

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота

В.М. Смурыгин, канд. физ.-мат. наук, доцент

ФИЗИКА

КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ЧАСТЬ III

ОПТИКА. ОСНОВЫ АТОМНОЙ ФИЗИКИ И КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ. ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ СТАТИСТИКИ И ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА. ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Учебное пособие по самостоятельной работе
для студентов и курсантов младших курсов
технических специальностей
всех форм обучения

БГАРФ

Калининград
Издательство БГАРФ
2018

УДК 53 (07)

Смурыгин, В.М. Физика. Контрольно-оценочные материалы. Часть III. Оптика. Основы атомной физики и квантовой механики. Элементы квантовой статистики и физики твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: учебное пособие по самостоятельной работе / В.М. Смурыгин. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2018. – 93 с.

Учебное пособие содержит контрольно-оценочные материалы по таким разделам физики, как «Оптика», «Основы атомной физики и квантовой механики», «Элементы квантовой статистики и физики твердого тела», «Физика атомного ядра и элементарных частиц».

Пособие предназначено для студентов и курсантов младших курсов технических специальностей всех форм обучения.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота.

Библиогр. – 6 назв.

Рецензенты: **Корнев К.П.**, канд. физ.-мат. наук, доцент БФУ им. И. Канта;
Синявский Н.Я., д-р физ.-мат. наук, профессор БГАРФ

ISBN 978-5-7481-0391-6

БГАРФ

© БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2018

Оглавление

Предисловие.....	4
I. Контрольно-оценочные материалы по разделу «Оптика»	5
1. Геометрическая оптика.....	5
2. Волновая оптика	13
2.1. Интерференция света.....	13
2.2. Дифракция света	22
2.3. Поляризация света	30
2.4. Дисперсия, рассеяние, поглощение света	38
3. Квантовая оптика.....	43
3.1. Тепловое излучение.....	43
3.2. Фотоэффект	49
3.3. Давление света. Эффект Комптона.....	55
II. Контрольно-оценочные материалы по разделу «Основы атомной физики и квантовой механики»	58
1. Элементы атомной физики.....	58
2. Элементы квантовой механики.....	63
III. Контрольно-оценочные материалы по разделу «Элементы квантовой статистики и физики твердого тела»	71
IV. Контрольно-оценочные материалы по разделу «Физика атомного ядра и элементарных частиц»	78
V. Перечень экзаменационных вопросов	88
VI. Пробный билет	90
Список использованной литературы.....	93

Предисловие

Учебное пособие содержит контрольно-оценочные материалы по следующим разделам физики: «Оптика», «Основы атомной физики и квантовой механики», «Элементы квантовой статистики и физики твердого тела», «Физика атомного ядра и элементарных частиц».

Настоящее учебное пособие может быть использовано для подготовки к текущему, промежуточному, рубежному и итоговому контролю знаний курсантов и студентов по физике. Оно составлено в соответствии с программой общего курса физики для высших технических учебных заведений и охватывает следующие разделы:

1. Оптика, в том числе геометрическая – здесь рассматриваются законы геометрической оптики; волновая – рассматриваются оптические явления на основе волновой теории света; квантовая – здесь рассматриваются оптические явления на основе квантовых представлений о природе света.

2. Основы атомной физики и квантовой механики – здесь приведены задания на теорию атома водорода по Бору и на элементы квантовой механики.

3. Элементы квантовой статистики и физики твердого тела.

4. Физика атомного ядра и элементарных частиц.

Использование контрольно-оценочных материалов сборника преподавателями физики позволит определить уровень усвоения курсантами и студентами учебного материала: содержание физических понятий, явлений, постулатов и законов физики, области их применения; умения использовать физические законы и математический аппарат для решения конкретных задач.

В пособии приведены тестовые задания и задачи, в которых использован метод выборочного ответа – на каждый вопрос дано четыре ответа, из которых один является верным.

Данное пособие предназначено для студентов и курсантов младших курсов технических специальностей всех форм обучения и может быть использовано как для самостоятельной работы курсантов и студентов, так и для аудиторных занятий.

БГАРФ

I. Контрольно-оценочные материалы по разделу «Оптика»

1. Геометрическая оптика

1. Видимое излучение имеет длины волн, лежащие в диапазоне:

- 1) (0,4-0,8) мм; 2) (0,4-0,8) см;
3) (0,4-0,8) мкм; 4) (0,4-0,8) нм.

2. Укажите неверный ответ:

- 1) свет имеет электромагнитную природу;
2) свет имеет корпускулярную природу;
3) свет – это продольная электромагнитная волна;
4) свет – это поперечная электромагнитная волна.

3. Видимое излучение имеет частоты волн, лежащие в диапазоне:

- 1) $(7,5 - 3,75) \cdot 10^{14}$ Гц; 2) $(7,5 - 3,75) \cdot 10^{15}$ Гц;
3) $(7,5 - 3,75) \cdot 10^{16}$ Гц; 4) $(7,5 - 3,75) \cdot 10^{17}$ Гц.

4. Если абсолютный показатель преломления среды $n = 1,5$, то скорость света в этой среде равна:

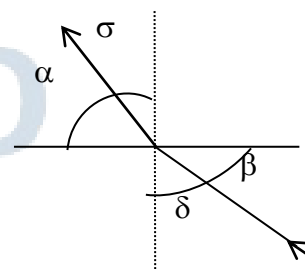
- 1) $3 \cdot 10^8$ м/с; 2) $2 \cdot 10^8$ м/с;
3) $1,5 \cdot 10^8$ м/с; 4) $0,5 \cdot 10^8$ м/с.

5. Абсолютный показатель преломления среды n определяется следующим соотношением:

- 1) $n = n_1 / n_2$; 2) $n = v_1 / v_2$;
3) $n = c / v$; 4) $n = v / c$.

6. Укажите угол преломления света (см. рис.):

- 1) α ; 2) β ; 3) δ ; 4) σ .

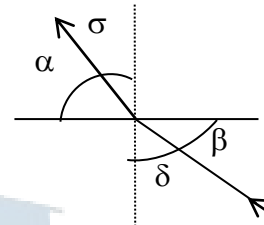


7. Укажите формулу, по которой нельзя определить относительный показатель преломления сред n :

- 1) $n = n_1 / n_2$; 2) $n = v_1 / v_2$;
 3) $n = c / v_2$; 4) $n = v_2 / v_1$.

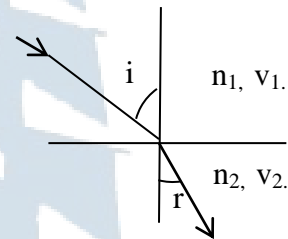
8. Укажите угол падения света (см. рис.):

- 1) α ; 2) β ; 3) δ ; 4) σ .



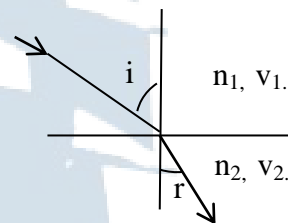
9. В какой среде скорость распространения света больше (см. рис)?

- 1) $v_1 > v_2$ так как $n_1 > n_2$;
 2) $v_1 < v_2$ так как $n_1 > n_2$;
 3) $v_1 > v_2$ так как $n_1 < n_2$;
 4) $v_1 < v_2$ так как $n_1 < n_2$.



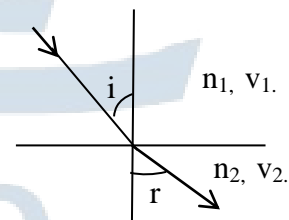
10. В какой среде скорость распространения света меньше (см. рис.)?

- 1) $v_1 > v_2$ так как $n_1 > n_2$;
 2) $v_1 < v_2$ так как $n_1 > n_2$;
 3) $v_1 > v_2$ так как $n_1 < n_2$;
 4) $v_1 < v_2$ так как $n_1 < n_2$.

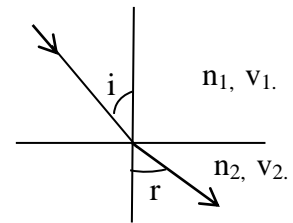


11. В какой среде скорость распространения света больше (см. рис.)?

- 1) $v_1 > v_2$ так как $n_1 > n_2$;
 2) $v_1 < v_2$ так как $n_1 > n_2$;
 3) $v_1 > v_2$ так как $n_1 < n_2$;
 4) $v_1 < v_2$ так как $n_1 < n_2$.



12. В какой среде скорость распространения света меньше (см. рис.)?

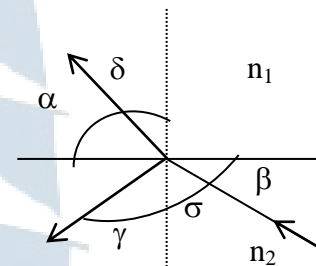


- 1) $v_1 > v_2$ так как $n_1 > n_2$;
- 2) $v_1 < v_2$ так как $n_1 > n_2$;
- 3) $v_1 > v_2$ так как $n_1 < n_2$;
- 4) $v_1 < v_2$ так как $n_1 < n_2$.

13. Какое из перечисленных электромагнитных излучений имеет меньшую частоту?

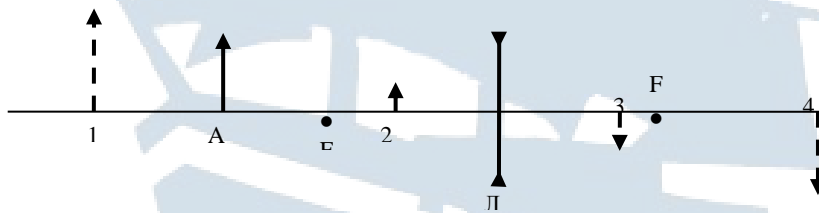
- 1) видимое;
- 2) инфракрасное;
- 3) гамма-излучение;
- 4) ультрафиолетовое.

14. Укажите верную запись закона преломления света (см. рис.):



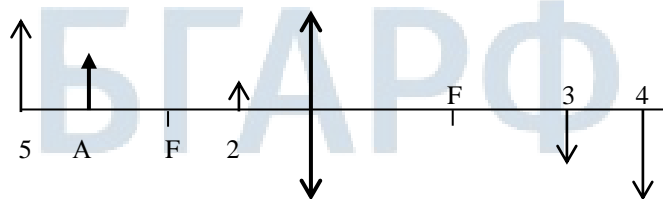
- 1) $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_1}{n_2}$;
- 2) $\frac{\sin \sigma}{\sin \delta} = \frac{n_1}{n_2}$;
- 3) $\frac{\sin \delta}{\sin \sigma} = \frac{n_2}{n_1}$;
- 4) $\frac{\sin \gamma}{\sin \delta} = \frac{n_1}{n_2}$.

15. Дан предмет А и линза Л с известными фокусными расстояниями. Укажите верное изображение предмета А в линзе (см. рис.):



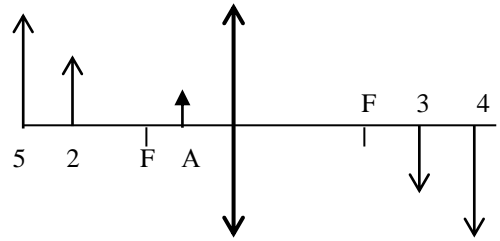
- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4.

16. Дан предмет А и линза известными фокусными расстояниями. Укажите верное изображение предмета А в линзе (см. рис.):



- 1) 2;
- 2) 3;
- 3) 4;
- 4) 5.

17. Дан предмет А и линза с известными фокусными расстояниями. Укажите верное изображение предмета А в линзе (см. рис.):



1) 2; 2) 3; 3) 4; 4) 5.

18. Укажите формулу тонкой двояковогнутой линзы (рассеивающей):

1) $-\frac{1}{F} = -\frac{1}{f} + \frac{1}{d}$; 2) $-\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$;

3) $\frac{1}{F} = -\frac{1}{f} + \frac{1}{d}$; 4) $\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$.

19. На расстоянии 18 см от тонкой собирающей линзы, оптическая сила которой равна $25/3$ дптр, находится светящаяся точка. На каком расстоянии от линзы находится ее изображение?

20. Укажите неверный ответ. Абсолютный показатель преломления среды можно определить, зная:

- 1) скорость распространения света в данной среде;
- 2) оптическую плотность среды;
- 3) отношение скорости света в вакууме к скорости света в среде;
- 4) относительный показатель преломления.

21. В шкале электромагнитных волн видимое излучение находится между:

- 1) ультрафиолетовым и рентгеновским излучениями;
- 2) радиоволнами и инфракрасным излучением;
- 3) рентгеновским и гамма-излучениями;
- 4) инфракрасным и ультрафиолетовым излучениями.

22. Имеются две среды с показателями преломления n_1 и n_2 ($n_1 > n_2$). Полное внутреннее отражение в данном случае будет наблюдаться, если:

- 1) свет идет из среды с n_1 и попадает в среду с n_2 ;
- 2) свет идет из среды с n_2 и попадает в среду с n_1 ;
- 3) свет идет из вакуума и попадает в среду с n_1 ;
- 4) свет идет из вакуума и попадает в среду с n_2 .

23. Имеются две среды с показателями преломления n_1 и n_2 ($n_1 > n_2$). Угол полного отражения в данном случае определяется по формуле:

1) $\sin \alpha_0 = \frac{n_1}{n_2}$; 2) $\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1}$; 3) $\sin \alpha_0 = \frac{1}{n_2}$; 4) $\sin \alpha_0 = \frac{1}{n_1}$.

24. Если главное фокусное расстояние линзы $F = 20$ см, то оптическая сила этой линзы равна:

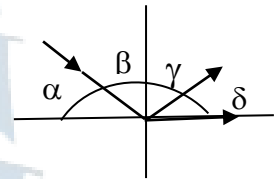
1) 0,005 дптр; 2) 0,05 дптр; 3) 0,5 дптр; 4) 5 дптр.

25. Принцип наименьшего времени распространения света установил:

1) Гюйгенс; 2) Ньютон; 3) Ферма; 4) Френель.

26. Укажите предельный угол полного отражения:

1) α ; 2) β ; 3) γ ; 4) δ .



27. Дана собирающая линза, дающая действительное изображение. Укажите верную запись формулы тонкой линзы для данного случая:

1) $\frac{1}{F} = (n_{\text{отн}} - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$;

2) $\frac{1}{F} = (n_{\text{отн}} + 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$;

3) $\frac{1}{F} = (n_{\text{отн}} + 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$;

4) $\frac{1}{F} = (n_{\text{отн}} - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$.

28. Укажите, какой из перечисленных законов не является законом геометрической оптики:

- 1) закон независимости световых лучей;
- 2) закон поглощения света;
- 3) закон отражения света;
- 4) закон прямолинейного распространения света.

29. Дана тонкая собирающая линза, дающая действительное изображение. Укажите, по какой формуле можно определить оптическую силу D данной линзы:

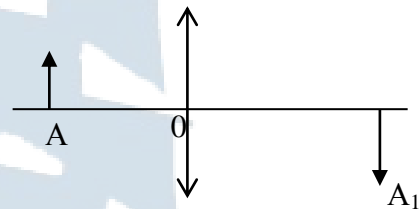
1) $D = (n_{\text{отн}} - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right);$

2) $D = (n_{\text{отн}} + 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right);$

3) $D = (n_{\text{отн}} + 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right);$

4) $D = (n_{\text{отн}} - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right).$

30. Дана линза, предмет A и его изображение A_1 (см. рис.). По какой из приведенных формул можно рассчитать фокусное расстояние F данной линзы, если $AO = a$; $OA_1 = b$:

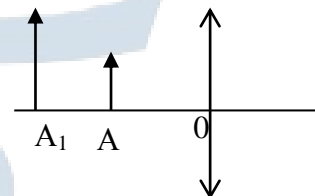


1) $-\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b};$ 2) $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b};$ 3) $-\frac{1}{F} = \frac{1}{a} - \frac{1}{b};$ 4) $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} - \frac{1}{b}.$

31. Из уравнений Максвелла для электромагнитных полей следует, что скорость света в среде определяется выражением:

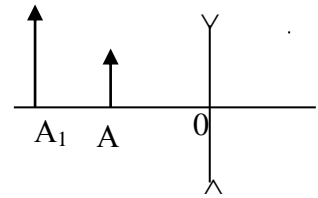
1) $v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0 \epsilon \mu}};$ 2) $v = \sqrt{\epsilon_0 \mu_0 \epsilon \mu};$ 3) $v = \sqrt{\frac{\epsilon_0 \mu_0}{\epsilon \mu}};$ 4) $v = \sqrt{\frac{\epsilon \mu}{\epsilon_0 \mu_0}}.$

32. Дана линза, предмет A и его изображение A_1 (см. рис.). По какой из приведенных формул можно рассчитать фокусное расстояние F данной линзы, если $AO = a$; $OA_1 = b$:



1) $-\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b};$ 2) $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b};$ 3) $-\frac{1}{F} = \frac{1}{a} - \frac{1}{b};$ 4) $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} - \frac{1}{b}.$

33. Дана линза, предмет A и его изображение A_1 (см. рис.). По какой из приведенных формул можно рассчитать фокусное расстояние F данной линзы, если $AO = a$; $OA_1 = b$:



1) $-\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$; 2) $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$; 3) $-\frac{1}{F} = \frac{1}{a} - \frac{1}{b}$; 4) $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} - \frac{1}{b}$.

34. Из уравнений Максвелла для электромагнитных полей следует, что скорость света в вакууме определяется выражением:

1) $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}}$; 2) $c = \sqrt{\epsilon_0\mu_0}$; 3) $c = \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}}$; 4) $c = \sqrt{\frac{1}{\epsilon_0\mu_0}}$.

