузии зарядов в кристаллах

25.

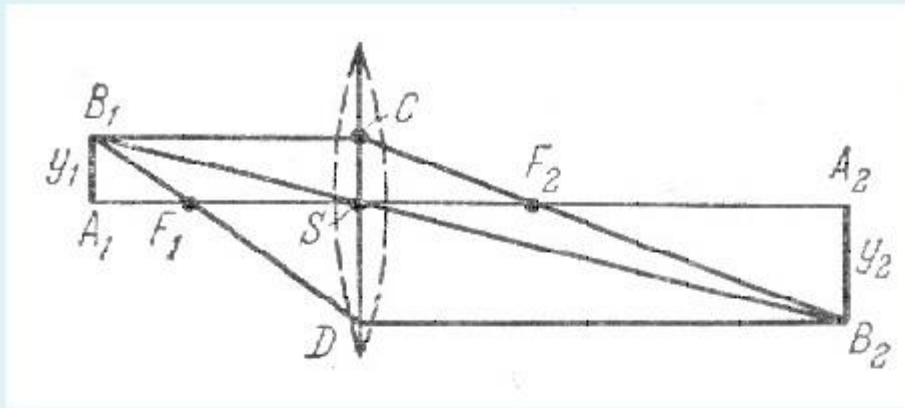
**Приведите примеры некогерентных нелинейных эффектов**

Выберите один или несколько ответов:

- а. насыщения поглощения
- б. генерации второй гармоники
- в. многофотонного поглощения
- г. полного внутреннего отражения
- д. параметрической генерации

**Вопрос на установление соответствия.**

1.

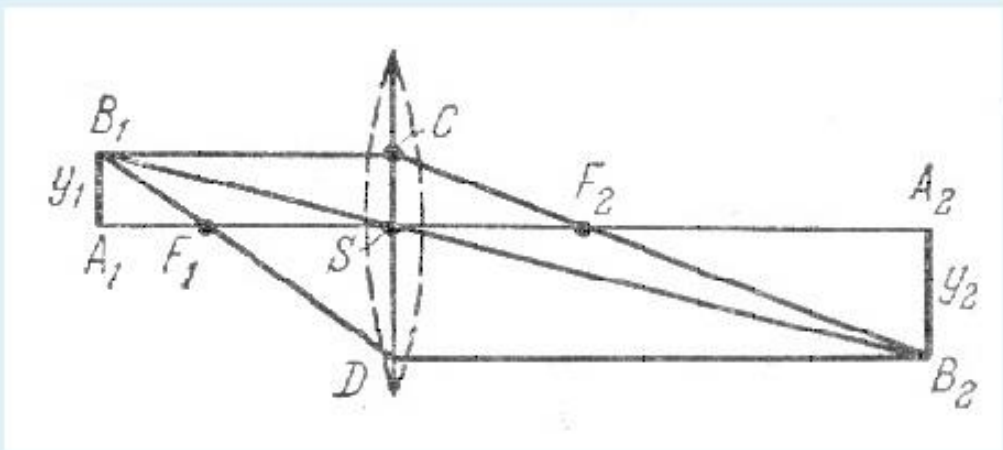


Т.к. для параксиальных лучей изображение точки стигматично (т. е. гомоцентричность пучка сохраняется), то для построения ее изображения достаточно найти точку пересечения каких-либо *двух* лучей. Выберите лучи, которые можно использовать для построения изображения.

Выберите один или несколько ответов:

- а. Любой луч выходящий из точки  $2F_1$  после преломления в линзе пройдет через точку  $2F_2$ .
- б. Луч вдоль побочной оптической оси  $B_1SB_2$  проходит через оптический центр линзы (точку  $S$ ), – он идет, не преломляясь.
- в. Луч  $DB_2$ , параллельный главной оптической оси и сопряженный с лучом  $B_1F_1D$ , проведен через передний фокус  $F_1$
- г. Лучи  $B_1F_1D$  и  $DB_2$  - не являются параксиальными.
- д. Луч  $CF_2B_2$ , сопряженный с лучом  $B_1C$ , параллельным главной оптической оси; этот луч проходит через задний фокус  $F_2$ .

2.



$$v = SA_2/SA_1 = a_2 / a_1 ,$$

для действительного изображения  $V = ?$

Выберите один ответ:

- a.  $V > 0$
- b.  $V < 0$

3.

Укажите собирающие (положительные) и рассеивающие (отрицательные)

линзы в воздухе.



**а**



**б**



**в**



**г**



**д**



**е**

а - положительная?

Выберите... ⇅

в - отрицательная?

Выберите... ⇅

г - положительная?

Выберите... ⇅

е - отрицательная?