35. Абсолютный показатель преломления среды связан с диэлектрической и магнитной проницаемостями этой среды следующим соотношением:

1) $n = \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}}$; 2) $n = \sqrt{\epsilon\mu}$; 3) $n = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}$; 4) $n = \sqrt{\frac{1}{\epsilon\mu}}$.

36. Линейным увеличением линзы называется отношение:

- 1) линейных размеров предмета и изображения;
- 2) линейных размеров изображения и предмета;
- 3) заднего фокусного расстояния к переднему;
- 4) переднего фокусного расстояния к заднему.

37. Под каким углом должен падать луч на плоское зеркало, чтобы отраженный луч был перпендикулярен падающему лучу?

- 1) 0 рад;
- 2) $\pi / 4$ рад;
- 3) $\pi / 2$ рад;
- 4) π рад.

38. Человек стоял перед плоским зеркалом, затем отошел от него на расстояние 1 м. На сколько изменилось при этом расстояние между человеком и его изображением?

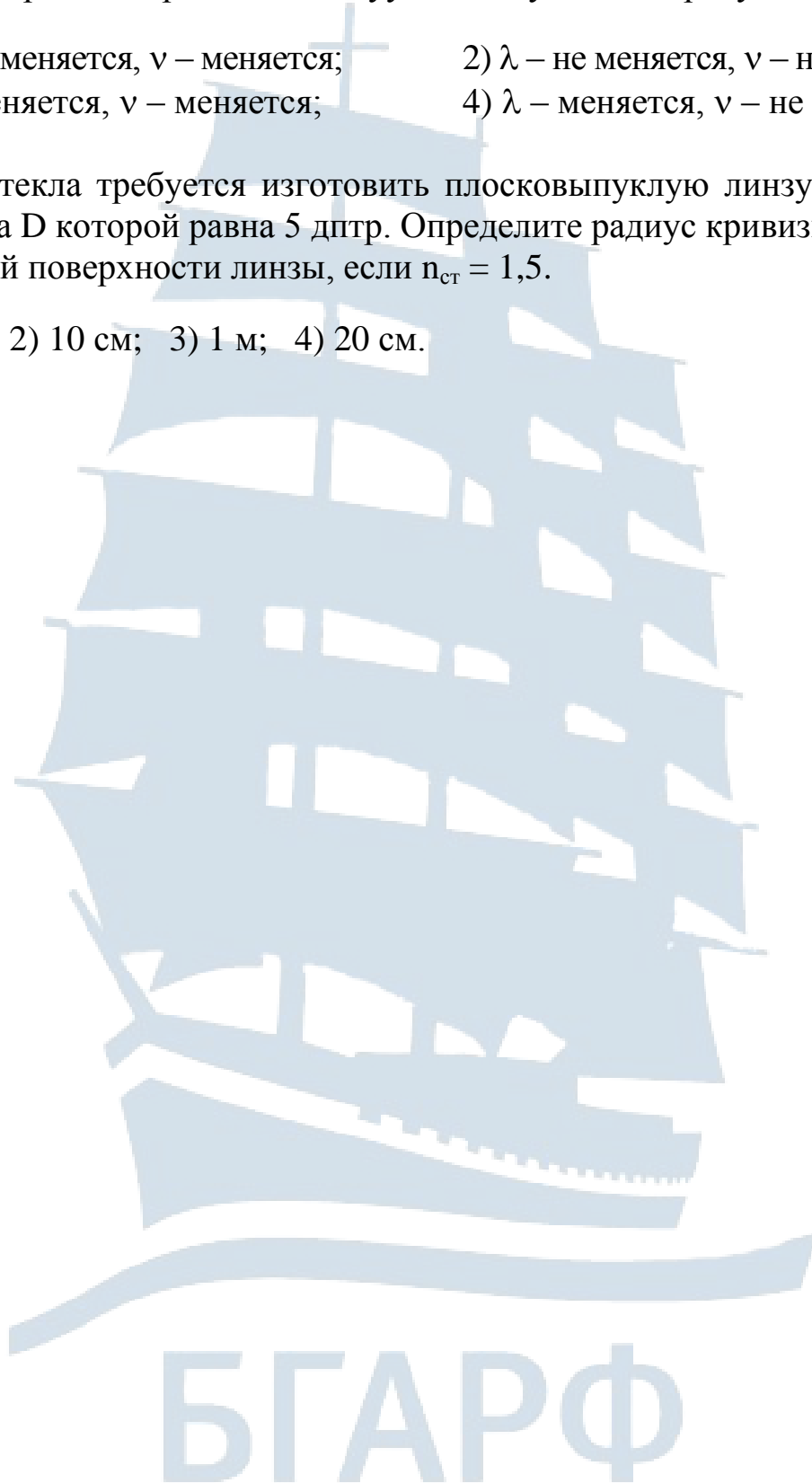
- 1) уменьшилось на 1 м;
- 2) увеличилось на 1 м;
- 3) увеличилось на 2 м;
- 4) увеличилось на 4 м.

39. Меняется ли длина волны λ и частота колебаний ν в световом излучении при его переходе из вакуума в какую-либо среду?

- 1) λ – не меняется, ν – меняется; 2) λ – не меняется, ν – не меняется;
3) λ – меняется, ν – меняется; 4) λ – меняется, ν – не меняется.

40. Из стекла требуется изготовить плосковыпуклую линзу, оптическая сила D которой равна 5 дптр. Определите радиус кривизны выпуклой поверхности линзы, если $n_{ст} = 1,5$.

- 1) 1 см; 2) 10 см; 3) 1 м; 4) 20 см.



2. Волновая оптика

2.1. Интерференция света

1. В однородной среде интенсивность света I :

- 1) прямо пропорциональна амплитуде световой волны: $I \sim A$;
- 2) зависит от амплитуды световой волны: $I \sim 1/A$;
- 3) пропорциональна квадрату амплитуды световой волны: $I \sim A^2$;
- 4) не зависит от амплитуды световой волны.

2. Оптическая длина пути в однородной среде равна:

- 1) произведению геометрической длины пути на показатель преломления среды;
- 2) расстоянию, пройденному светом за единицу времени;
- 3) разности оптического хода лучей, сходящихся в одной точке;
- 4) расстоянию, пройденному светом за время, равное периоду колебаний светового вектора.

3. Оптическая разность хода световых лучей равна:

- 1) произведению геометрической длины пути на показатель преломления среды;
- 2) разности расстояний, пройденных световыми лучами за единицу времени;
- 3) разности оптического хода лучей, сходящихся в одной точке;
- 4) разности расстояний, пройденных световыми лучами за время, равное периоду колебаний светового вектора.

4. В чем заключается явление интерференции света?

- 1) в перераспределении результирующей интенсивности в области наложения световых пучков от двух или нескольких когерентных источников;
- 2) в суммировании интенсивностей в каждой точке в области наложения световых пучков от двух или нескольких источников;
- 3) в огибании световыми волнами препятствий и проникновении света в область геометрической тени;
- 4) в разложении белого света в спектр, обусловленное зависимостью показателя преломления среды от длины световой волны.

5. Волны называются когерентными, если они имеют:

- 1) одинаковые амплитуды и постоянную разность фаз;
- 2) одинаковые амплитуды и частоты;
- 3) одинаковые частоты и постоянную разность фаз;
- 4) одинаковые частоты и начальные фазы.

6. Если световые волны не когерентны, то результирующая интенсивность I налагаемых друг на друга двух волн одинаковой частоты с интенсивностями I_1 и I_2 равна:

- 1) $I = I_1 + I_2$;
- 2) $I = I_1 + I_2 + 2 \sqrt{I_1 I_2} \cos(\alpha_2 - \alpha_1)$;
- 2) $I = 2 I_1 + 2 I_2$;
- 4) $I = I_1 + I_2 + 2 I_1 I_2 \cos(\alpha_2 - \alpha_1)$.

7. Если световые волны когерентны, то результирующая интенсивность I налагаемых друг на друга двух волн одинаковой частоты с интенсивностями I_1 и I_2 равна:

- 1) $I = I_1 + I_2$;
- 2) $I = I_1 + I_2 + 2 \sqrt{I_1 I_2} \cos(\alpha_2 - \alpha_1)$;
- 3) $I = 2 I_1 + 2 I_2$;
- 4) $I = I_1 + I_2 + 2 I_1 I_2 \cos(\alpha_2 - \alpha_1)$.

8. В каком случае наложение двух световых лучей приводит к перераспределению их энергии в пространстве?

- 1) если лучи идут от независимых источников белого света,
- 2) если спектральный состав лучей различен,
- 3) если монохроматические световые лучи одной частоты получают с помощью светофильтров от различных естественных источников света,
- 4) если накладываются две части одной и той же волны, независимо от ее спектрального состава.

9. Укажите оптическую систему, которую нельзя использовать для получения когерентных волн:

- 1) зеркала Френеля;
- 2) бипризма Френеля;
- 3) призма Николя;
- 4) плоскопараллельная пластинка.

10. Чему равна энергия результирующего колебания в точках, соответствующих интерференционным максимумам, возникающим при наложении двух когерентных волн одинаковой амплитуды?

- 1) сумме энергий составляющих колебаний;
- 2) удвоенной сумме энергий составляющих колебаний;
- 3) нулю;
- 4) разности энергий составляющих колебаний.

11. Чему равна энергия результирующего колебания в точках, соответствующих интерференционным минимумам, возникающим при наложении двух когерентных волн одинаковой амплитуды?

- 1) сумме энергий составляющих колебаний;
- 2) удвоенной сумме энергий составляющих колебаний;
- 3) нулю;
- 4) разности энергий составляющих колебаний.

12. Разность оптических длин путей, проходимых интерферирующими волнами, должна быть:

- 1) сравнима с длиной световой волны;
- 2) более одного метра;
- 3) равна расстоянию, проходимому одним цугом;
- 4) равна геометрическому пути.

13. В бипризме Френеля для разделения световых волн на два луча используется:

- 1) отражение света;
- 2) преломление света;
- 3) дифракция света;
- 4) дисперсия света.

14. В зеркалах Френеля для разделения световых волн на два луча используется:

- 1) отражение света;
- 2) преломление света;
- 3) дифракция света;
- 4) дисперсия света.

15. Две когерентные волны, имеющие оптическую разность хода Δ , при наложении дадут максимум интенсивности, если L – расстояние от источника света до экрана, а d – расстояние между источниками. Укажите верный ответ.

- 1) $\Delta = \pm m \lambda$;
- 2) $\Delta = \pm (m + 1/2) \lambda$;
- 3) $\Delta = n \times d / L$;
- 4) $\Delta = L \lambda / d$.

16. Две когерентные волны, имеющие оптическую разность хода Δ , при наложении дадут минимум интенсивности, если L – расстояние от источника света до экрана, а d – расстояние между источниками. Укажите верный ответ.

- 1) $\Delta = \pm m \lambda$;
- 2) $\Delta = \pm (m + 1/2) \lambda$;
- 3) $\Delta = n \times d / L$;
- 4) $\Delta = L \lambda / d$.

17. Если L – расстояние от источника света до экрана, а d – расстояние между источниками, то ширина интерференционного максимума Δx определяется выражением:

- 1) $\Delta x = \pm m \lambda$; 2) $\Delta x = \pm (m + 1/2) \lambda$;
3) $\Delta x = n \times d / L$; 4) $\Delta x = L \lambda / d$.

18. Если L – расстояние от источника света до экрана, а d – расстояние между источниками, то ширина интерференционного минимума Δx определяется выражением:

- 1) $\Delta x = \pm m \lambda$; 2) $\Delta x = \pm (m + 1/2) \lambda$;
3) $\Delta x = n \times d / L$; 4) $\Delta x = L \lambda / d$.

19. Максимум интерференционной картины будет наблюдаться в том случае, если в выражении для интенсивности света: $I = I_1 + I_2 + 2 \sqrt{I_1 I_2} \cos \delta$ разность фаз δ будет равна:

- 1) $\delta = 0$; 2) $\delta = \pi / 4$; 3) $\delta = \pi / 2$; 4) $\delta = \pi$.

20. Минимум интерференционной картины будет наблюдаться в том случае, если в выражении для интенсивности света: $I = I_1 + I_2 + 2 \sqrt{I_1 I_2} \cos \delta$ разность фаз δ будет равна:

- 1) $\delta = 0$; 2) $\delta = \pi / 4$; 3) $\delta = \pi / 2$; 4) $\delta = \pi$.

21. При интерференции разность фаз δ и оптическая разность хода Δ связаны между собой соотношением:

- 1) $\delta = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta$; 2) $\delta = \frac{\pi}{\lambda} \Delta$; 3) $\delta = \frac{2}{\lambda} \Delta$; 4) $\delta = \frac{2\pi}{\Delta} \lambda$.

22. На сколько меняется разность хода лучей при изменении их разности фаз на π ?

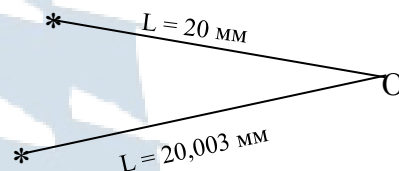
- 1) $\lambda/2$; 2) λ ; 3) 2λ ; 4) $3\lambda/2$.

23. Чем определяется порядок интерференционного максимума?

- 1) оптической длиной пути;
- 2) шириной интерференционной полосы;
- 3) числом длин волн, содержащихся в оптической разности хода;
- 4) числом длин волн, содержащихся в оптической длине пути.

24. Каким будет результат интерференции в точке О, если длина волны когерентных источников света равна 0,5 мкм (см. рис.)?

- 1) частичное ослабление света;
- 2) максимальное ослабление света;
- 3) частичное усиление света;
- 4) максимальное усиление света.



25. Какие из одинаково направленных колебаний с указанными ниже периодами и разностями фаз $\Delta\varphi$ являются когерентными?

- 1) $T_1 \neq T_2$, $\Delta\varphi = \text{const}$;
- 2) $T_1 = T_2$, $\Delta\varphi = \text{const}$;
- 3) $T_1 = T_2$, $\Delta\varphi \neq \text{const}$;
- 4) $T_1 \neq T_2$, $\Delta\varphi = 0$.

26. При какой разности фаз $\Delta\varphi$ амплитуда результирующего колебания, полученного при сложении колебаний от двух когерентных источников, минимальна?

- 1) $\Delta\varphi = 0$;
- 2) $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2}$;
- 3) $\Delta\varphi = 2\pi k$;
- 4) $\Delta\varphi = \pi$.

27. Какое из выражений для оптической разности хода когерентных лучей определяет условие их ослабления в точке наложения?

- 1) $\Delta = \lambda \frac{\Delta\varphi}{2\pi}$;
- 2) $\Delta = \pm k\lambda$;
- 3) $\Delta = n_1 r_1 - n_2 r_2$;
- 4) $\Delta = \pm(2k + 1)\frac{\lambda}{2}$.

28. Какое из приведенных выражений соответствует наибольшей разности хода лучей?

- 1) $\Delta = 2\lambda_{\text{зел}}$;
- 2) $\Delta = 2\lambda_{\text{фиол}}$;
- 3) $\Delta = 2\lambda_{\text{красн}}$;
- 4) $\Delta = 2\lambda_{\text{желт}}$.

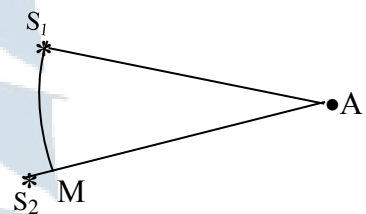
29. Какое из приведенных выражений соответствует наименьшей разности хода лучей?

- 1) $\Delta = 2\lambda_{\text{зел}}$; 2) $\Delta = 2\lambda_{\text{фиол}}$; 3) $\Delta = 2\lambda_{\text{красн}}$; 4) $\Delta = 2\lambda_{\text{желт}}$.

30. Как изменится интерференционная картина, если красный светофильтр заменить фиолетовым? Укажите **неверный** ответ.

- 1) изменится цвет полос;
2) ширина интерференционной полосы уменьшится;
3) полосы будут расположены чаще;
4) изменится положение центрального максимума.

31. Какой из отрезков, показанных на рисунке соответствует разности хода лучей, посылаемых в точку А источниками света S_1 и S_2 ?



- 1) $S_1 A$; 2) $S_2 A$; 3) $A M$; 4) $S_2 M$.

32. В интерференционной картине, получаемой при освещении белым светом, какого цвета интерференционная полоса располагается в интерференционном спектре ближе к центральной полосе?

- 1) красная; 2) желтая; 3) синяя; 4) фиолетовая.

33. Как изменится расстояние между соседними интерференционными полосами, если красный светофильтр заменить фиолетовым?

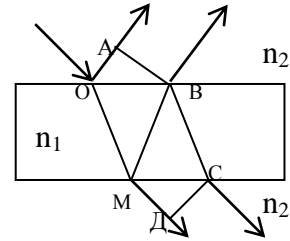
- 1) увеличится; 2) уменьшится;
3) не изменится; 4) расстояние не зависит от цвета фильтра.

34. Как изменяется расстояние между соседними интерференционными полосами в наблюдаемой картине с увеличением их порядковых номеров?

- 1) увеличивается; 2) уменьшается;
3) не изменяется; 4) расстояние не зависит от цвета фильтра.

35. Укажите оптическую разность хода лучей при интерференции в тонкой пленке в проходящем свете, если $n_1 > n_2$:

- 1) $OA \cdot n_2$; 2) $(MB + BC) \cdot n_1 - MD \cdot n_2$;
 3) $MD \cdot n_2$; 4) $(OM + MB) \cdot n_1 + \lambda / 2 - OA \cdot n_2$.