Выберите... ⇅

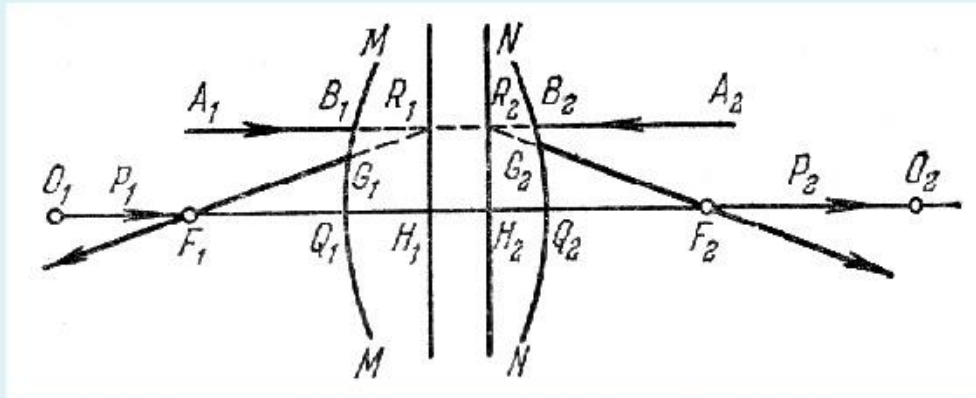
д - отрицательная?

Выберите... ⇅

б - отрицательная?

Выберите... ⇅

4.



Пусть  $MM$  и  $NN$  – крайние сферические поверхности, ограничивающие систему, и  $O_1O_2$  – ее главная ось

$$f_2 \neq H_2F_2$$

$F_1$  – передний фокус системы

Плоскость  $H_1R_1$  изображается на  $H_2R_2$  прямо и в натуральную величину.

Такие плоскости называются *главными плоскостями*.

$R_1$  и  $R_2$  не лежат на одинаковом расстоянии от главной оси, т. е.  $H_1R_1 \neq H_2R_2$ ,

$$f_1 \neq H_1F_1$$

$F_2$  есть фокус (второй, или задний) системы

Выберите... ▾

Выберите...

нет

да

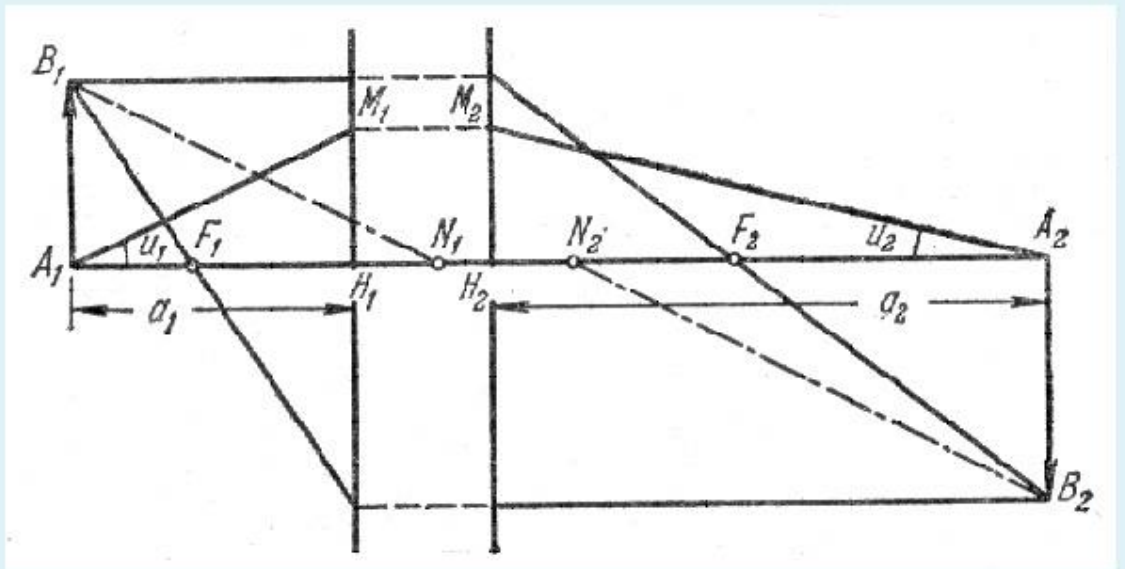
Выберите... ▾

Выберите... ▾

Выберите... ▾

Выберите... ▾

5.



$N_1$  и  $N_2$  - узловые точки системы?

Выберите... ▾

$M_1$  и  $M_2$  - точки главных плоскостей системы?

Выберите...

да

нет

$F_1$  и  $F_2$  -фокальные точки системы?

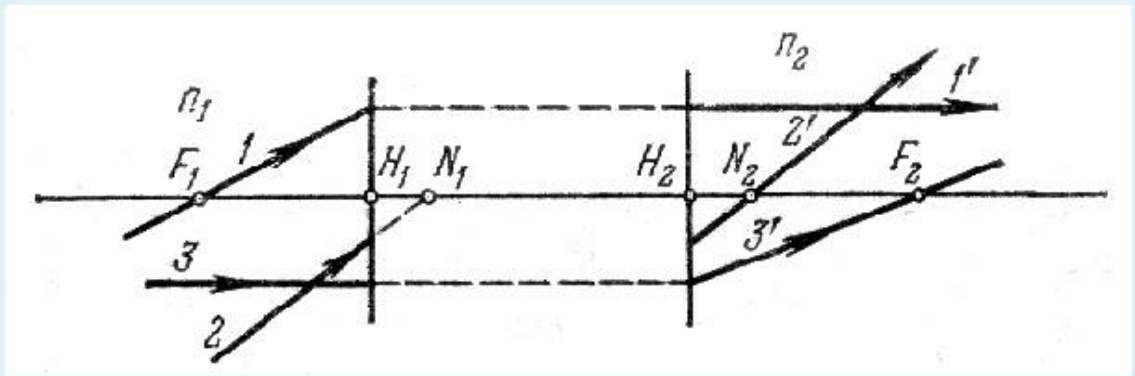
Выберите... ▾

$A_1$  и  $A_2$  - узловые точки системы?