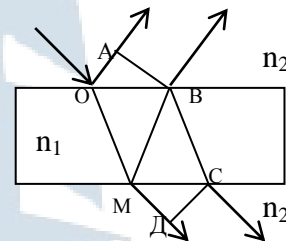


36. Какая из перечисленных величин является определяющей при образовании полос равного наклона в монохроматическом свете?

- 1) угол падения луча; 2) показатель преломления среды;
 3) толщина пленки; 4) длина световой волны.

37. Укажите оптическую разность хода лучей при интерференции в тонкой пленке в отраженном свете, если $n_1 > n_2$:

- 1) $OA \cdot n_2$; 2) $(MB + BC) \cdot n_1 - MD \cdot n_2$;
 3) $MD \cdot n_2$; 4) $(OM + MB) \cdot n_1 + \lambda / 2 - OA \cdot n_2$.

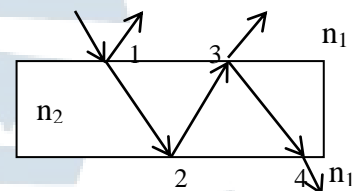


38. Какая из перечисленных величин является определяющей при образовании полос равной толщины в монохроматическом свете?

- 1) угол падения луча;
 2) показатель преломления среды;
 3) толщина пленки;
 4) длина световой волны.

39. При отражении света от тонкой пленки в каких точках лучи изменяют фазу на противоположную ($n_1 > n_2$)?

- 1) 1 и 2; 2) 2 и 3; 3) 3 и 4; 4) 4 и 1.



40. Что будет наблюдаться в центре интерференционных колец Ньютона в проходящем белом свете?

- 1) красное пятно;
 2) белое пятно;
 3) темное пятно;
 4) интерференционная картина будет отсутствовать.

41. Что будет наблюдаться в центре интерференционных колец Ньютона в отраженном белом свете?

- 1) красное пятно;
- 2) белое пятно;
- 3) темное пятно;
- 4) интерференционная картина будет отсутствовать.

42. Интерференционная картина колец Ньютона при наблюдении в монохроматическом свете с длиной волны, равной 5500 \AA , имеет вид чередующихся:

- 1) красных и темных колец;
- 2) синих и темных колец;
- 3) зеленых и темных колец;
- 4) белых и темных колец.

43. Оптическая разность хода двух интерферирующих волн монохроматического света равна $0,3 \lambda$. Определите разность фаз $\Delta\varphi$.

- 1) $0,6 \pi$;
- 2) $0,5 \pi$;
- 3) $0,4 \pi$;
- 4) $0,3 \pi$.

44. Если радиус кривизны линзы R , а радиус кольца Ньютона r_k , то радиус темного кольца Ньютона в отраженном свете определяется по формуле:

- 1) $r_k = \sqrt{(2k-1)R \frac{\lambda}{2}}$;
- 2) $r_k = \sqrt{kR\lambda}$;
- 3) $r_k = \sqrt{(2k-1)R \frac{\lambda}{3}}$;
- 4) $r_k = \sqrt{kR \frac{\lambda}{3}}$.

45. Если радиус кривизны линзы R , а радиус кольца Ньютона r_k , то радиус светлого кольца Ньютона в отраженном свете определяется по формуле:

- 1) $r_k = \sqrt{(2k-1)R \frac{\lambda}{2}}$;
- 2) $r_k = \sqrt{kR\lambda}$;
- 3) $r_k = \sqrt{(2k-1)R \frac{\lambda}{3}}$;
- 4) $r_k = \sqrt{kR \frac{\lambda}{3}}$.

46. Если толщина плоскопараллельной пластинки d , показатель преломления n , а угол преломления света – β , то условие максимума при интерференции в проходящем свете на данной пластинке выражается формулой:

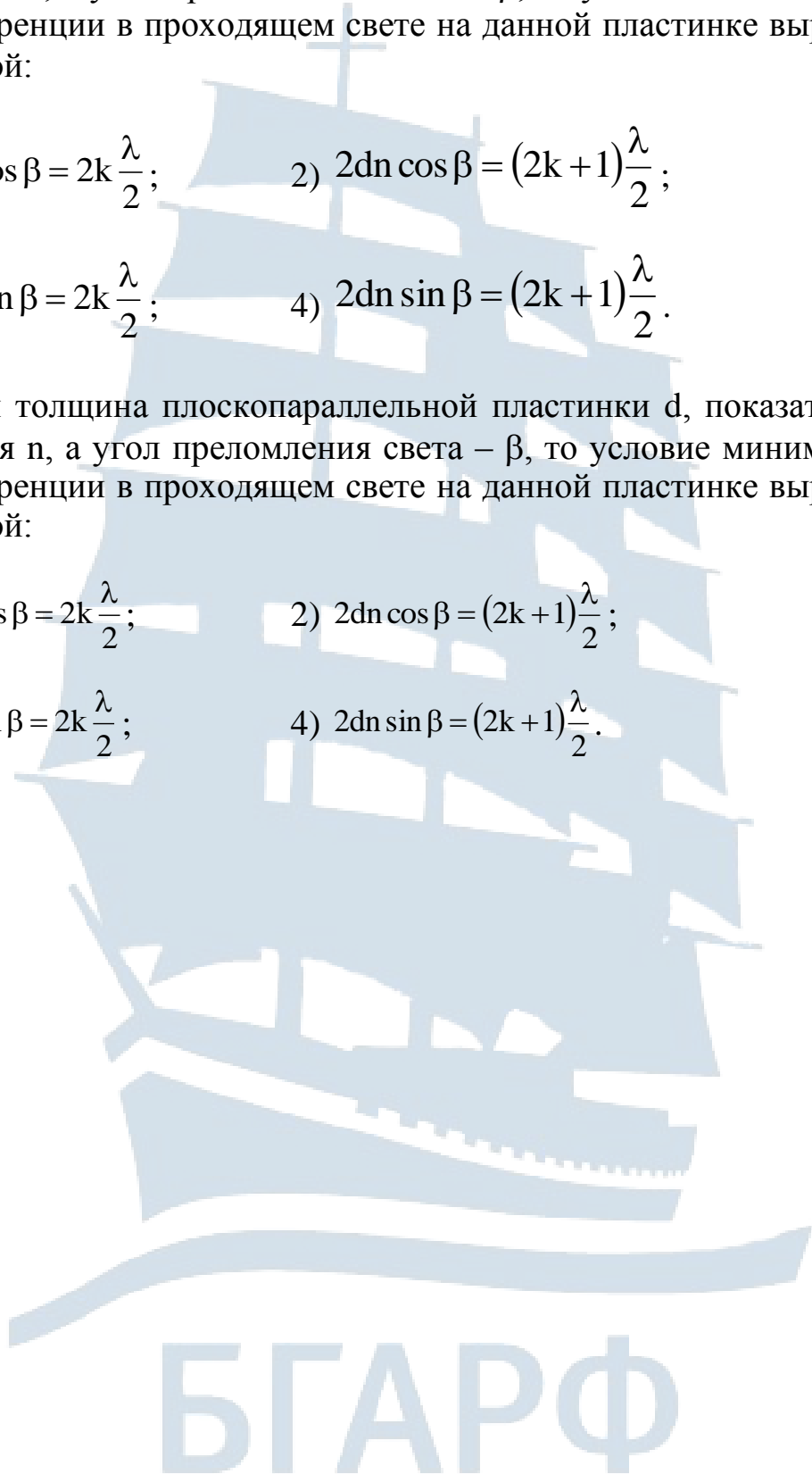
1) $2dn \cos \beta = 2k \frac{\lambda}{2}$; 2) $2dn \cos \beta = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$;

3) $2dn \sin \beta = 2k \frac{\lambda}{2}$; 4) $2dn \sin \beta = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$.

47. Если толщина плоскопараллельной пластинки d , показатель преломления n , а угол преломления света – β , то условие минимума при интерференции в проходящем свете на данной пластинке выражается формулой:

1) $2dn \cos \beta = 2k \frac{\lambda}{2}$; 2) $2dn \cos \beta = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$;

3) $2dn \sin \beta = 2k \frac{\lambda}{2}$; 4) $2dn \sin \beta = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$.



2.2. Дифракция света

1. Дифракцией света называется:

- 1) зависимость показателя преломления среды от длины волны падающего света;
- 2) сложение когерентных колебаний, в результате которых происходит перераспределение энергии в пространстве;
- 3) распространение света в неоднородной среде, в результате которого происходит отклонение света от прямолинейного направления;
- 4) явление преобразования света веществом, сопровождающееся изменением направления распространения света.

2. Дифракция Френеля – это дифракция в:

- 1) сходящихся лучах;
- 2) параллельных лучах;
- 3) отраженных лучах;
- 4) рассеянных лучах.

3. Дифракция Фраунгофера – это дифракция в:

- 1) сходящихся лучах;
- 2) параллельных лучах;
- 3) отраженных лучах;
- 4) рассеянных лучах.

4. Принцип Гюйгенса гласит:

- 1) свет распространяется по такому пути, для прохождения которого ему требуется минимальное время;
- 2) каждая точка световой волны является источником вторичных волн;
- 3) вторичные источники, эквивалентные одному и тому же световому источнику, когерентны между собой;
- 4) вторичные волны, эквивалентные одному и тому же световому источнику, при наложении интерферируют.

5. Укажите, какое из приведенных положений не соответствует принципу Гюйгенса-Френеля:

- 1) свет распространяется по такому пути, для прохождения которого ему требуется минимальное время;
- 2) каждая точка световой волны является источником вторичных волн;
- 3) вторичные источники, эквивалентные одному и тому же световому источнику, когерентны между собой;
- 4) вторичные волны, эквивалентные одному и тому же световому источнику, при наложении интерферируют.

6. Зоны Френеля – это:

- 1) кольцевые зоны на волновой поверхности, расстояния от краев каждой до рассматриваемой точки отличаются на $\lambda/2$;
- 2) кольцевые зоны на волновой поверхности, возбуждающие колебания с одинаковой амплитудой;
- 3) участки волновой поверхности, находящиеся на одинаковом расстоянии от рассматриваемой точки;
- 4) кольцевые зоны на волновой поверхности, площади которых равномерно возрастают с увеличением номера зоны.

7. Колебания, возбуждаемые в заданной точке двумя соседними зонами Френеля, отличаются друг от друга по фазе на:

- 1) $\pi/4$; 2) $\pi/2$; 3) $3\pi/4$; 4) π .

8. Расстояния от соседних зон Френеля до заданной точки отличаются друг от друга на:

- 1) $\lambda/4$; 2) $\lambda/2$; 3) $3\lambda/4$; 4) λ .

9. Площади зон Френеля:

- 1) равномерно увеличиваются с увеличением номера зоны;
- 2) равномерно уменьшаются с увеличением номера зоны;
- 3) одинаковы;
- 4) не одинаковы и зависят от номера зоны.

10. Площадь зоны Френеля определяется выражением, где a – расстояние от источника света до зоны; b – расстояние от вершины волновой поверхности до рассматриваемой точки:

- 1) $S = \pi\lambda \frac{ab}{a+b}$;
- 2) $S = \pi\lambda \frac{a^2}{a+b}$;
- 3) $S = \pi\lambda \frac{b^2}{a+b}$;
- 4) $S = \pi\lambda \frac{ab}{a-b}$.

11. Радиус r_m , где m – зоны Френеля, определяется выражением:

$$1) r_m = \sqrt{m\lambda \frac{ab}{a+b}}; \quad 2) r_m = \sqrt{m\lambda \frac{a^2}{a+b}};$$

$$3) r_m = \sqrt{m\lambda \frac{b^2}{a+b}}; \quad 4) r_m = \sqrt{m\lambda \frac{ab}{a-b}}.$$

12. Амплитуды колебаний, возбуждаемых в заданной точке зонами Френеля:

- 1) равномерно увеличиваются с увеличением номера зоны;
- 2) равномерно уменьшаются с увеличением номера зоны;
- 3) одинаковы;
- 4) с увеличением номера зоны не меняются.

13. Если A_1 – амплитуда колебаний, создаваемых центральной зоной, то амплитуда результирующего колебания A_p в заданной точке, в которую приходят волны от сферической волновой поверхности, равна:

- 1) $A_1/4$; 2) $A_1/2$; 3) A_1 ; 4) $2A_1$.

14. Если на пути сферической волны поставить непрозрачный экран с отверстием, оставляющим открытой только центральную зону Френеля, то результирующая амплитуда в заданной точке будет равна (A_1 – амплитуда колебаний, создаваемых центральной зоной):

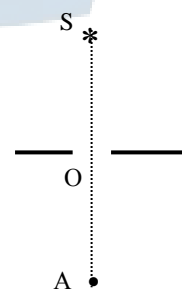
- 1) $A_1/4$; 2) $A_1/2$; 3) A_1 ; 4) $2A_1$.

15. Какой будет интенсивность света на экране при дифракции Френеля на круглом отверстии, если открыты две зоны Френеля?

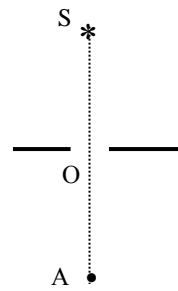
- 1) $I = 2(I_1 + I_2)$; 2) $I = I_1 + I_2$; 3) $I = I_{\min}$; 4) $I = I_{\max}$.

16. Если в отверстие O вмещается четное число зон Френеля (число зон мало), то в точке A наблюдения будет (см. рис.):

- 1) максимум освещенности;
- 2) минимум освещенности;
- 3) равномерная освещенность;
- 4) изображение источника S .

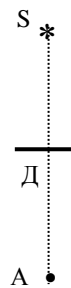


17. Если в отверстие O вмещается нечетное число зон Френеля (число зон мало), то в точке наблюдения A будет (см. рис.):



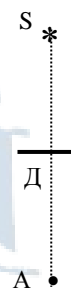
- 1) максимум освещенности;
- 2) минимум освещенности;
- 3) равномерная освещенность;
- 4) изображение источника S .

18. В случае дифракции Френеля на круглом непрозрачном диске D в точке A будет наблюдаться (см. рис.):



- 1) максимум освещенности;
- 2) минимум освещенности;
- 3) равномерная освещенность;
- 4) свет через диск не пройдет.

19. В случае дифракции Френеля на круглом непрозрачном диске D , который закрывает m первых зон Френеля, результирующая амплитуда в точке A будет равна (см. рис.):



- 1) $A_{\text{рез}} = A_1 / 2$;
- 2) $A_{\text{рез}} = A_1$;
- 3) $A_{\text{рез}} = A_m / 2$;
- 4) $A_{\text{рез}} = A_{m+1} / 2$.

20. Укажите условие минимума для дифракции Фраунгофера от одной щели, где b – ширина щели; $k = 1, 2, 3, \dots$:

- 1) $b \sin \varphi = k \lambda$;
- 2) $b \sin \varphi = (2k + 1) \lambda / 2$;
- 3) $b \cos \varphi = k \lambda$;
- 4) $b \cos \varphi = (2k + 1) \lambda / 2$.

21. Укажите условие максимума для дифракции Фраунгофера от одной щели, где b – ширина щели; $k = 1, 2, 3, \dots$:

- 1) $b \sin \varphi = k \lambda$;
- 2) $b \sin \varphi = (2k + 1) \lambda / 2$;
- 3) $b \cos \varphi = k \lambda$;
- 4) $b \cos \varphi = (2k + 1) \lambda / 2$.

22. Какое изменение произойдет в наблюдаемой дифракционной картине при дифракции Фраунгофера, если синий светофильтр, помещенный перед щелью, заменить красным?

- 1) центральный максимум сместится влево;
- 2) центральный максимум сместится вправо;
- 3) максимумы ненулевого порядка удалятся от центра картины;
- 4) максимумы ненулевого порядка приблизятся к центру картины.

23. В формуле Вульфа-Брэгга для дифракции рентгеновских лучей, где $2d \sin \varphi = k\lambda$, угол φ – это угол:

- 1) преломления;
- 2) отражения;
- 3) скольжения;
- 4) отклонения.

24. Что называется дифракционной решеткой?

- 1) совокупность большого числа одинаковых, отстоящих друг от друга на одном и том же расстоянии круглых отверстий;
- 2) совокупность большого числа одинаковых, отстоящих друг от друга на одном и том же расстоянии щелей;
- 3) прибор, предназначенный для наблюдения дифракции Френеля;
- 4) прибор, позволяющий наблюдать кольца Ньютона.

25. Что называется периодом дифракционной решетки?

- 1) время прохождения световым лучом расстояния от решетки до экрана;
- 2) расстояние между четными щелями;
- 3) расстояние между серединами соседних щелей;
- 4) расстояние между серединами соседних максимумов.

26. Укажите условие максимума для дифракционной решетки (d – постоянная дифракционной решетки):

- 1) $b \sin \varphi = k\lambda$;
- 2) $d \sin \varphi = k\lambda$;
- 3) $b \sin \varphi = (2k + 1) \lambda/2$;
- 4) $d \sin \varphi = (2k + 1) \lambda/2$.

27. Укажите условие минимума для дифракционной решетки, где d – постоянная дифракционной решетки:

- 1) $b \sin \varphi = k\lambda$;
- 2) $d \sin \varphi = k\lambda$;
- 3) $b \sin \varphi = (2k + 1) \lambda/2$;
- 4) $d \sin \varphi = (2k + 1) \lambda/2$.

28. В формуле для дифракционной решетки $b \sin \varphi = k \lambda$ угол φ является углом:

- 1) преломления лучей;
- 2) падения лучей;
- 3) отклонения лучей;
- 4) отражения лучей.

29. Какая граница спектра данного порядка при дифракции от дифракционной решетки расположена ближе к спектру следующего, более высокого порядка?

- 1) красная;
- 2) желтая;
- 3) синяя;
- 4) фиолетовая.