Выберите... ▾

$H_1$  и  $H_2$  - главные точки системы?

6.



Плоскости, проходящие через узлы перпендикулярно к оптической оси, называются *узловыми плоскостями*. Шесть плоскостей (две фокальные, две главные и две узловые) и шесть точек главной оси, им соответствующие (фокусы, главные точки, узлы), называются *кардинальными плоскостями и точками*

$N_1$  и  $N_2$  - узловые точки

Выберите... ▾

$H_1$  и  $H_2$  - узловые точки

Выберите...

да

нет

$F_1$  и  $F_2$  - фокальные точки

$N_1$  и  $N_2$  - главные точки

Выберите... ▾

$F_1$  и  $F_2$  - главные точки

Выберите... ▾

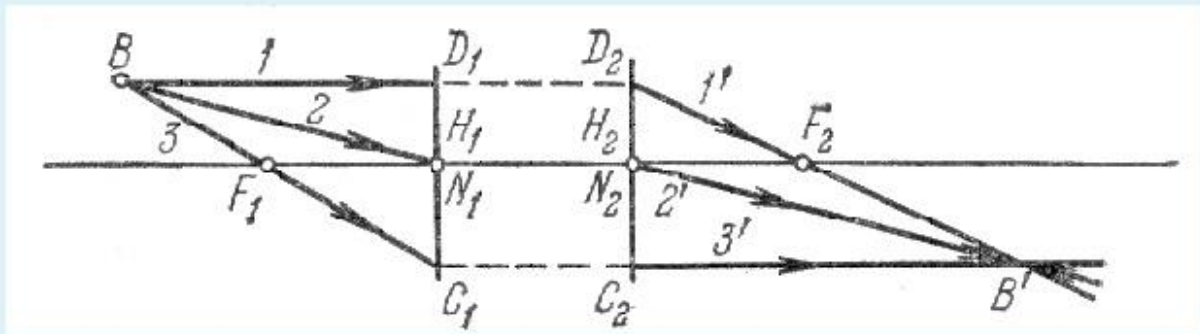
$H_1$  и  $H_2$  - главные точки

Выберите... ▾

7.



Когда по обе стороны системы располагается одна и та же среда узловые точки сливаются с главными и система характеризуется положением всего лишь четырех точек и плоскостей.



Так как  $f_1 = -f_2$ .

Выберите... ▾

Так как  $F_1N_1 = F_1H_1 = f_1$ .

Выберите...

да

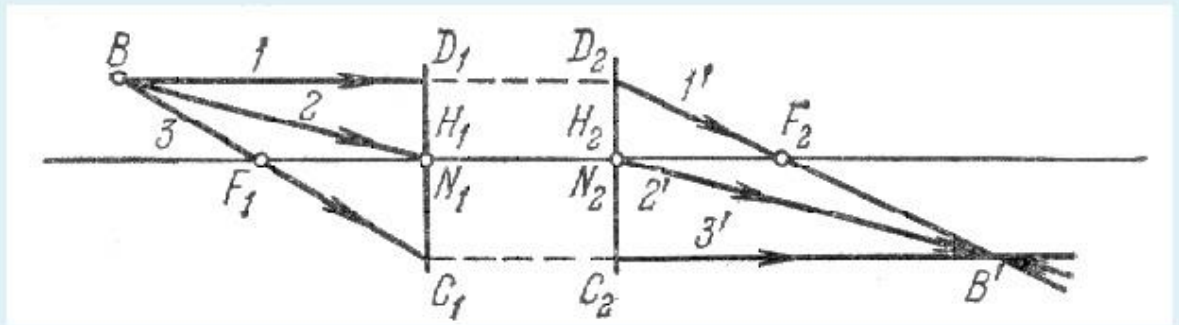
нет

$H_1D_1 = H_2D_2$

Так как  $f_1 = f_2$ .

Выберите... ▾

8.



На рис. проведены лучи, построение которых особенно просто определяет положение точки  $B'$ , сопряженной с точкой  $B$ . В силу гомоцентричности пучка любой другой луч из  $B$  пройдет через  $B'$ .