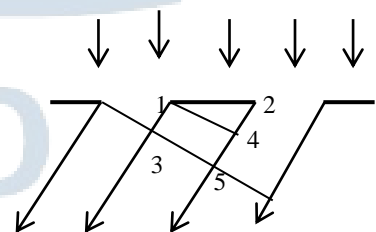
30. Дифракционная решетка содержит 100 штрихов на 1 мм. Чему равен период этой решетки?

- 1) 10^{-3} м;
- 2) $0,1 \cdot 10^{-3}$ м;
- 3) $0,01 \cdot 10^{-3}$ м;
- 4) $10 \cdot 10^{-3}$ м.

31. Что представляет собой дифракционная картина при освещении решетки параллельным пучком белого света, падающим нормально к ее плоскости?

- 1) радужные полосы, разделенные темными промежутками;
- 2) в центре картины белая полоса, слева и справа от нее – темные, затем радужные полосы;
- 3) в центре картины темная полоса, слева и справа от нее – радужные полосы;
- 4) белые полосы, разделенные темными промежутками.

32. На рисунке изображены лучи, отклоненные решеткой в результате дифракции. Какой из указанных отрезков имеет смысл разности хода лучей в условии главных максимумов дифракционной картины?



- 1) 1-3;
- 2) 2-4;
- 3) 2-5;
- 4) 4-1.

33. Уравнение Вульфа-Брэгга для дифракции рентгеновских лучей, где d – межплоскостное расстояние, записывается следующим образом:

- 1) $b \sin \varphi = k\lambda$; 2) $d \sin \varphi = k\lambda$;
3) $2 d \sin \varphi = k\lambda$; 4) $2 b \sin \varphi = k\lambda$.

34. Дифракция рентгеновских лучей наблюдается в случае, если период решетки d :

- 1) $d \sim 10^{-7}$ м; 2) $d \sim 10^{-8}$ м; 3) $d \sim 10^{-9}$ м; 4) $d \sim 10^{-10}$ м.

35. Почему в центральной части спектра, полученного на экране при освещении дифракционной решетки белым светом, всегда наблюдается белая полоса?

- 1) нет преломления света;
2) белый свет не разлагается в спектр;
3) выполняется условие максимума дифракции для всех длин волн;
4) белый свет не дифрагирует.

36. Определите длину волны λ_3 для линии в дифракционном спектре третьего порядка, совпадающей с изображением линии спектра четвертого порядка, у которой длина волны $\lambda_4 = 490$ нм:

- 1) 653 нм; 2) 490 нм; 3) 572 нм; 4) 784 нм.

37. Какой наибольший порядок спектра можно наблюдать с помощью дифракционной решетки, имеющей 500 штрихов на 1 мм, при освещении ее светом с длиной волны 720 нм?

- 1) 8; 2) 6; 3) 4; 4) 2.

38. На дифракционную решетку, содержащую 400 штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет с длиной волны 0,6 мкм. Найдите общее число дифракционных максимумов, которые дает эта решетка.

- 1) 9; 2) 5; 3) 6; 4) 10.

39. Укажите, в каком из указанных приборов может быть использована дифракционная решетка:

- 1) монохроматор;
- 2) поляризатор;
- 3) интерферометр;
- 4) фотометр.

40. Укажите неверный ответ. Основной характеристикой всякого спектрального прибора является:

- 1) угловая дисперсия;
- 2) линейная дисперсия;
- 3) оптическая сила;
- 4) разрешающая сила.

41. Укажите, какой из указанных приборов не является спектральным:

- 1) дифракционная решетка;
- 2) стеклянная призма;
- 3) поляриод;
- 4) монохроматор.

42. Укажите **неверный** ответ. Дифракционные решетки, применяемые для видимого света, могут иметь на 1 мм длины до:

- 1) 10 штрихов;
- 2) 100 штрихов;
- 3) 1 000 штрихов;
- 4) 10 000 штрихов.



БГАРФ

2.3. Поляризация света

1. Какое явление называется поляризацией света?

- 1) явление, сопровождающееся пространственным перераспределением интенсивности света в области наложения световых волн;
- 2) явление упорядочения колебаний светового вектора;
- 3) явление, обусловленное зависимостью показателя преломления вещества от длины световой волны;
- 4) явление преобразования света веществом, сопровождающееся изменением направления распространения света.

2. Что представляет собой плоскополяризованный свет?

- 1) свет, имеющий все возможные одинаково вероятные направления колебаний электрического вектора;
- 2) свет, в котором колебания электрического и магнитного векторов происходят в одних плоскостях;
- 3) свет, выделенный из белого света с помощью светофильтра;
- 4) свет, в котором конец светового вектора вращается вокруг направления его распространения.

3. Интенсивность поляризованного света, прошедшего через анализатор, определяется по закону:

- 1) Бальмера; 2) Малюса; 3) Бугера; 4) Брюстера.

4. Что представляет собой циркулярно поляризованный свет?

- 1) свет, имеющий все возможные одинаково вероятные направления колебаний электрического вектора;
- 2) свет, в котором колебания электрического и магнитного векторов происходят в одних плоскостях;
- 3) свет, выделенный из белого света с помощью светофильтра;
- 4) свет, в котором конец светового вектора вращается вокруг направления его распространения.

5. Какой свет называют частично поляризованным?

- 1) свет, в котором отсутствуют колебания магнитного вектора;
- 2) свет, в котором отсутствуют колебания электрического вектора;

- 3) свет, в котором колебания одного направления преобладают над колебаниями других направлений;
- 4) свет, в котором конец светового вектора движется по эллипсу.

6. Какой вектор принято называть световым?

- 1) вектор напряженности электрического поля;
- 2) вектор напряженности магнитного поля;
- 3) вектор, показывающий направление распространения световой волны;
- 4) вектор, совпадающий с оптической осью кристалла.

7. Какие волны не могут быть поляризованными?

- 1) монохроматические;
- 2) плоские;
- 3) продольные;
- 4) поперечные.

8. Какова роль поляризатора в оптической установке?

- 1) поворачивает плоскость колебаний электрического вектора в световой волне;
- 2) преобразует естественный свет в плоскополяризованный;
- 3) служит для определения степени поляризации света;
- 4) служит для определения интенсивности поляризованного света.

9. Для каких целей предназначен анализатор в оптической установке?

- 1) поворачивает плоскость колебаний электрического вектора в световой волне;
- 2) преобразует естественный свет в плоскополяризованный;
- 3) служит для определения степени поляризации света;
- 4) служит для определения интенсивности поляризованного света.

10. Каким способом нельзя получить плоскополяризованный свет?

- 1) используя явление двойного лучепреломления;
- 2) используя явление дихроизма;
- 3) используя явление поглощения света веществом;
- 4) используя явление отражения света на границе двух диэлектриков.

11. Анализатором является устройство:

- 1) определяющее положение поляризатора на оптической скамье;
- 2) пропускающее естественный свет лишь частично;
- 3) служащее для определения степени поляризации света;
- 4) пропускающее только лишь колебания светового вектора.

12. Понятие «степень поляризации» не применимо к:

- 1) плоскополяризованному свету;
- 2) рассеянному свету;
- 3) частично поляризованному свету;
- 4) естественному свету.

13. У какого света степень поляризации равна 1?

- 1) плоскополяризованного;
- 2) рассеянного;
- 3) частично поляризованного;
- 4) естественного.

14. У какого света степень поляризации равна 0?

- 1) плоскополяризованного;
- 2) рассеянного;
- 3) частично поляризованного;
- 4) естественного.

15. Укажите формулировку закона Малюса:

- 1) интенсивность естественного света, прошедшего через поляризатор, уменьшается в два раза;
- 2) интенсивность поляризованного света, прошедшего через анализатор, прямо пропорциональна квадрату косинуса угла между разрешенными направлениями поляризатора и анализатора;
- 3) интенсивность поляризованного света, прошедшего через поляризатор и анализатор, уменьшается в два раза;
- 4) интенсивность естественного света, прошедшего через поляризатор, прямо пропорциональна квадрату косинуса угла между плоскостью поляризатора и плоскостью колебания светового вектора.

16. В законе Малюса $I = I_0 \cos^2 \varphi$, I_0 – интенсивность света:

- 1) естественного;
- 2) плоскополяризованного;
- 3) частично поляризованного;
- 4) эллиптически поляризованного.

17. В законе Малюса $I = I_0 \cos^2 \varphi$, I – интенсивность света:

- 1) естественного; 2) плоскополяризованного;
3) частично поляризованного; 4) эллиптически поляризованного.

18. Естественный луч, амплитуда колебаний электрического вектора которого E_0 и интенсивность I_0 , проходит через оптическую систему поляризатор-анализатор. Какова интенсивность прошедшего света?

- 1) $I_0/2$; 2) $I_0/2 \cdot \cos \varphi$; 3) $I_0/2 \cdot \cos^2 \varphi$; 4) $I_0 \cdot \cos \varphi$.

19. Естественный луч, амплитуда колебаний электрического вектора которого E_0 и интенсивность I_0 , проходит через поляризатор. Какова интенсивность прошедшего света?

- 1) $I_0/2$; 2) $I_0/2 \cdot \cos \varphi$; 3) $I_0/2 \cdot \cos^2 \varphi$; 4) $I_0 \cdot \cos \varphi$.

20. Главные плоскости двух призм Николя образуют между собой угол в 30° . Как изменится интенсивность прошедшего света, если их поставить под углом 60° ?

- 1) уменьшится в два раза; 2) уменьшится в три раза;
3) уменьшится в $\sqrt{2}$ раз; 4) уменьшится в $\sqrt{3}$ раз.

21. При каком угле между плоскостями поляризации поляризатора и анализатора интенсивность света, вышедшего из анализатора, равна нулю?

- 1) 0° ; 2) 45° ; 3) 60° ; 4) 90° .

22. При каком угле между плоскостями поляризации поляризатора и анализатора интенсивность света, вышедшего из анализатора, максимальна?

- 1) 0° ; 2) 45° ; 3) 60° ; 4) 90° .

23. При каком угле между плоскостями поляризации поляризатора и анализатора интенсивность света, вышедшего из анализатора, уменьшается в два раза?

- 1) 0° ; 2) 45° ; 3) 60° ; 4) 90° .

24. Какое явление доказывает поперечный характер световой волны?

- 1) дисперсия;
- 2) дифракция;
- 3) интерференция;
- 4) поляризация.

25. Свет не отразится от диэлектрика при угле падения, равному углу Брюстера, если:

- 1) падает плоскополяризованный свет, у которого световой вектор лежит в плоскости падения луча;
- 2) падает плоскополяризованный свет, у которого световой вектор перпендикулярен плоскости падения луча;
- 3) падает естественный свет;
- 4) падает частично поляризованный свет.

26. Понятие угла Брюстера применимо к углу:

- 1) падения света;
- 2) преломления света;
- 3) отражения света;
- 4) отклонения света.

27. Закон Брюстера гласит:

- 1) тангенс угла Брюстера равен относительному показателю преломления второй среды относительно первой;
- 2) угол Брюстера для всех оптически однородных сред одинаков;
- 3) если естественный свет падает на границу раздела двух сред под углом Брюстера, то отраженный свет будет плоско поляризованным;
- 4) интенсивность поляризованного света, прошедшего через анализатор, прямо пропорциональна квадрату косинуса угла между разрешенными направлениями поляризатора и анализатора.

28. Укажите математическую запись закона Брюстера:

- 1) $\operatorname{tg} \varphi = n_2 / n_1$;
- 2) $I = I_0 \cos^2 \varphi$;
- 3) $I = I_0 \cos \varphi$;
- 4) $\varphi = \alpha \cdot L$.

29. Свет падает на диэлектрик под углом Брюстера. В каком случае интенсивность отраженного луча будет наибольшей, если интенсивность падающего света во всех случаях одинакова?

- 1) падает плоскополяризованный свет, у которого световой вектор лежит в плоскости падения луча;
- 2) падает плоскополяризованный свет, у которого световой вектор перпендикулярен плоскости падения луча;
- 3) падает естественный свет;
- 4) падает частично поляризованный свет.

30. Естественный свет, проходя через кристалл исландского шпата, расщепляется на обыкновенный и необыкновенный. Каковы особенности этих лучей?

- 1) обыкновенный луч поляризован, необыкновенный – нет;
- 2) необыкновенный луч поляризован, обыкновенный – нет;
- 3) оба луча поляризованы в одной плоскости;
- 4) лучи поляризованы во взаимно перпендикулярных плоскостях.

31. Оптически активными являются вещества:

- 1) обладающие свойством двойного лучепреломления;
- 2) поворачивающие плоскость поляризации проходящего через него поляризованного света;
- 3) поляризующие проходящий через них свет;
- 4) в которых под действием электрических полей возникает явление двойного лучепреломления.

32. Эффект Керра – это явление возникновения двойного лучепреломления под воздействием:

- 1) электрического поля;
- 2) магнитного поля;
- 3) механической деформации сжатия;
- 4) механической деформации растяжения.

33. Эффект Фарадея – это явление, при котором оптически неактивные вещества приобретают способность вращать плоскость поляризации проходящего через них поляризованного света под воздействием:

- 1) электрического поля;
- 2) магнитного поля;
- 3) механической деформации сжатия;
- 4) механической деформации растяжения.

34. Укажите неверный ответ. Угол поворота плоскости поляризации света в оптически активном растворе зависит от:

- 1) концентрации раствора;
- 2) оптической плотности раствора;
- 3) пути света в растворе;
- 4) удельной постоянной вращения.

35. Двойное лучепреломление – это явление:

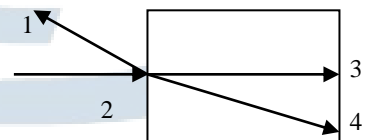
- 1) когда падающий на кристалл луч дважды преломляется;
- 2) заключающееся в том, что падающий на кристалл луч разделяется внутри кристалла на два;
- 3) при котором два поляризованных луча, падающих на кристалл, сливаются в один;
- 4) зависимости оптической плотности вещества от длины волны падающего света.

36. Двойное лучепреломление обусловлено:

- 1) оптической анизотропией кристаллов;
- 2) поляризацией света;
- 3) оптической изотропией кристалла;
- 4) дихроизмом кристаллов.

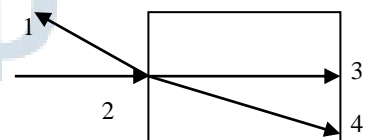
37. Укажите, какой луч является обыкновенным:

- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4.



38. Укажите, какой луч является необыкновенным:

- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4.



39. Укажите неверный ответ. При соответствующих условиях эффект Керра можно наблюдать:

- 1) в жидкостях; 2) газах;
3) в аморфных телах; 4) в кристаллах.

40. Пучок света, идущий в воздухе, падает на поверхность жидкости под углом 54° . Определите угол преломления света, если отраженный пучок полностью поляризован.

- 1) 54° ; 2) 36° ; 3) 27° ; 4) 18° .

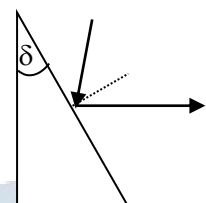
41. В частично поляризованном свете амплитуда светового вектора, соответствующая максимальной интенсивности света, в два раза больше амплитуды, соответствующей минимальной интенсивности. Определите степень поляризации света.

- 1) 1° ; 2) $1/2^\circ$; 3) $1/3^\circ$; 4) $1/4$.

42. Чистая жидкость, содержащаяся в стеклянной трубке длиной 8 см, поворачивает плоскость поляризации света на угол 137° . Плотность жидкости – $1,01 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Определите удельное вращение $[\alpha]$ жидкости.

- 1) $16,9 \text{ град} \cdot \text{м}^3 / \text{кг} \cdot \text{м}$; 2) $1,69 \text{ град} \cdot \text{м}^3 / \text{кг} \cdot \text{м}$;
3) $59 \text{ град} \cdot \text{м}^3 / \text{кг} \cdot \text{м}$; 4) $5,9 \text{ град} \cdot \text{м}^3 / \text{кг} \cdot \text{м}$.

43. Луч естественного света падает на стеклянную ($n = 1,6$) призму. Определите двухгранный угол δ призмы, если отраженный луч максимально поляризован.



- 1) 26° ; 2) 32° ; 3) 38° ; 4) 44° .

БГАРФ

2.4. Дисперсия, рассеяние, поглощение света

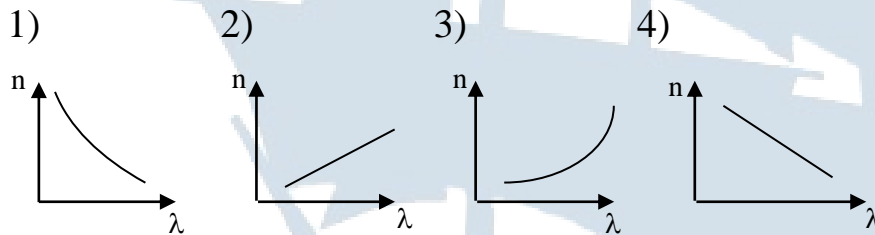
1. Укажите неверный ответ. Дисперсией света называется:

- 1) явление разложения белого света в спектр;
- 2) зависимость показателя преломления среды от длины волны падающего света;
- 3) явление отклонения света от прямолинейного распространения;
- 4) зависимость фазовой скорости в среде от его частоты.

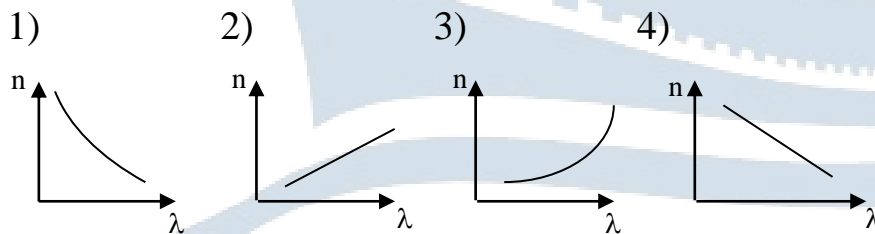
2. Дайте определение явлению дисперсии:

- 1) явление отклонения света от прямолинейного распространения;
- 2) явление преобразования света веществом, сопровождающееся изменением направления распространения света;
- 3) явление уменьшения энергии световой волны при ее распространении в веществе;
- 4) явление разложения белого света в спектр.

3. Укажите график нормальной дисперсии:



4. Укажите график аномальной дисперсии:



5. Укажите верное соотношение для нормальной дисперсии:

- 1) $\frac{dn}{d\lambda} < 0$; 2) $\frac{dn}{d\lambda} > 0$; 3) $\frac{dn}{d\lambda} = 0$; 4) $\frac{dn}{d\lambda} < 1$.

6. Укажите верное соотношение для аномальной дисперсии:

1) $\frac{dn}{d\lambda} < 0$; 2) $\frac{dn}{d\lambda} > 0$; 3) $\frac{dn}{d\lambda} = 0$; 4) $\frac{dn}{d\lambda} < 1$.

7. Укажите верное соотношение для нормальной дисперсии:

1) $\frac{dn}{dv} < 0$; 2) $\frac{dn}{dv} > 0$; 3) $\frac{dn}{dv} = 0$; 4) $\frac{dn}{dv} < 1$.

8. Укажите верное соотношение для аномальной дисперсии:

1) $\frac{dn}{dv} < 0$; 2) $\frac{dn}{dv} > 0$; 3) $\frac{dn}{dv} = 0$; 4) $\frac{dn}{dv} < 1$.

9. На явлении нормальной дисперсии основано действие:

- 1) поляризаторов; 2) интерферометров;
3) призмных спектрографов; 4) дифракционных спектрографов.

10. Групповая скорость в веществе u может превосходить фазовую скорость v в областях:

- 1) аномальной дисперсии; 2) нормальной дисперсии;
3) где нет дисперсии; 4) где нет поглощения.

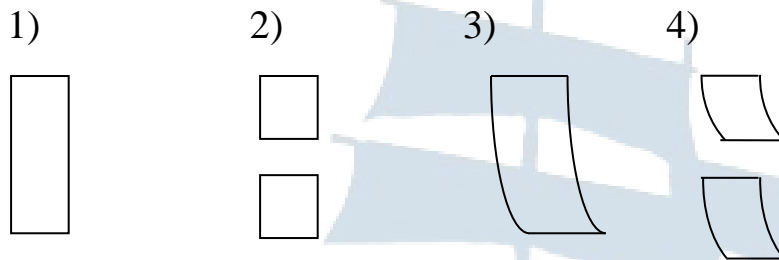
11. Связь между групповой u и фазовой v скоростями задается выражением:

1) $u = v + k \, dv / d\lambda$; 2) $u = v - k \, dv / d\lambda$;
3) $u = v + \lambda \, dv / d\lambda$; 4) $u = v - \lambda \, dv / d\lambda$.

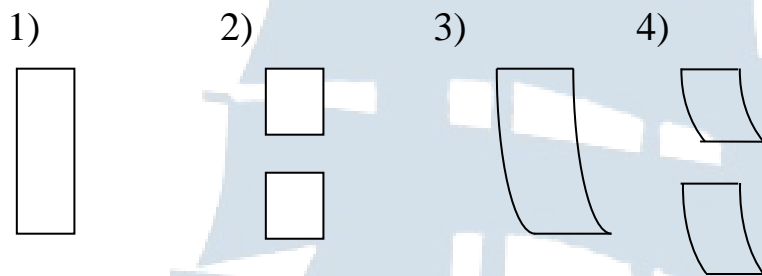
12. Метод скрещенных призм применяется для наблюдения:

- 1) только аномальной дисперсии;
2) только нормальной дисперсии;
3) как нормальной, так и аномальной дисперсии;
4) линейчатых спектров.

13. Какой из приведенных спектров, полученных методом скрещенных призм, соответствует случаю, когда в исследуемом веществе присутствует область поглощения света (см. рис.)?



14. Какой из приведенных спектров, полученных методом скрещенных призм, соответствует случаю, когда в исследуемом веществе отсутствует область поглощения света (см. рис.)?



15. Какое явление называется поглощением света?

- 1) явление отклонения света от прямолинейного распространения;
- 2) явление преобразования света веществом, сопровождающееся изменением направления распространения света;
- 3) явление уменьшения энергии световой волны при ее распространении в веществе;
- 4) явление разложения белого света в спектр.

16. Укажите закон Бугера-Ламберта для поглощения света:

- 1) $I = I_0 \cos \varphi$; 2) $I = I_0 e^{-\alpha X}$; 3) $I \sim 1 / \lambda^4$; 4) $I = \Delta W / \Delta S \Delta t$.

17. Какое явление называется рассеянием света?

- 1) явление отклонения света от прямолинейного распространения;
- 2) явление преобразования света веществом, сопровождающееся изменением направления распространения света;

- 3) явление уменьшения энергии световой волны при ее распространении в веществе;
4) явление разложения белого света в спектр.

18. Укажите закон Рэлея для рассеяния света:

1) $I = I_0 \cos \varphi$; 2) $I = I_0 e^{-\alpha X}$; 3) $I \sim 1 / \lambda^4$; 4) $I = \Delta W / \Delta S \Delta t$.

19. В белом свете, прошедшем через мутную среду, обнаруживается преобладание:

- 1) красного света; 2) желтого света;
3) зеленого света; 4) фиолетового света.

20. Голубой цвет неба обусловлен тем, что в атмосфере в солнечном свете сильнее рассеивается:

- 1) красный свет; 2) желтый свет;
3) зеленый свет; 4) фиолетовый свет.

21. Имеется среда с показателем преломления n . Скорость распространения какого света в этой среде будет больше?

- 1) красного света; 2) желтого света;
3) зеленого света; 4) фиолетового света.

22. Длина волны красного света в воде равна длине волны зеленого света в воздухе. Вода освещается красным светом. Какой свет видит при этом человек, открывший глаза под водой?

- 1) красный свет; 2) желтый свет;
3) зеленый свет; 4) фиолетовый свет.

23. Зеленый свет переходит из воздуха в стекло с показателем преломления, равным 1,5. Как при этом изменяется частота света?

- 1) увеличивается в 1,5 раза; 2) увеличивается в $\sqrt{1,5}$ раза;
3) не изменяется; 4) уменьшается в 1,5 раза.

24. Какая из характеристик падающей световой волны не изменяется при ее распространении в среде?

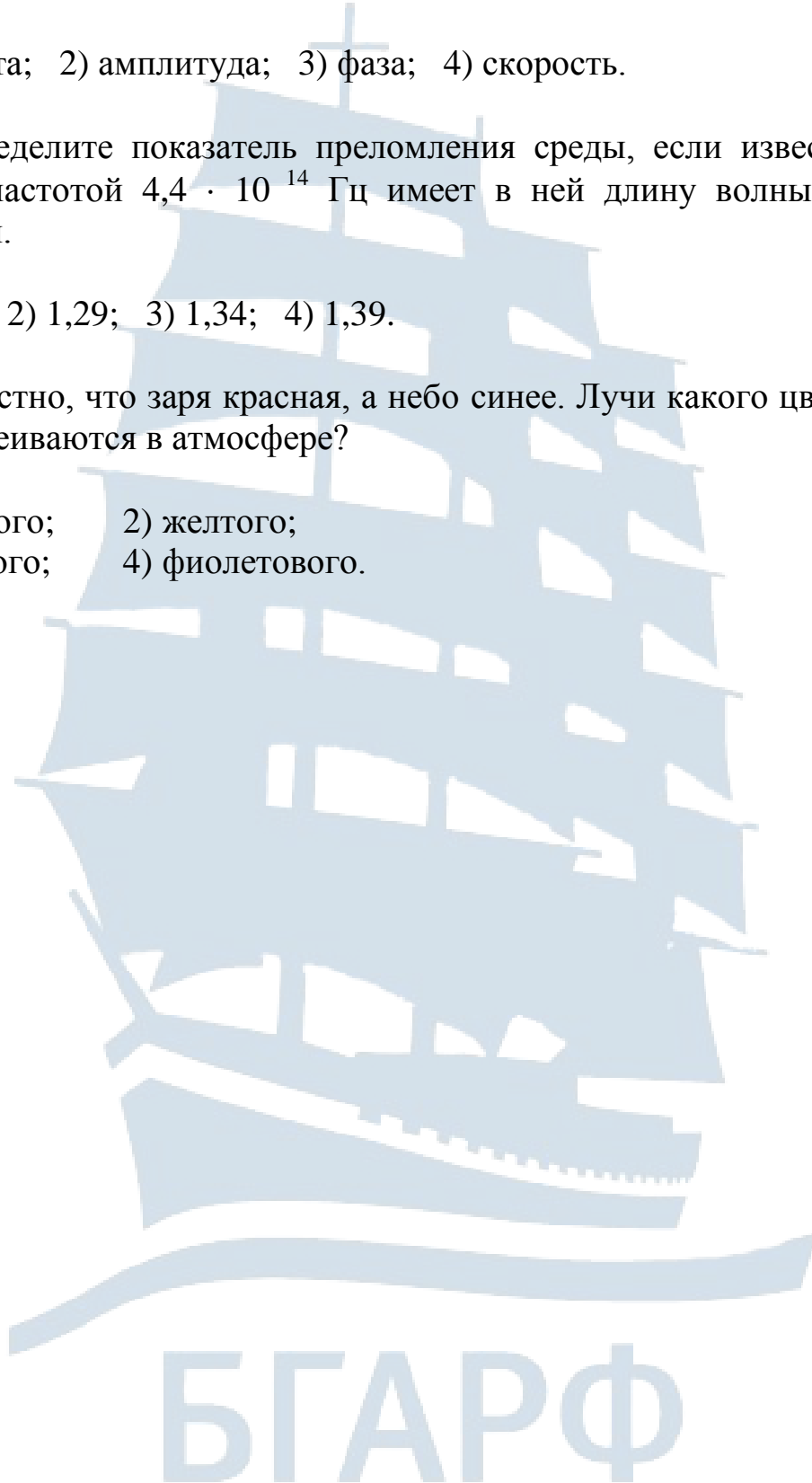
1) частота; 2) амплитуда; 3) фаза; 4) скорость.

25. Определите показатель преломления среды, если известно, что свет с частотой $4,4 \cdot 10^{14}$ Гц имеет в ней длину волны, равную 0,51 мкм.

1) 1,24; 2) 1,29; 3) 1,34; 4) 1,39.

26. Известно, что заря красная, а небо синее. Лучи какого цвета сильнее рассеиваются в атмосфере?

1) красного; 2) желтого;
3) зеленого; 4) фиолетового.



3. Квантовая оптика

3.1. Тепловое излучение

1. Тепловое излучение – это электромагнитное излучение, обусловленное возбуждением атомов и молекул вещества:

- 1) за счет внутренней энергии излучающего тела;
- 2) за счет энергии, выделяемой при химических реакциях;
- 3) в результате их взаимодействия с быстрыми электронами;
- 4) под действием падающего на вещество света.

2. Укажите основное свойство теплового излучения:

- 1) при тепловом излучении тело светится;
- 2) тепловое излучение находится в термодинамическом равновесии с веществом;
- 3) источник излучения имеет температуру окружающей среды;
- 4) тепловое излучение не равновесно.

3. Укажите, какая из перечисленных ниже характеристик не является характеристикой теплового излучения:

- 1) испускательная способность тела;
- 2) поглощательная способность тела;
- 3) термодинамическая температура;
- 4) энергетическая светимость.

4. Укажите, какая формула определяет спектральную плотность энергетической светимости тела (испускательную способность):

1) $r_\nu = \frac{dW_{\text{изл.}}}{d\nu}$; 2) $\alpha_\nu = \frac{dW_{\text{п.}}}{dW}$; 3) $\epsilon_{\nu,T} = \frac{r_{\nu,T}}{\alpha_{\nu,T}}$; 4) $\epsilon_{\nu,T} = \nu^3 \varphi\left(\frac{\nu}{T}\right)$.

5. Укажите формулу, определяющую поглощательную способность тела:

1) $r_\nu = \frac{dW_{\text{изл.}}}{d\nu}$; 2) $\alpha_\nu = \frac{dW_{\text{п.}}}{dW}$; 3) $\epsilon_{\nu,T} = \frac{r_{\nu,T}}{\alpha_{\nu,T}}$; 4) $\epsilon_{\nu,T} = \nu^3 \varphi\left(\frac{\nu}{T}\right)$.

6. Укажите закон Кирхгофа в дифференциальной форме:

$$1) r_{\nu} = \frac{dW_{\text{изл.}}}{d\nu}; \quad 2) \alpha_{\nu} = \frac{dW_{\text{п.}}}{dW}; \quad 3) \varepsilon_{\nu, T} = \frac{r_{\nu, T}}{\alpha_{\nu, T}}; \quad 4) \varepsilon_{\nu, T} = \nu^3 \varphi\left(\frac{\nu}{T}\right).$$

7. Укажите закон Вина:

$$1) r_{\nu} = \frac{dW_{\text{изл.}}}{d\nu}; \quad 2) \alpha_{\nu} = \frac{dW_{\text{п.}}}{dW}; \quad 3) \varepsilon_{\nu, T} = \frac{r_{\nu, T}}{\alpha_{\nu, T}}; \quad 4) \varepsilon_{\nu, T} = \nu^3 \varphi\left(\frac{\nu}{T}\right).$$

8. Сформулируйте закон Кирхгофа для теплового излучения:

- 1) если два тела поглощают разные энергии, то и излучение, испускаемое этими телами, тоже должно быть различным;
- 2) отношение испускательной и поглощательной способностей не зависит от материала тела и равно спектральной плотности энергетической светимости черного тела, являющейся функцией только температуры и частоты;
- 3) энергетическая светимость черного тела пропорциональна четвертой степени его термодинамической температуры;
- 4) частота, соответствующая максимальному значению спектральной плотности энергетической светимости черного тела, прямо пропорциональна его термодинамической температуре.

9. Сформулируйте закон Стефана-Больцмана:

- 1) если два тела поглощают разные энергии, то и излучение, испускаемое этими телами, тоже должно быть различным;
- 2) отношение испускательной и поглощательной способностей не зависит от материала тела и равно спектральной плотности энергетической светимости черного тела, являющейся функцией только температуры и частоты;
- 3) энергетическая светимость черного тела пропорциональна четвертой степени его термодинамической температуры;
- 4) частота, соответствующая максимальному значению спектральной плотности энергетической светимости черного тела, прямо пропорциональна его термодинамической температуре.

10. Сформулируйте закон смещения Вина для теплового излучения:

- 1) если два тела поглощают разные энергии, то и излучение, испускаемое этими телами, тоже должно быть различным;
- 2) отношение испускательной и поглощательной способностей не зависит от материала тела и равно спектральной плотности энергетической светимости черного тела, являющейся функцией только температуры и частоты;
- 3) энергетическая светимость черного тела пропорциональна четвертой степени его термодинамической температуры;
- 4) частота, соответствующая максимальному значению спектральной плотности энергетической светимости черного тела, прямо пропорциональна его термодинамической температуре.

11. Энергетическая светимость черного тела является функцией:

- 1) только частоты;
- 2) не зависит от частоты и температуры;
- 3) только температуры;
- 4) только частоты и температуры.

12. Какое из перечисленных свойств присуще только абсолютно черному телу?

- 1) поглощает в единицу времени столько же лучистой энергии, сколько и излучает;
- 2) поглощает все падающее на него излучение независимо от частоты при любой температуре;
- 3) испускательная способность равна нулю;
- 4) энергетическая светимость – функция частоты и температуры.

13. Что такое испускательная способность тела?

- 1) мощность излучения с единицы площади поверхности тела в интервале частот от ν до $\nu + d\nu$;
- 2) отношение количества поглощенной поверхностью тела энергии в интервале частот от ν до $\nu + d\nu$ к количеству энергии падающего излучения в том же интервале частот;
- 3) мощность излучения с единицы площади поверхности тела, просуммированная по всем длинам волн;
- 4) отношение количества энергии, отраженной поверхностью тела в интервале частот от ν до $\nu + d\nu$ к общему количеству энергии падающего излучения в том же интервале частот.

14. Испускательная способность черного тела является функцией:

- 1) только частоты;
- 2) не зависит от частоты и температуры;
- 3) только температуры;
- 4) только частоты и температуры.

15. Укажите единицу измерения энергетической светимости:

- 1) Вт;
- 2) Вт / м²;
- 3) Дж;
- 4) Дж / м².

16. Какая физическая величина равна энергии электромагнитного излучения телом за единицу времени с единицы площади поверхности в интервале частот от ν до $\nu + d\nu$?

- 1) поглощательная способность;
- 2) энергетическая светимость;
- 3) отражательная способность;
- 4) испускательная способность.

17. Укажите формулу закона Стефана-Больцмана:

- 1) $\lambda_{\text{макс}} = \frac{c}{T}$;
- 2) $\epsilon_{\nu, T} = \frac{r_{\nu, T}}{\alpha_{\nu, T}}$;
- 3) $R_{\nu}^* = \sigma T^4$;
- 4) $\epsilon_{\nu, T} = \nu^3 \varphi\left(\frac{\nu}{T}\right)$.