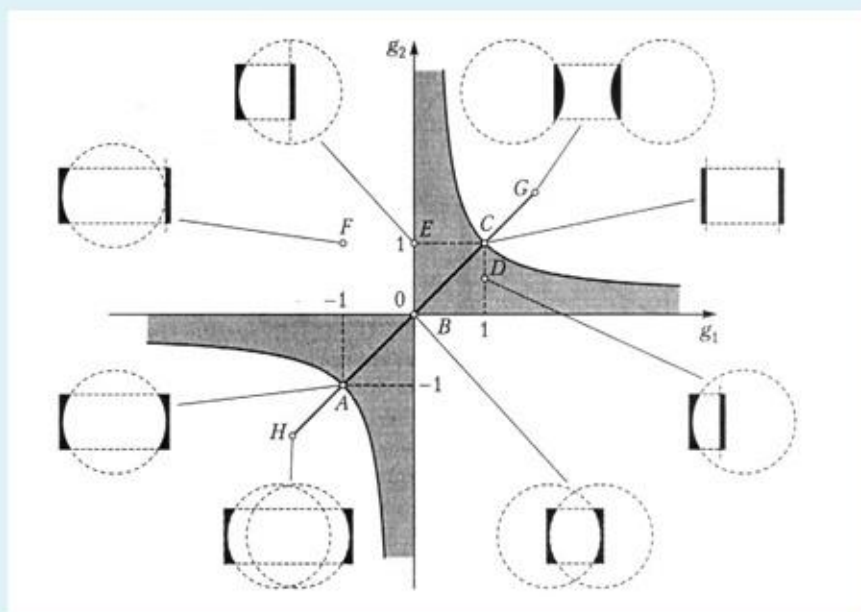
Выберите один или несколько ответов:

- а. Луч 2 идущий через узел  $N_1$  имеет сопряженный луч  $2'$ , проходящий через второй узел параллельно лучу 2.
- б. Для построения изображения необходимо использовать три луча.
- в. Луч 3, проходящий через фокус  $F_1$  и пересекающий главную плоскость на высоте  $H_1C_1$  пройдет на той же высоте ( $H_2C_2 = H_1C_1$ ) через вторую главную плоскость и пойдет параллельно главной оси.
- г. Луч 1, проведенный параллельно главной оси, имеет в качестве сопряженного луч  $1'$ , пересекающий вторую главную плоскость на высоте  $H_2D_2 = H_1D_1$  и проходящий через фокус  $F_2$

9.

Общую классификацию лазерных резонаторов можно наглядно пояснить с помощью *g*-диаграммы. На ней по осям координат для каждого зеркала отложены параметры  $g = 1 - L/R$ . Каждой точке на *g*-диаграмме соответствует свой тип резонатора: *A* - концентрический, *B* - конфокальный, *C* - плоский (Фабри-Перо), *D* - полуконфокальный, *E* - полуконцентрический.

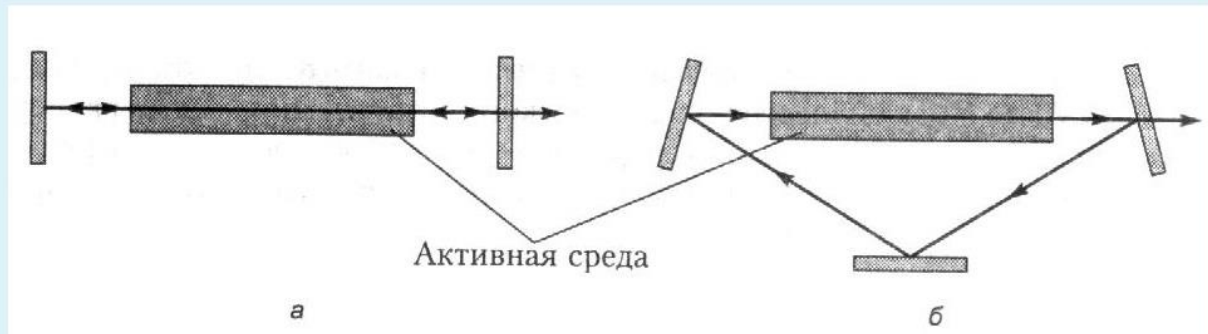
Укажите область устойчивых резонаторов и зону симметричных резонаторов - ?



AC	Выберите...
0g <sub>1</sub>	Выберите...
0g <sub>2</sub>	зона неустойчивых резонаторов
темное поле	симметричные резонаторы
	не симметричные резонаторы
светлое поле	зона устойчивых резонаторов
	Выберите...

10.

В теории лазеров рассматриваются так называемые открытые незаполненные резонаторы, образованные плоскими или сферическими зеркалами. Укажите основные типы резонаторов.



б Выберите... ▾  
 а Выберите...  
 кольцевой  
 линейный  
 сложный

11.

При распространении света сквозь границу двух сред в рамках Э – М теории света

В первой среде результирующее значение напряженности поля вблизи границы раздела определяется суммой полей падающей и отраженной волн, а внутри второй среды – лишь полем проходящей волны.

$t$  – обозначает тангенциальные компоненты векторов  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{H}$ , т.е. проекции векторов  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{H}$  на границу раздела между средами.

В первой среде результирующее значение напряженности поля вблизи границы раздела определяется полем падающей волны, а внутри второй среды – лишь полем проходящей волны.

Граничные условия – в любой момент времени и в любой точке границы раздела выполняются следующие соотношения для тангенциальных компонент векторов напряженности электрического и магнитного полей:

$$E_{t1} = E_{t2}; H_{t1} = H_{t2}$$

Выберите... ▾  
 Выберите...  
 да  
 нет

Выберите... ▾

Выберите... ▾

12.

Из уравнений **Максвелла** для плоских волн получается -

в оптической части спектра для прозрачных диэлектриков  $E = H$  т.к.  $\mu \approx 1, \varepsilon \approx 1$

в оптической части спектра для прозрачных диэлектриков  $\sqrt{\varepsilon}E = H$  т.к.  $\mu \approx 1$

$\sqrt{\varepsilon}E \neq \sqrt{\mu}H$

в оптической части спектра для прозрачных диэлектриков  $\sqrt{\varepsilon}E \neq H$  т.к.  $\mu \approx 1$

$\sqrt{\varepsilon}E = \sqrt{\mu}H$

Выберите... ▾

Выберите...