18. Укажите математическую запись закона смещения Вина:

- 1) $\lambda_{\text{макс}} = \frac{c}{T}$;
- 2) $\epsilon_{\nu, T} = \frac{r_{\nu, T}}{\alpha_{\nu, T}}$;
- 3) $R_{\nu}^* = \sigma T^4$;
- 4) $\epsilon_{\nu, T} = \nu^3 \varphi\left(\frac{\nu}{T}\right)$.

19. Какая теория о природе света полностью объясняет законы теплового излучения?

- 1) волновая теория Гюйгенса,
- 2) квантовая теория Планка,
- 3) корпускулярная теория Ньютона,
- 4) теория электромагнитного поля Максвелла.

20. Формула Релея-Джинса хорошо согласуется с опытными данными в области:

- 1) малых частот излучения;
- 2) больших частот излучения;
- 3) всего диапазона излучений;
- 4) рентгеновского излучения.

21. Укажите формулу Релея-Джинса для теплового излучения:

1) $\epsilon_{\nu, T} = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} kT$; 2) $\epsilon_{\nu, T} = \nu^3 \varphi\left(\frac{\nu}{T}\right)$;

3) $\epsilon_{\nu, T} = \frac{r_{\nu, T}}{\alpha_{\nu, T}}$; 4) $\epsilon_{\nu, T} = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} \cdot \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$.

22. Укажите формулу Планка для теплового излучения:

1) $\epsilon_{\nu, T} = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} kT$; 2) $\epsilon_{\nu, T} = \nu^3 \varphi\left(\frac{\nu}{T}\right)$;

3) $\epsilon_{\nu, T} = \frac{r_{\nu, T}}{\alpha_{\nu, T}}$; 4) $\epsilon_{\nu, T} = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} \cdot \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$.

23. Для измерения температуры раскаленных тел бесконтактным способом используются приборы, которые называются:

- 1) термометрами расширения;
- 2) термопарами;
- 3) электрическими термометрами;
- 4) пирометрами.

24. Укажите неверный ответ. В оптической пирометрии определяются следующие температуры:

- 1) радиационная температура;
- 2) оптическая температура;
- 3) яркостная температура;
- 4) цветовая температура.

25. Определите температуру тела, при которой энергетическая светимость абсолютно черного тела равна 10 кВт/м^2 , при $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт / м}^2 \cdot \text{К}^4$:

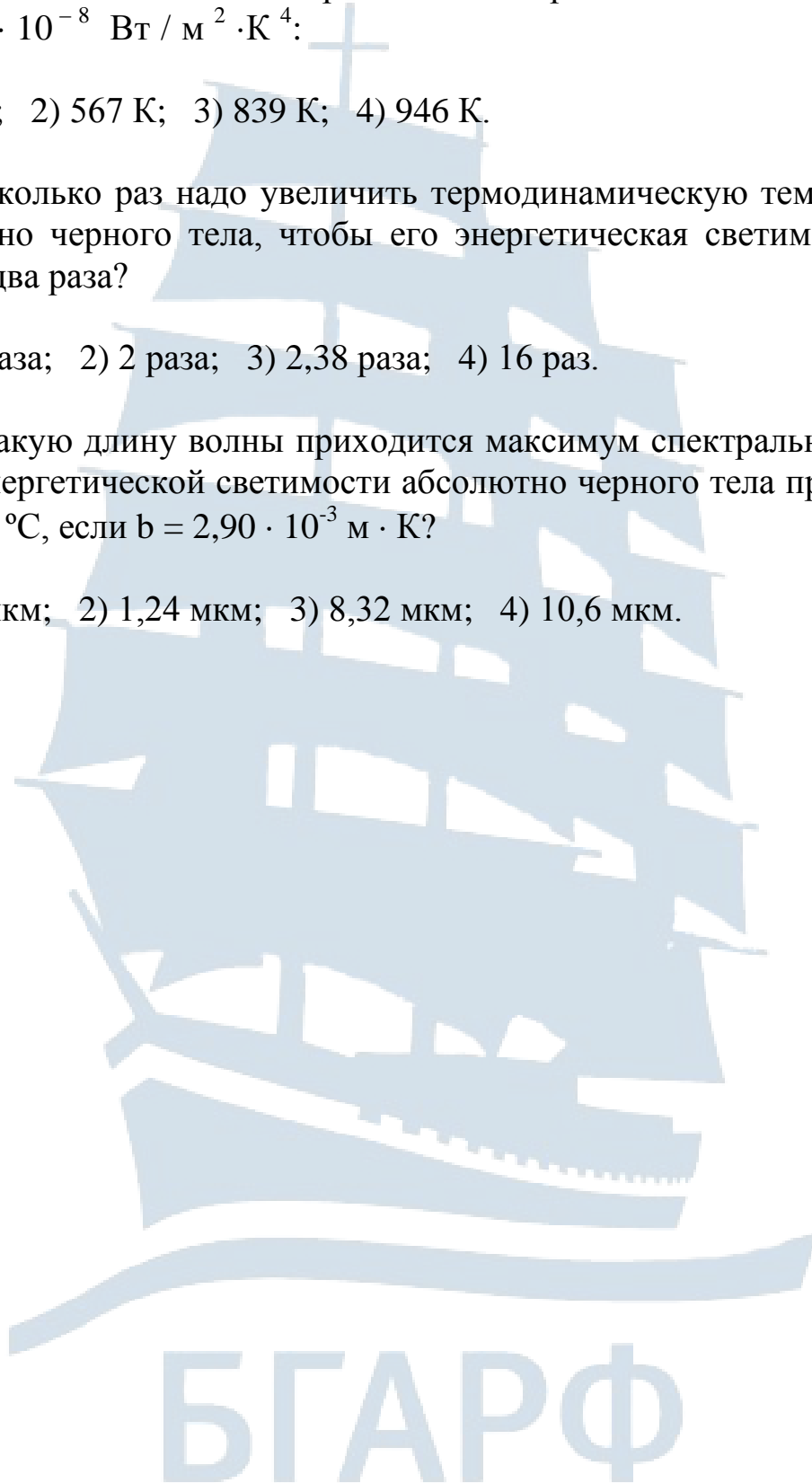
1) 648 К; 2) 567 К; 3) 839 К; 4) 946 К.

26. Во сколько раз надо увеличить термодинамическую температуру абсолютно черного тела, чтобы его энергетическая светимость возросла в два раза?

1) 1,19 раза; 2) 2 раза; 3) 2,38 раза; 4) 16 раз.

27. На какую длину волны приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела при температуре $0 \text{ }^\circ\text{C}$, если $b = 2,90 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$?

1) 0,76 мкм; 2) 1,24 мкм; 3) 8,32 мкм; 4) 10,6 мкм.



3.2. Фотоэффект

1. Что такое внешний фотоэффект?

- 1) явление вырывания электронов из металла под действием электромагнитного излучения;
- 2) вылет нуклонов при поглощении ядрами атомов гамма квантов;
- 3) возникновение ЭДС при облучении светом контакта двух полупроводников;
- 4) изменение электропроводности твердых тел под действием света.

2. Что не свойственно явлению внешнего фотоэффекта?

- 1) скорость фотоэлектронов меняется при изменении длины световой волны, падающей на металл;
- 2) скорость фотоэлектронов не зависит от интенсивности падающего на металл света;
- 3) количество вырванных фотоэлектронов пропорционально интенсивности падающего света;
- 4) из данного металла фотоэлектроны могут быть вырваны светом любой частоты.

3. Какой из факторов не влияет на величину энергии фотоэлектронов, попадающих на анод фотоэлемента?

- 1) частота света, которым освещается катод фотоэлемента;
- 2) интенсивность света, которым освещается катод фотоэлемента;
- 3) материал, из которого изготовлен катод фотоэлемента;
- 4) разность потенциалов между катодом и анодом.

4. Фотоэлемент – это прибор:

- 1) действие которого основано на явлении внутреннего фотоэффекта;
- 2) преобразующий световую энергию в электрическую;
- 3) преобразующий электрическую энергию в световую;
- 4) действие которого основано на явлении вторичной эмиссии.

5. Какой вид фотоэффекта имеет место при работе вакуумного фотоэлемента?

- 1) ядерный;
- 2) вентильный;
- 3) внешний;
- 4) внутренний.

6. Что называется задерживающим потенциалом фотоэлемента?

- 1) разность потенциалов между катодом и анодом, при которой возникает ток насыщения;
- 2) разность потенциалов, при которой возникает вторичная электронная эмиссия;
- 3) разность потенциалов, при которой исчезает фототок;
- 4) разность потенциалов, возникающая на границе полупроводников.

7. В чем заключается гипотеза Планка?

- 1) свет распространяется и поглощается в виде квантов;
- 2) свет распространяется в виде квантов;
- 3) свет излучается в виде квантов;
- 4) свет поглощается в виде квантов.

8. Для объяснения фотоэффекта Эйнштейн предположил, что:

- 1) свет распространяется и поглощается в виде квантов;
- 2) свет распространяется в виде квантов;
- 3) свет излучается в виде квантов;
- 4) свет поглощается в виде квантов.

9. Кто впервые обнаружил явление фотоэффекта?

- 1) Эйнштейн;
- 2) Герц;
- 3) Столетов;
- 4) Планк.

10. Какой закон лежит в основе уравнения Эйнштейна для фотоэффекта?

- 1) закон сохранения импульса;
- 2) закон сохранения энергии;
- 3) закон сохранения момента импульса;
- 4) закон взаимосвязи массы и энергии.

11. Укажите верное уравнение для фотоэффекта:

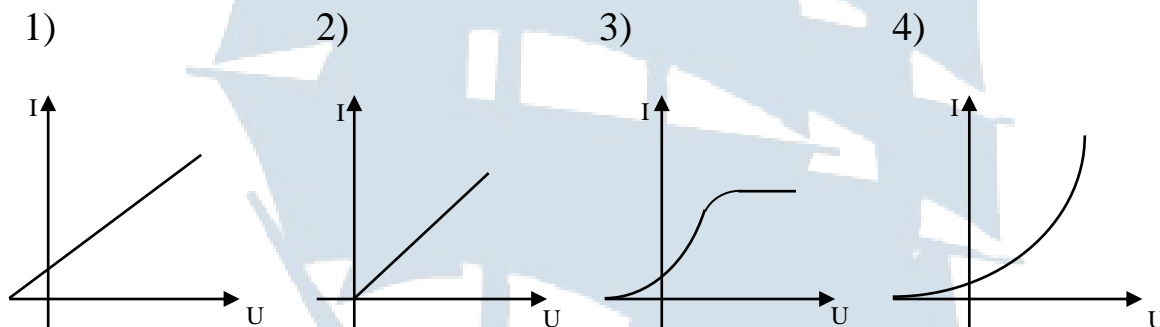
1) $h\nu = A - \frac{mv_{\text{макс}}^2}{2}$; 2) $h\nu = A + eU_{\text{зад}}$;

3) $h\nu = A + \frac{mv_{\text{средн}}^2}{2}$; 4) $h\nu = A - eU_{\text{зад}}$.

12. Какой вывод не следует из опытов Столетова по изучению фотоэффекта?

- 1) сила фототока возрастает с увеличением освещенности катода;
- 2) скорость фотоэлектронов зависит от интенсивности света;
- 3) испускаемые под действием света заряды имеют отрицательный знак;
- 4) наибольшее действие на катод оказывают ультрафиолетовые лучи.

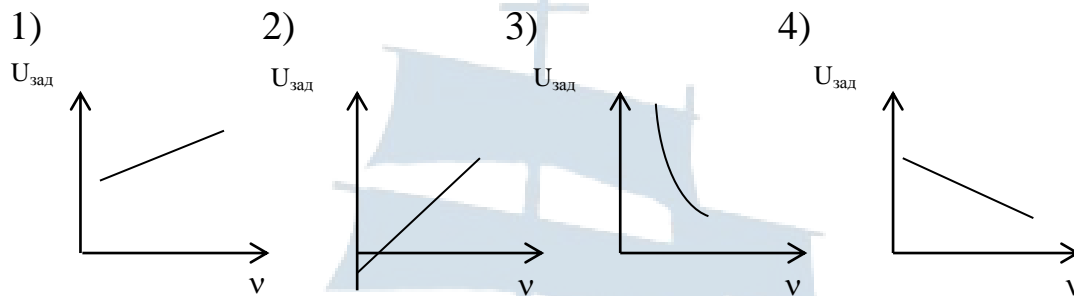
13. Укажите вольтамперную характеристику внешнего фотоэффекта:



14. Укажите формулировку, которая не относится ни к одному из законов фотоэффекта:

- 1) число фотоэлектронов, вырываемых из катода за единицу времени, пропорционально интенсивности света;
- 2) передача фотоном энергии одному из электронов не изменяет энергии всех остальных электронов;
- 3) для каждого вещества существует красная граница фотоэффекта, т.е. минимальная частота, при которой фотоэффект еще возможен;
- 4) максимальная начальная скорость фотоэлектронов определяется частотой света и не зависит от интенсивности.

15. Укажите верный график зависимости величины задерживающего напряжения от частоты облучающего фотоэлемент света:



16. От каких факторов зависит красная граница фотоэффекта?

- 1) от химической природы вещества;
- 2) от интенсивности падающего на катод света;
- 3) от частоты падающего на катод света;
- 4) от максимальной скорости фотоэлектронов.

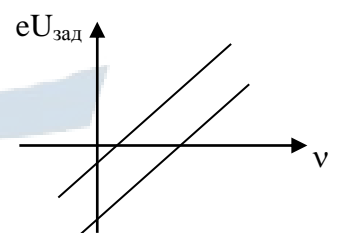
17. Что произойдет, если увеличить энергию фотонов, падающих на катод фотоэлемента?

- 1) увеличится фототок насыщения;
- 2) изменится красная граница фотоэффекта;
- 3) увеличится задерживающее напряжение;
- 4) увеличится работа выхода.

18. Укажите формулу, по которой определяется красная граница фотоэффекта:

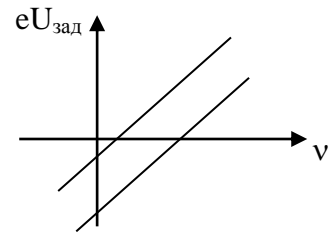
- 1) $\nu = A / h$;
- 2) $\nu = mc^2/h$;
- 3) $\nu = c / \lambda$;
- 4) $\nu = (A + eU_{\text{зад}}) / h$.

19. Графическое представление уравнения Эйнштейна для фотоэффекта в координатах $eU_{\text{зад}} = \varphi(\nu)$ для различных металлов имеет вид, представленный на рисунке. На что указывает параллельность прямых друг другу?



- 1) измерения проведены с одной интенсивностью света;
- 2) металлы имеют разную работу выхода;
- 3) из тангенса угла наклона определяется постоянная Планка;
- 4) на величину красной границы фотоэффекта.

20. Графическое представление уравнения Эйнштейна для фотоэффекта в координатах $eU_{\text{зад}} = \varphi(\nu)$ для различных металлов имеет вид, представленный на рисунке. На что указывает частота света, соответствующая точке пересечения прямых с осью абсцисс?

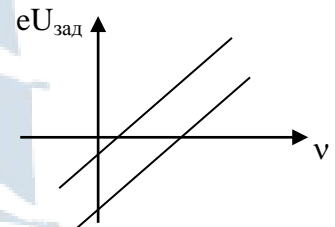


- 1) измерения проведены с одной интенсивностью света;
- 2) металлы имеют одинаковую работу выхода;
- 3) из тангенса угла наклона определяется постоянная Планка;
- 4) на величину красной границы фотоэффекта.

21. На что указывает безынерционность фотоэффекта?

- 1) на квантовую природу взаимодействия света с веществом;
- 2) на электромагнитную природу взаимодействия света с веществом;
- 3) максимальная скорость фотоэлектронов зависит от частоты света;
- 4) максимальная скорость фотоэлектронов не зависит от интенсивности падающего света.

22. Графическое представление уравнения Эйнштейна для фотоэффекта в координатах $eU_{\text{зад}} = \varphi(\nu)$ для различных металлов имеет вид, представленный на рисунке. На что указывают отрезки, отсекаемые прямыми на оси ординат?



- 1) измерения проведены с одной интенсивностью света;
- 2) металлы имеют разную работу выхода;
- 3) из тангенса угла наклона определяется постоянная Планка;
- 4) для металлов существует красная граница фотоэффекта.

23. Какая из физических величин, определяющих свойства фотона, указана неверно?

- 1) $m = 0$;
- 2) $\varepsilon = h\nu$;
- 3) $p = mc$;
- 4) $v = c$.

24. Укажите неверную запись для импульса фотона:

- 1) $P_{\phi} = h\nu/c$;
- 2) $P_{\phi} = h/\lambda$;
- 3) $P_{\phi} = mc$;
- 4) $P_{\phi} = mv$.

25. Укажите, какая из физических величин, характеризующих свойства фотона, не является корпускулярной?

1) частота; 2) энергия; 3) импульс; 4) масса.

26. В чем заключается корпускулярно-волновой дуализм света?

1) свет обладает только свойствами электромагнитных волн;
2) свет обладает только квантовыми свойствами;
3) свет обладает и волновыми свойствами и свойствами фотонов;
4) свет обладает различными оптическими явлениями.

27. Красная граница фотоэффекта для меди равна 282 нм. Найдите работу выхода электронов из меди.

1) 2,4 эВ; 2) 3,4 эВ; 3) 4,4 эВ; 4) 5,4 эВ.

28. Какова максимальная скорость фотоэлектронов, если фототок прекращается при задерживающем напряжении 0,8 В?

1) 33 км/с; 2) 106 км/с; 3) 530 км/с; 4) 927 км/с.