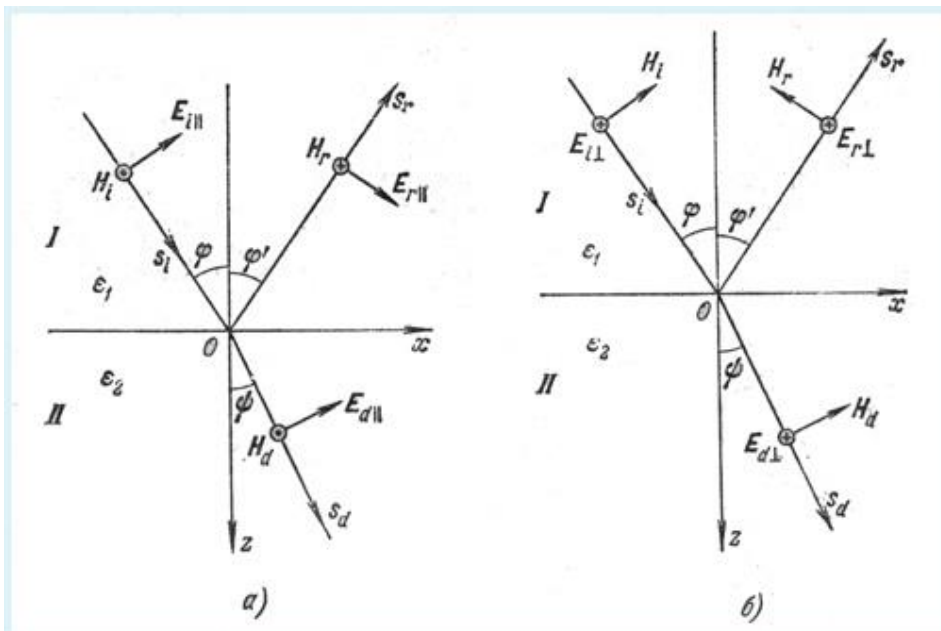
да

нет

Выберите... ▾

Выберите... ▾

13.



$E_i \exp[i(\omega t + k_i r s_i)]$ ,  $k_i = \omega_i / v_i = \omega_i n_1 / c$ ; - выражение для падающей волны.

$E_r \exp[i(\omega t + k_r r s_r)]$ ,  $k_r = \omega_r / v_r = \omega_r n_1 / c$ ; - выражение для преломленной волны.

$E_e \exp[i(\omega t + k_e r s_e)]$ ,  $k_e = \omega_e / v_e = \omega_e n_1 / c$ ; - выражение для отраженной волны.

$E_d \exp[i(\omega t + k_d r s_d)]$ ,  $k_d = \omega_d / v_d = \omega_d n_2 / c$ ; - выражение для преломленной волны.

$E_{ed} \exp[i(\omega t + k_{ed} r s_{ed})]$ ,  $k_{ed} = \omega_{ed} / v_{ed} = \omega_{ed} n_2 / c$ ; - выражение для отраженной волны.

Выберите... ▾

Выберите...

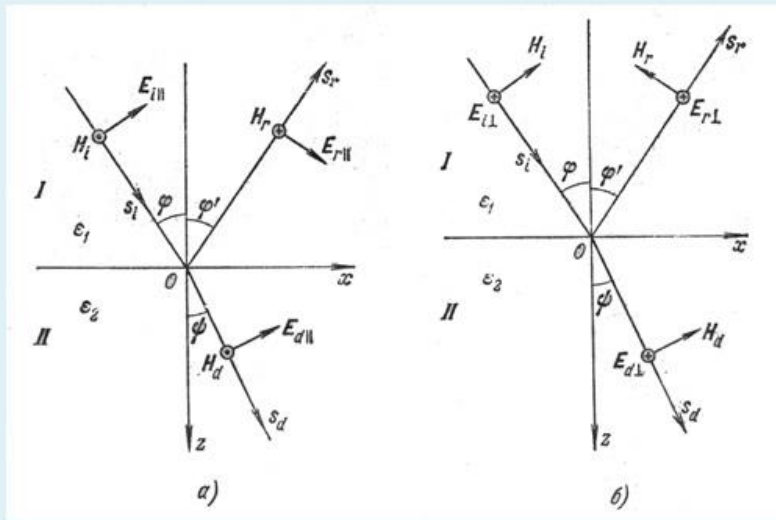
да

нет

Выберите... ▾

Выберите... ▾

14.



Если компоненты электрического вектора перпендикулярны к плоскости падения, то граничные условия принимают вид -  $E_{i\perp} + E_{r\perp} = E_{d\perp}$ ;  $n_1 E_{i\perp} - n_1 E_{r\perp} = n_2 E_{d\perp}$

Если компоненты напряженности электрического вектора, перпендикулярны к плоскости падения, то граничные условия принимают вид -  $E_{i\perp} + E_{r\perp} = E_{d\perp}$ ;  $n_1(E_{i\perp} - E_{r\perp}) \cos \varphi = n_2 E_{d\perp} \cos \psi$

Если компоненты электрического вектора  $E_{j\parallel}$  лежат в плоскости падения, то граничные условия принимают вид -  $E_{i\parallel} \cos \varphi + E_{r\parallel} \cos \varphi = E_{d\parallel} \cos \psi$ ;  $n_1 E_{i\parallel} - n_1 E_{r\parallel} = n_2 E_{d\parallel}$

Если компоненты напряженности электрического вектора, лежат в плоскости падения, то граничные условия принимают вид -  $E_{i\parallel} \cos \varphi + E_{r\parallel} \cos \varphi = E_{d\parallel} \cos \psi$ ;  $n_1(E_{i\parallel} - E_{r\parallel}) \cos \varphi = n_2 E_{d\parallel} \cos \psi$

Выберите... ▾

Выберите...

да

нет

Выберите... ▾

Выберите... ▾

15.

$$r_{II} = \frac{E_{rII}}{E_{iII}} = -\frac{\sin 2\varphi - \sin 2\psi}{\sin 2\varphi + \sin 2\psi} = \frac{\operatorname{tg}(\varphi - \psi)}{\operatorname{tg}(\varphi + \psi)}$$

$$t_{II} = \frac{E_{dII}}{E_{iII}} = \frac{2 \sin \psi \cos \varphi}{\sin(\varphi + \psi) \cos(\varphi - \psi)}$$

$$r_{\perp} = \frac{E_{r\perp}}{E_{i\perp}} = -\frac{\sin(\varphi - \psi)}{\sin(\varphi + \psi)}$$

$$t_{\perp} = \frac{E_{d\perp}}{E_{i\perp}} = \frac{2 \sin \psi \cos \varphi}{\sin(\varphi + \psi)}$$

- формулы Френеля.

$r_{\parallel}$  и  $t_{\parallel}$  - амплитудные коэффициенты отражения и пропускания для волны линейно-поляризованной в плоскости падения.

$r_{\perp}$ ,  $t_{\perp}$  - амплитудные коэффициенты отражения и пропускания для волны линейно-поляризованной в плоскости падения.

$r_{\parallel}$  и  $t_{\parallel}$  - амплитудные коэффициенты отражения и пропускания для волны линейно-поляризованной в плоскости перпендикулярной плоскости падения.

$r_{\perp}$ ,  $t_{\perp}$  - амплитудные коэффициенты отражения и пропускания для волны линейно-поляризованной в плоскости перпендикулярной плоскости падения.

Выберите... ▾

Выберите...

нет

да

Выберите... ▾

Выберите... ▾

$$r_{\perp}^2 = \left[ \frac{\sin(\varphi - \psi)}{\sin(\varphi + \psi)} \right]^2 \quad \text{а}$$

$$r_{\parallel}^2 = \left[ \frac{\operatorname{tg}(\varphi - \psi)}{\operatorname{tg}(\varphi + \psi)} \right]^2 \quad \text{б}$$

а - Отношение отраженного потока к падающему для волны линейно-поляризованной в плоскости перпендикулярной к плоскости падения.

Выберите... ▾

Выберите...

нет

да

б - Отношение отраженного потока к падающему для волны линейно-поляризованной в плоскости падения.

б - Отношение отраженного потока к падающему для волны линейно-поляризованной в плоскости перпендикулярной плоскости падения.

Выберите... ▾

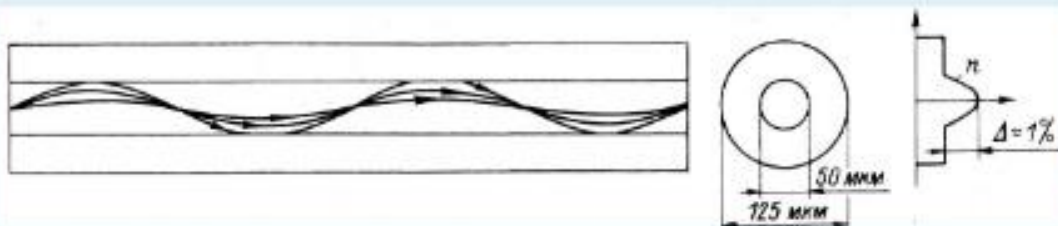
а - Отношение отраженного потока к падающему для волны линейно-поляризованной в плоскости падения.

Выберите... ▾

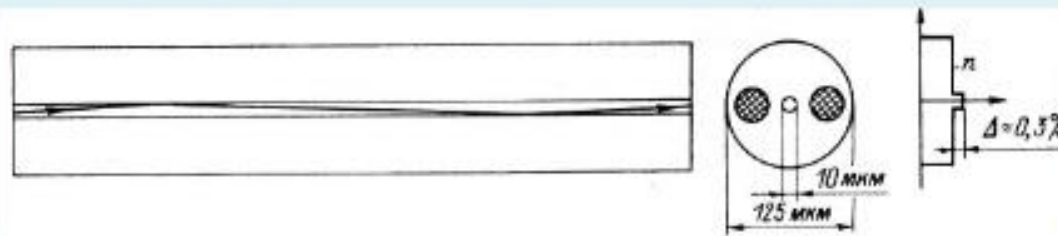
17.