29. Укажите **неверный** ответ. Массу фотона можно определить по одной из следующих формул:

1) $m = \frac{h\nu}{c^2}$; 2) $m = \frac{h}{c\lambda}$; 3) $m = \frac{P}{c}$; 4) $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$.

30. Квантовые свойства света наиболее отчетливо проявляются при длинах волн, лежащих в диапазоне:

1) (1 000-900) нм; 2) (800-700) нм;
3) (600-500) нм; 4) (500-400) нм.

31. Волновые свойства света наиболее отчетливо проявляются при длинах волн, лежащих в диапазоне:

1) (1 000-900) нм; 2) (900-700) нм;
3) (700-500) нм; 4) (500-300) нм.

3.3. Давление света. Эффект Комптона

1. Давление света экспериментально обнаружено и исследовано:

1) Лебедевым; 2) Столетовым; 3) Эйнштейном; 4) Планком.

2. Укажите **неверный** ответ. Формула, определяющая давление, производимое светом при нормальном падении на поверхность, записывается следующим образом:

1) $P = \frac{E}{c}(1+R)$; 2) $P = \frac{nh\nu}{c}(1+R)$;
3) $P = \omega(1+R)$; 4) $P = \frac{mV^2}{2c}(1+R)$.

3. При нормальном падении света каждый отраженный от поверхности фотон передает ей импульс, равный:

1) $p = \frac{2h\nu}{c}$; 2) $p = \frac{h\nu}{c}$; 3) $p = mV$; 4) $p = 2 mV$.

4. При нормальном падении света каждый поглощенный поверхностью фотон передает ей импульс, равный:

1) $p = \frac{2h\nu}{c}$; 2) $p = \frac{h\nu}{c}$; 3) $p = mV$; 4) $p = 2 mV$.

5. При нормальном падении света на абсолютно белую поверхность давление света определяется по формуле:

1) $P = \frac{E}{c}$; 2) $P = \frac{E}{c}(1-R)$; 3) $P = \frac{2E}{c}$; 4) $P = \frac{E}{c}(R-1)$.

6. При нормальном падении света на абсолютно черную поверхность давление света определяется по формуле:

1) $P = \frac{E}{c}$; 2) $P = \frac{E}{c}(1-R)$; 3) $P = \frac{2E}{c}$; 4) $P = \frac{E}{c}(R-1)$.

7. Укажите **неверный** ответ. Давление света можно объяснить, используя:

- 1) квантовую природу света;
- 2) волновую природу света;
- 3) квантовую и волновую природу света;
- 4) законы геометрической оптики.

8. Эффект Комптона заключается в следующем:

- 1) свет оказывает давление на поверхность освещаемого тела;
- 2) длина волны рассеянного излучения больше длины волны падающего на тело излучения;
- 3) свет обладает двойственной природой;
- 4) под действием электромагнитного излучения тела светятся.

9. Эффект Комптона возникает при:

- 1) отражении света от поверхности тела;
- 2) дифракции коротковолнового электромагнитного излучения на кристаллах;
- 3) рассеянии коротковолнового электромагнитного излучения свободными электронами;
- 4) падении видимого излучения на вещество.

10. Эффект Комптона можно объяснить, используя следующую теорию света:

- 1) волновую теорию Гюйгенса;
- 2) электромагнитную теорию Максвелла;
- 3) квантовую теорию Планка;
- 4) корпускулярную теорию Ньютона.

11. Комптоновская длина волны определяется выражением:

1) $\lambda = \frac{2 \pi h}{m_0 c}$;

2) $\lambda = \frac{h}{m_0 c}$;

3) $\lambda = \frac{h}{2 \pi m_0 c}$;

4) $\lambda = \frac{\pi h}{m_0 c}$.

12. От чего зависит изменение длины волны $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$, возникающее при комптоновском рассеянии?

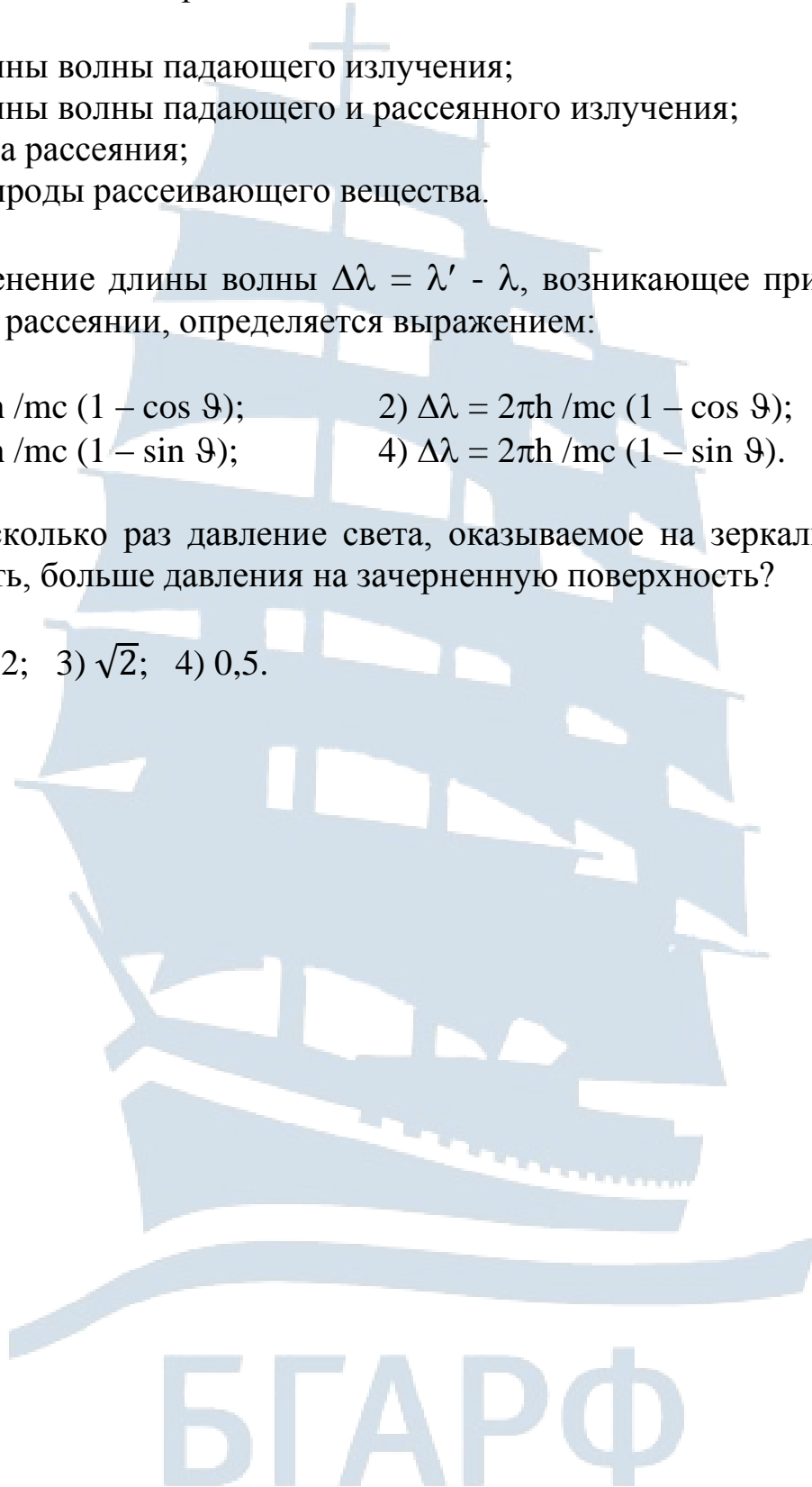
- 1) от длины волны падающего излучения;
- 2) от длины волны падающего и рассеянного излучения;
- 3) от угла рассеяния;
- 4) от природы рассеивающего вещества.

13. Изменение длины волны $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$, возникающее при комптоновском рассеянии, определяется выражением:

- | | |
|--|---|
| 1) $\Delta\lambda = h / mc (1 - \cos \vartheta)$; | 2) $\Delta\lambda = 2\pi h / mc (1 - \cos \vartheta)$; |
| 3) $\Delta\lambda = h / mc (1 - \sin \vartheta)$; | 4) $\Delta\lambda = 2\pi h / mc (1 - \sin \vartheta)$. |

14. Во сколько раз давление света, оказываемое на зеркальную поверхность, больше давления на зачерненную поверхность?

- 1) 3; 2) 2; 3) $\sqrt{2}$; 4) 0,5.



II. Контрольно-оценочные материалы по разделу «Основы атомной физики и квантовой механики»

1. Элементы атомной физики

1. Ядерная модель атома впервые была предложена:

1) Томсоном; 2) Резерфордом; 3) Ридбергом; 4) Бором.

2. Основанием для ядерной модели атома послужили опыты:

- 1) по рассеянию фотонов на свободных электронах;
- 2) по дифракции электронов на поликристаллах;
- 3) по поглощению гамма-квантов веществом;
- 4) по рассеянию альфа-частиц веществом.

3. Какая из приведенных ниже формулировок не относится к постулатам Бора?

- 1) существуют некоторые состояния атома, находясь в которых он не излучает энергии;
- 2) в стационарном состоянии атома электрон, двигаясь по круговой орбите, должен иметь квантованные значения момента импульса;
- 3) при переходе электрона из одного стационарного состояния в другое испускается или поглощается один квант энергии;
- 4) в любом атоме не может быть двух электронов, находящихся в двух одинаковых стационарных состояниях.

4. Какая из приведенных ниже формулировок является правилом квантования орбит?

- 1) существуют некоторые состояния атома, находясь в которых он не излучает энергии;
- 2) в стационарном состоянии атома электрон, двигаясь по круговой орбите, должен иметь квантованные значения момента импульса;
- 3) при переходе электрона из одного стационарного состояния в другое испускается или поглощается один квант энергии;
- 4) в любом атоме не может быть двух электронов, находящихся в двух одинаковых стационарных состояниях.

5. Энергия связи электрона в атоме, находящегося в состоянии n , определяется по формуле:

- 1) $\frac{Rh}{n^2}$; 2) $\frac{R}{n^2}$; 3) $\frac{Rh}{n}$; 4) $\frac{Rh}{2n}$.

6. Какая из приведенных формулировок является правилом частот?

- 1) существуют некоторые состояния атома, находясь в которых он не излучает энергии;
- 2) в стационарном состоянии атома электрон, двигаясь по круговой орбите, должен иметь квантованные значения момента импульса;
- 3) при переходе электрона из одного стационарного состояния в другое испускается или поглощается один квант энергии;
- 4) в любом атоме не может быть двух электронов, находящихся в двух одинаковых стационарных состояниях.

7. В формуле Бальмера $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ постоянная Ридберга имеет значение:

- 1) $2,07 \cdot 10^{16}$ рад/с; 2) $1,0973731 \cdot 10^7$ м⁻¹;
3) $3,29 \cdot 10^{15}$ с⁻¹; 4) $3645,99 \cdot 10^{-10}$ м.

8. В формуле Бальмера $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ число n может иметь значения:

- 1) $n = 0; 1; 2; 3$; 2) $n = 1; 2; 3; 4$;
3) $n = 2; 3; 4; 5$; 4) $n = 3; 4; 5; 6; \dots$

9. В какой из четырех спектральных серий: Лаймана, Бальмера, Пашена, Брэкета находятся линии видимой области спектра?

- 1) Лаймана; 2) Бальмера; 3) Пашена; 4) Брэкета.

10. В какой из четырех спектральных серий: Лаймана, Бальмера, Пашена, Брэкета находятся линии ультрафиолетовой области спектра?

- 1) Лаймана; 2) Бальмера; 3) Пашена; 4) Брэкета.

11. В какой из спектральных серий: Лаймана, Бальмера, Пашена, Брэкета находятся линии ближней инфракрасной области спектра?

1) Лаймана; 2) Бальмера; 3) Пашена; 4) Брэкета.

12. При каком значении n в серии Бальмера имеет место спектральная линия с наибольшей длиной волны?

1) $n = 1$; 2) $n = 2$; 3) $n = 3$; 4) $n = \infty$.

13. При каком значении n в серии Бальмера имеет место спектральная линия с наименьшей длиной волны?

1) $n = 1$; 2) $n = 2$; 3) $n = 3$; 4) $n = \infty$.

14. Какое обозначение имеет функция, называемая спектральным термом?

1) $T(n)$; 2) $n(\lambda)$; 3) $E(\nu)$; 4) $\lambda(T)$.

15. Какое квантовое число определяет энергетические уровни атома?

1) главное квантовое число; 2) орбитальное квантовое число;
3) магнитное квантовое число; 4) спиновое квантовое число.

16. При каком значении главного квантового числа n энергетическое состояние атома называется основным?

1) $n = 0$; 2) $n = 1$; 3) $n = 2$; 4) $n = \infty$.

17. Атом водорода перешел с первого энергетического уровня на четвертый. Сколько линий можно обнаружить в спектре испускания такого атома?

1) 2; 2) 3; 3) 4; 4) 5.

18. Какое значение энергии соответствует энергии ионизации атома из основного состояния?

1) $E = 0$; 2) $E = \infty$; 3) $E = -\frac{R h}{n^2}$; 4) $E = -R h$.

19. Какая из формул для энергии электрона в атоме водорода записана неверно?

1) $W = -\frac{1}{2} \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$; 2) $W = -\frac{1}{2} \frac{me^2}{4\pi\epsilon_0 r}$; 3) $W = -\frac{1}{n^2} \frac{me^4}{8h^2\epsilon_0^2}$; 4) $W = -\frac{Rh}{n^2}$.

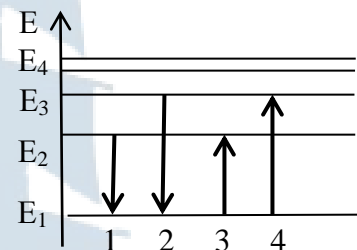
20. Кто провел опыты, подтвердившие постулаты Бора (постулат стационарных орбит и правило частот)?

- 1) Штерн и Герлах; 2) Франк и Герц;
3) Друде и Лоренц; 4) Дэвиссон и Джермер.

21. Укажите математическую запись правила частот Бора:

1) $h\nu = A$; 2) $h\nu_{mn} = W_m - W_n$; 3) $W_n = \frac{Rh}{n^2}$; 4) $L = n\hbar$.

22. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома водорода. Из указанных переходов излучение фотона с наименьшей длиной волны происходит при переходе, обозначенном на рисунке стрелкой под номером:



- 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.

23. Чему равно отношение максимальной частоты линии в серии Пашена к минимальной частоте линии в серии Бальмера спектра атома водорода:

- 1) 4/5; 2) 8/14; 3) 3/8; 4) 9/15.

24. Энергия электрона в атоме водорода определяется значением главного квантового числа n . Если $\frac{E_{n-1}}{E_{n+1}} = 4$, то n будет равно:

- 1) 3; 2) 4; 3) 5; 4) 6.

25. При каком значении главного квантового числа n энергетическое состояние атома является основным:

- 1) 0; 2) 1; 3) 2; 4) ∞ .

26. При каком значении главного квантового числа n атом водорода обладает минимальной энергией:

1) 0; 2) 1; 3) 2; 4) ∞ .

27. При каком значении главного квантового числа n атом водорода обладает максимальной энергией:

1) 0; 2) 1; 3) 2; 4) ∞ .

28. Определите длину волны фотона, излучаемого атомом водорода при переходе (согласно представлениям Бора) с четвертой орбиты на третью, если $R = 1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.

29. Для атома водорода рассчитайте максимальную частоту, соответствующую серии Бальмера, если $R = 1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.

30. Определите энергию, испускаемую при переходе электрона в атоме водорода с третьей орбиты на первую.

31. Определите максимальную энергию фотона для серии Пашена в спектре излучения атомарного водорода.

32. Чему равна наибольшая длина волны излучения в серии Лаймана?

33. Чему равна наименьшая длина волны излучения в серии Лаймана?

34. Спектр поглощения атома водорода при нормальных условиях содержит только линии серии:

1) Лаймана; 2) Бальмера; 3) Пашена; 4) Брэкета.

35. Чему равна энергия ионизации E_i атома водорода:

1) $E_i = 0 \text{ эВ}$; 2) $E_i = \infty \text{ эВ}$; 3) $E_i = 13,55 \text{ эВ}$; 4) $E_i = 10,2 \text{ эВ}$.

2. Элементы квантовой механики

1. В чем заключается гипотеза де Бройля? Укажите **неверный** ответ.

- 1) частицы вещества наряду с корпускулярными свойствами имеют и волновые;
- 2) дуализм не является особенностью одних только оптических явлений, он имеет универсальное значение;
- 3) электрон в атоме движется по определенной траектории с точно заданной в каждой точке скоростью;
- 4) движение микрочастицы связано с волновым процессом, длина волны которого равна: $\lambda = \frac{h}{mv}$.

2. Какие опыты подтвердили гипотезу де Бройля?

- 1) Штерна и Герлаха;
- 2) Франка и Герца;
- 3) Друде и Лоренца;
- 4) Дэвиссона и Джермера.

3. Волновая функция Ψ характеризует:

- 1) распределение частиц по энергиям;
- 2) состояние микрочастицы;
- 3) силы взаимодействия между микрочастицами;
- 4) взаимосвязь координаты и импульса микрочастицы.

4. Квадрат модуля волновой функции $|\Psi|^2$ определяет:

- 1) вероятность пребывания частицы в данной точке пространства;
- 2) силы взаимодействия между микрочастицами;
- 3) взаимосвязь координаты и импульса микрочастицы;
- 4) границы применимости классической физики в микромире.