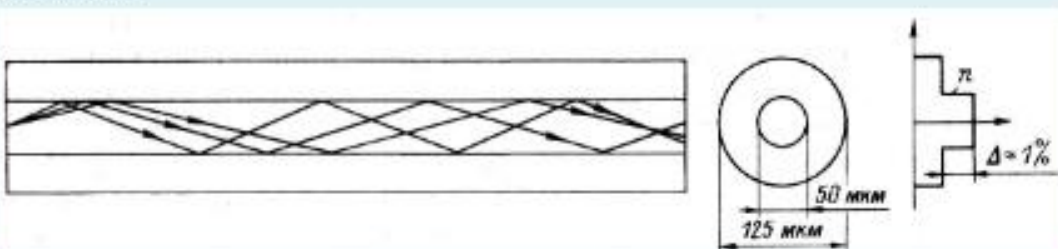
Определите виды оптических волокон



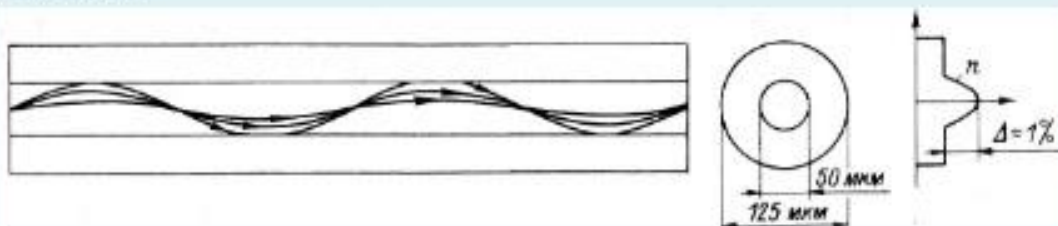
Мультирежимное



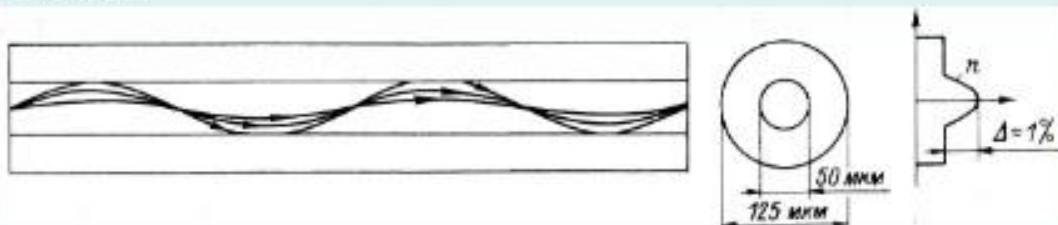
Мультирежимное



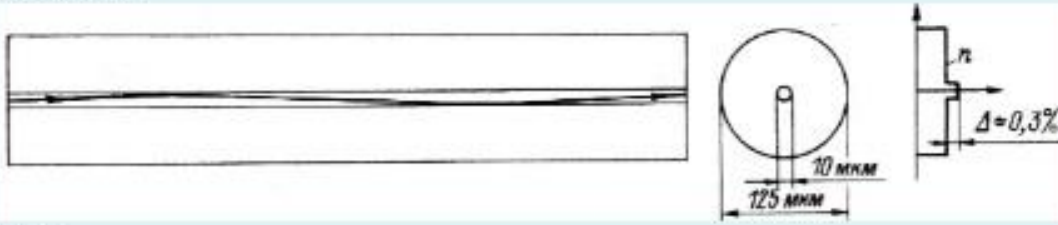
Мультирежимное



Мультирежимное



Мультирежимное



Мультирежимное

Определите относительную разность коэффициентов преломления сердцевины и оболочки многомодовых оптических волокон

$$\Delta = \frac{n_1^2 - n_2^2}{2n_1^2} \approx \frac{n_1 - n_2}{n_2}$$

Многомодовое ступенчатое волокно -  $\Delta = 0,009$ ?

Выберите... ▾

Многомодовое ступенчатое волокно -  $\Delta = 0,005$ ?

Выберите...

нет

да

Многомодовое ступенчатое волокно -  $\Delta = 0,005$ ?

Многомодовое ступенчатое волокно -  $\Delta = 0,03$ ?

Выберите... ▾

Многомодовое ступенчатое волокно -  $\Delta = 0,05$ ?

Выберите... ▾

Многомодовое ступенчатое волокно -  $\Delta = 0,01$ ?

Выберите... ▾

19.

Определите относительную разность коэффициентов преломления сердцевины и оболочки одномодовых оптических волокон

$$\Delta = \frac{n_1^2 - n_2^2}{2n_1^2} \approx \frac{n_1 - n_2}{n_2}$$

$\Delta = 0,007$

Выберите... ▾

$\Delta = 0,009$

Выберите...

нет

да

$\Delta = 0,003$

$\Delta = 0,001$

Выберите... ▾

$\Delta = 0,005$

Выберите... ▾

$\Delta = 0,01$

Выберите... ▾

20.

При полном внутреннем отражении на границе раздела двух сред световое поле во второй среде может проникать на глубину - ?

3 $\lambda$ .  $\lambda$  - длина волны

Выберите... ▾

6 $\lambda$ .  $\lambda$  - длина волны

Выберите...

да

0,5  $\lambda$ .  $\lambda$  - длина волны

нет

10 $\lambda$ .  $\lambda$  - длина волны

Выберите... ▾

1 $\lambda$ .  $\lambda$  - длина волны

Выберите... ▾

0,1  $\lambda$ .  $\lambda$  - длина волны

Выберите... ▾

21.

Для создания инверсной населенности и получения оптического усиления на резонансной частоте используются трех- и четырехуровневые схемы.



Правильно подобрать описания к рисункам а, б, с.

Инверсия создается между метастабильным уровнем 1 и возбужденным уровнем 2. За счет высокого положения и быстрой релаксации населенность уровня 2 может быть очень малой, поэтому для получения инверсии количество атомов на уровне 1 может составлять малую долю от общего числа.

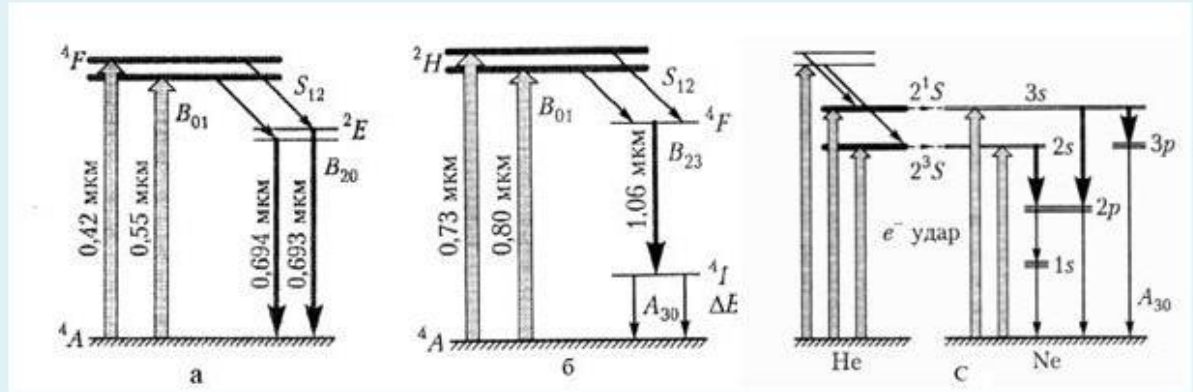
Накачка осуществляется в систему энергетических состояний 1 с малым временем жизни и быстрой релаксацией на долгоживущий (метастабильный) уровень 2. Для получения инверсии на уровне 2 нужно накопить больше половины всех атомов.

Накачка осуществляется в систему энергетических состояний 1 с малым временем жизни и быстрой релаксацией на долгоживущий (метастабильный) уровень 2. За счет высокого положения и быстрой релаксации населенность нижнего лазерного уровня может быть очень малой, поэтому для получения инверсии количество атомов на верхнем лазерном уровне может составлять малую долю от общего числа.

Выберите... ▾  
 Выберите...  
 б  
 а  
 в  
 Выберите... ▾

Выберите... ▾

Укажите схемы уровней лазеров



Неодимовый лазер

Выберите... ▾

Рубиновый лазер

Выберите...

Гелий-неоновый лазер

а

б

с

23.

Укажите длины волн генерации рубинового, неодимового, гелий-неонового лазеров.

1,15 мкм

Выберите... ▾

0,693 мкм

Выберите...

0,63 мкм

гелий-неоновый

рубиновый

неодимовый

1,06 мкм

Выберите... ▾

0,694 мкм

Выберите... ▾

3,39 мкм

Выберите... ▾

24.

Укажите длины волн генерации полупроводникового, CO<sub>2</sub> и аргонового лазеров.

10,6 мкм

видимый и ближний ИК диапазон

0,5145 мкм

0,488 мкм

Выберите...

Выберите...

аргоновый

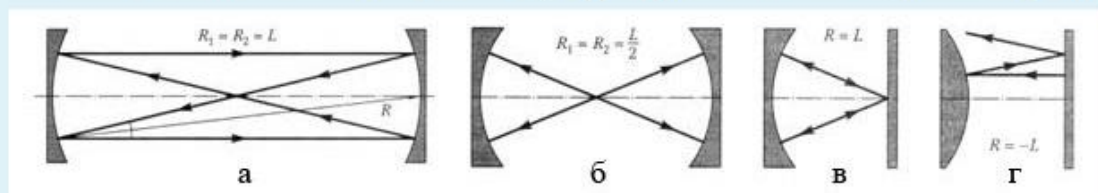
полупроводниковый

CO<sub>2</sub>

Выберите...

25.

В зависимости от значений радиусов кривизны зеркал  $R$  и базы резонатора  $L$  могут возникать различные конфигурации светового поля. Укажите типы конфигураций оптических резонаторов - ?



б - Выберите...

г - Выберите...

конфокальный

а - полуконцентрический

неустойчивый

в - концентрический

**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 шкале (указать нужное: по 5-балльной шкале или дихотомической шкале) следующим образом (привести одну из двух нижеследующих таблиц):***

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

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

ИЛИ

Соответствие 100-балльной и дихотомической шкал

<b><i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i></b>	<b><i>Оценка по дихотомической шкале</i></b>
100-50	зачтено
49 и менее	не зачтено

***Критерии оценивания результатов тестирования:***

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