5. Соотношение неопределенностей Гейзенберга определяет:

- 1) вероятность пребывания частицы в данной точке пространства;
- 2) силы взаимодействия между микрочастицами;
- 3) взаимосвязь координаты и импульса макроскопических тел;
- 4) границы применимости классической физики в микромире.

6. Укажите **неверный** ответ. Соотношение Гейзенберга можно представить в виде:

1) $\Delta X \Delta P_x \geq \hbar$; 2) $\Delta E \Delta X \geq \hbar$;

3) $\Delta E \Delta t \geq \hbar$; 4) $\Delta X \Delta K \geq 1$.

7. Какое из уравнений Шредингера записано неверно?

1) $-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \Psi + U \Psi = i \hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t}$; 2) $\Delta \psi + \frac{2m}{\hbar^2} (E - U) \psi = 0$;

3) $-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \Psi + U \Psi = -\frac{\hbar}{i} \frac{\partial \Psi}{\partial t}$; 4) $\Delta \psi + \frac{\hbar^2}{2m} (E - U) \psi = 0$.

8. Укажите уравнение Шредингера для стационарных состояний:

1) $-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \Psi + U \Psi = i \hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t}$; 2) $\Delta \psi + \frac{2m}{\hbar^2} (E - U) \psi = 0$;

3) $-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \Psi + U \Psi = -\frac{\hbar}{i} \frac{\partial \Psi}{\partial t}$; 4) $\Delta \psi + \frac{\hbar^2}{2m} (E - U) \psi = 0$.

9. Основное уравнение нерелятивистской квантовой механики это уравнение:

1) Гейзенберга; 2) Шредингера; 3) де Бройля; 4) Эйнштейна.

10. В уравнении Шредингера: $\Delta \psi + \frac{2m}{\hbar^2} (E - U) \psi = 0$ энергия E есть:

- 1) кинетическая энергия частицы;
- 2) потенциальная энергия частицы;
- 3) полная энергия частицы;
- 4) внутренняя энергия частицы.

11. Уравнение Шредингера: $\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2}(E-U)\psi = 0$ при заданном значении энергии U имеет решение:

- 1) при любых значениях E ;
- 2) при любых дискретных значениях E ;
- 3) при собственных непрерывных значениях E ;
- 4) при собственных дискретных значениях E .

12. Укажите стационарное уравнение Шредингера для свободной частицы:

- 1) $\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2}(E-U)\psi = 0$;
- 2) $\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} + \frac{2m}{\hbar^2}E\psi = 0$;
- 3) $\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} + \frac{2m}{\hbar^2}\left(E - \frac{m\omega_0^2 x^2}{2}\right)\psi = 0$;
- 4) $\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2}\left(E + \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}\right)\psi = 0$.

13. Укажите уравнение Шредингера для квантового осциллятора:

- 1) $\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2}(E-U)\psi = 0$;
- 2) $\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} + \frac{2m}{\hbar^2}E\psi = 0$;
- 3) $\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} + \frac{2m}{\hbar^2}\left(E - \frac{m\omega_0^2 x^2}{2}\right)\psi = 0$;
- 4) $\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2}\left(E + \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}\right)\psi = 0$.

14. Укажите уравнение Шредингера для электрона в атоме водорода:

- 1) $\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2}(E-U)\psi = 0$;
- 2) $\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} + \frac{2m}{\hbar^2}E\psi = 0$;
- 3) $\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} + \frac{2m}{\hbar^2}\left(E - \frac{m\omega_0^2 x^2}{2}\right)\psi = 0$;
- 4) $\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2}\left(E + \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}\right)\psi = 0$.

15. Какое значение энергии удовлетворяет решению уравнения Шредингера для частицы, движущейся в потенциальной яме?

- 1) $E_n = \frac{n^2 \pi^2 \hbar^2}{2m\ell^2}$;
- 2) $E_n = \left(n + \frac{1}{2}\right)\hbar\omega_0$;
- 3) $E_n = -\frac{1}{n^2} \frac{me^4}{8h^2\epsilon_0^2}$;
- 4) $E_n = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_n}$.

16. Какое значение энергии удовлетворяет решению уравнения Шредингера для квантового осциллятора?

1) $E_n = \frac{n^2 \pi^2 \hbar^2}{2m\ell^2}$; 2) $E_n = \left(n + \frac{1}{2}\right) \hbar \omega_0$; 3) $E_n = -\frac{1}{n^2} \frac{me^4}{8\hbar^2 \epsilon_0^2}$; 4) $E_n = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_n}$.

17. Какое значение энергии удовлетворяет решению уравнения Шредингера для атома водорода?

1) $E_n = \frac{n^2 \pi^2 \hbar^2}{2m\ell^2}$; 2) $E_n = \left(n + \frac{1}{2}\right) \hbar \omega_0$; 3) $E_n = -\frac{1}{n^2} \frac{me^4}{8\hbar^2 \epsilon_0^2}$; 4) $E_n = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_n}$.

18. Энергия нулевых колебаний (минимальная энергия) квантового осциллятора равна:

1) $E_0 = 0$; 2) $E_0 = \frac{\hbar \omega_0}{2}$; 3) $E_0 = \left(n + \frac{1}{2}\right) \hbar \omega_0$; 4) $E_0 = \hbar \omega_0$.

19. В условии квантования орбитального момента импульса электрона в атоме водорода $L_l = \sqrt{\ell(\ell+1)} \hbar$ квантовое число ℓ может принимать значения:

1) $\ell = 0, 1, 2, \dots (n-1)$; 2) $\ell = 1, 2, 3, \dots (n-1)$;
3) $\ell = 0, 1, 2, \dots n$; 4) $\ell = 1, 2, 3 \dots n$.

20. В условии квантования проекции момента импульса электрона на направление Z внешнего магнитного поля $L_{\ell z} = m\hbar$ магнитное квантовое число m может принимать значения:

1) $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \pm \ell$; 2) $m = \pm 1, \pm 2, \dots \pm (\ell - 1)$;
3) $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \pm (\ell - 1)$; 4) $m = \pm 1, \pm 2, \dots \pm \ell$.

21. Укажите верное обозначение состояния электрона с главным квантовым числом $n = 2$ и орбитальным квантовым числом $\ell = 1$:

1) 2s; 2) 2p; 3) 1s; 4) 1p.

22. Если в атоме водорода главное квантовое число $n = 2$, то орбитальное квантовое число ℓ может принимать значения:

1) $\ell = 0, 1, 2$; 2) $\ell = 1, 2$; 3) $\ell = 0, 1$; 4) $\ell = 0$.

23. Если в атоме водорода главное квантовое число $n = 2$, а орбитальное квантовое число $\ell = 0$, то магнитное квантовое число m_ℓ может принимать значения:

1) $m_\ell = 0$; 2) $m_\ell = 0, \pm 1$; 3) $m_\ell = \pm 1$; 4) $m_\ell = 0, \pm 1, \pm 2$.

24. Число различных состояний атома водорода при главном квантовом числе $n = 3$ равно:

1) 3; 2) 6; 3) 9; 4) 18.

25. Максимальное число электронов, находящихся в состояниях, определяемых главным квантовым числом n , равно:

1) 1; 2) n ; 3) n^2 ; 4) $2n^2$.

26. Максимальное число электронов, находящихся в состояниях с заданным главным квантовым числом $n = 3$, равно:

1) 3; 2) 6; 3) 9; 4) 18.

27. Укажите переход, который невозможен (запрещен правилами отбора) в атоме водорода в серии Бальмера при главном квантовом числе $n = 3$:

1) $3p \rightarrow 2s$; 2) $3s \rightarrow 2p$; 3) $3d \rightarrow 2s$; 4) $3d \rightarrow 2p$.

28. Явление расщепления энергетических уровней в магнитном поле было обнаружено:

1) Зееманом; 2) Зеебеком; 3) Штарком; 4) Гейзенбергом.

29. Укажите **неверную** формулировку принципа Паули (принцип запрета Паули):

- 1) в системе одинаковых фермионов любые два из них не могут одновременно находиться в одном и том же состоянии;
- 2) в одном и том же атоме электроны не могут иметь одинаковый набор квантовых чисел n, ℓ, m_ℓ, m_s ;
- 3) в атоме не может находиться более двух электронов, характеризующихся одинаковым набором квантовых чисел n, l, m_l, m_s ;
- 4) в одном и том же состоянии не могут находиться одновременно два электрона.

30. Спиновое квантовое число s может принимать значения:

- 1) 0; 2) $+1/2$; 3) $-1/2$; 4) 1.

31. Электронная оболочка при $n = 3$ имеет символ:

- 1) K; 2) L; 3) M; 4) N.

32. Спином электрона называется:

- 1) собственный момент импульса электрона;
- 2) орбитальный момент импульса электрона;
- 3) собственный магнитный момент электрона;
- 4) орбитальный магнитный момент электрона.

33. Опыты, показавшие наличие у электронов спина, были поставлены:

- 1) Штерном и Герлахом;
- 2) Зееманом и Штарком;
- 3) Франком и Герцем;
- 4) Гоудсмитом и Уленбеком.

34. Если закон Мозли для рентгеновского излучения имеет вид

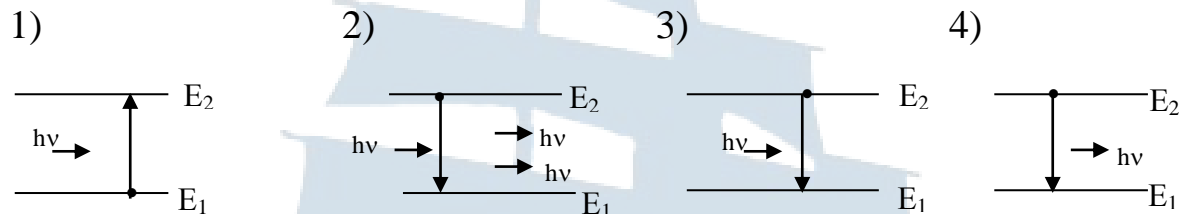
$\nu = R (z - \sigma)^2 \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$, то для линии L_α он запишется:

- 1) $\nu = R (z - \sigma)^2 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right)$;
- 2) $\nu = R (z - \sigma)^2 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right)$;
- 3) $\nu = R (z - \sigma)^2 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)$;
- 4) $\nu = R (z - \sigma)^2 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2} \right)$.

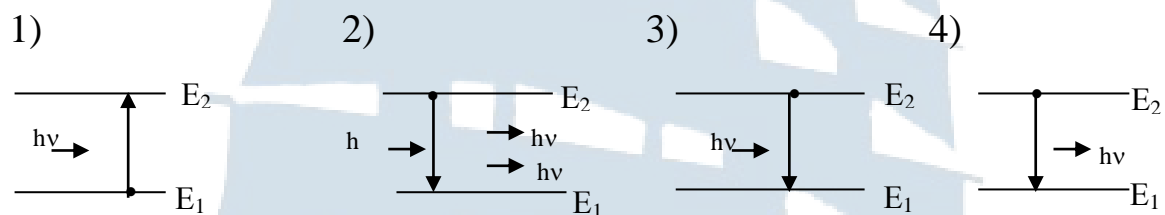
35. Укажите **неверный** ответ. Лазерное излучение:

- 1) когерентное; 2) равновесное;
 3) монохроматическое; 4) остронаправленное.

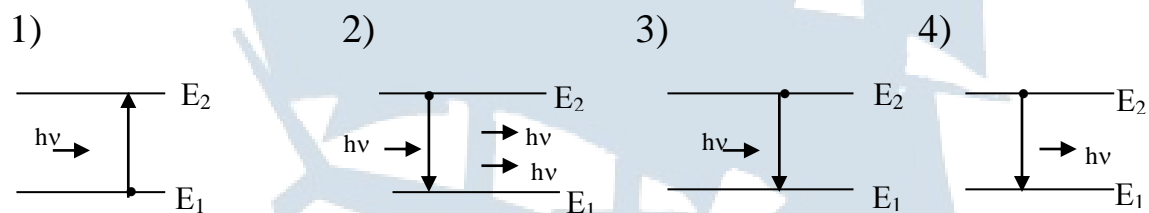
36. Укажите переход, соответствующий поглощению:



37. Укажите переход, соответствующий излучению:



38. Укажите переход, соответствующий вынужденному излучению:



39. Чему равно отношение длин волн де Бройля для молекул водорода и кислорода, соответствующих их наиболее вероятным скоростям при одной и той же температуре?

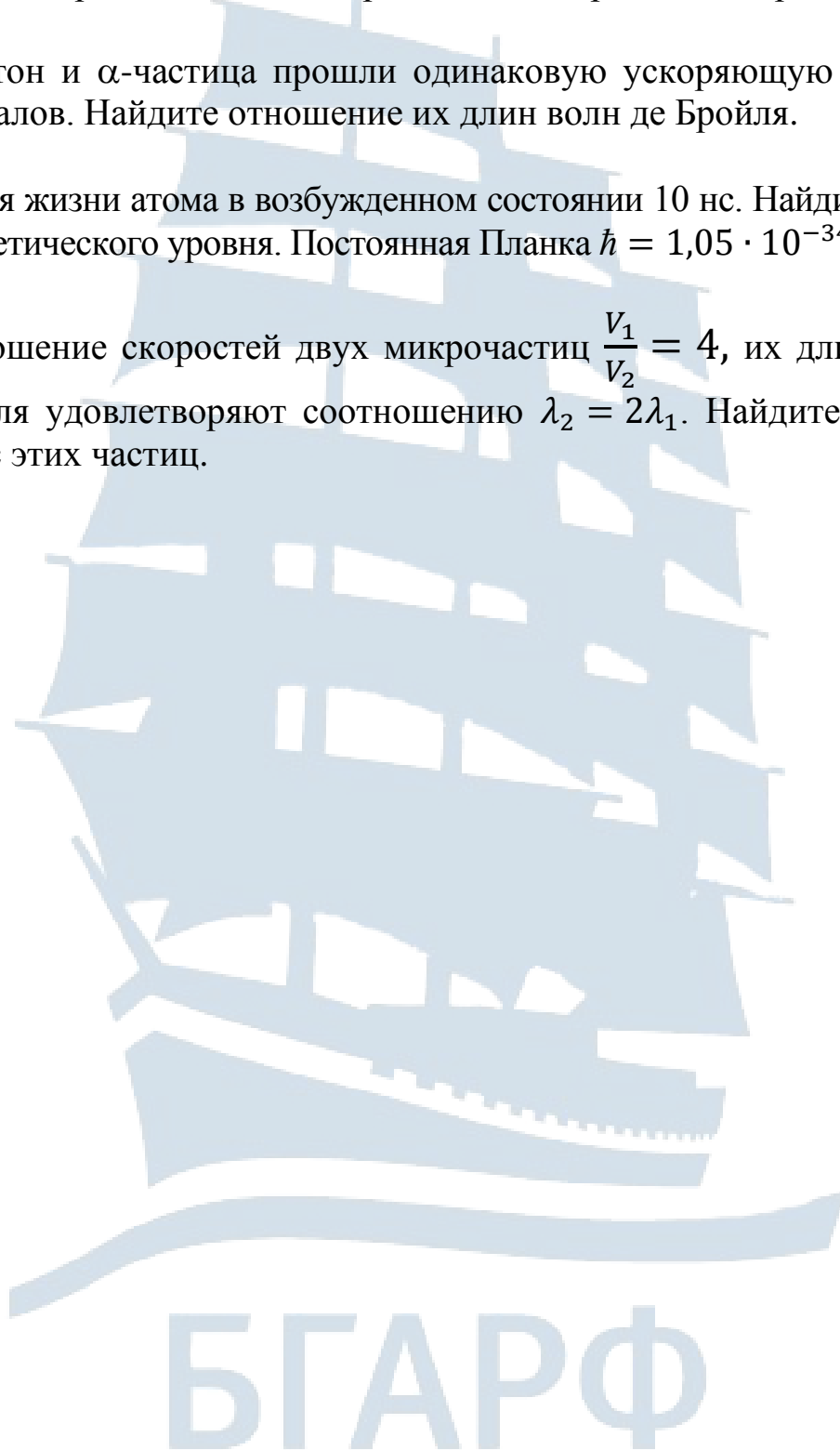
40. Высокая монохроматичность лазерного излучения обусловлена относительно большим временем жизни электронов в метастабильном состоянии, равном 10^{-3} с. Учитывая, что постоянная Планка $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34}$ Дж · с, найдите ширину метастабильного уровня.

41. Ширина следа электрона на фотографии, полученной с использованием камеры Вильсона, составляет 1 мм. Учитывая, что постоянная Планка $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, а масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, найдите неопределенность в определении скорости электрона.

42. Протон и α -частица прошли одинаковую ускоряющую разность потенциалов. Найдите отношение их длин волн де Бройля.

43. Время жизни атома в возбужденном состоянии 10 нс. Найдите ширину энергетического уровня. Постоянная Планка $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

44. Отношение скоростей двух микрочастиц $\frac{V_1}{V_2} = 4$, их длины волн де Бройля удовлетворяют соотношению $\lambda_2 = 2\lambda_1$. Найдите отношение масс этих частиц.



III. Контрольно-оценочные материалы по разделу «Элементы квантовой статистики и физики твердого тела»

1. Какие частицы называются фермионами?

- 1) частицы, которые описываются антисимметричными волновыми функциями и имеют полуцелый спин;
- 2) частицы, которые описываются симметричными волновыми функциями и имеют полуцелый спин;
- 3) частицы, которые описываются антисимметричными волновыми функциями и имеют нулевой или целочисленный спин;
- 4) частицы, которые описываются симметричными волновыми функциями и имеют нулевой или целочисленный спин.

2. Какие частицы называются бозонами?

- 1) частицы, которые описываются антисимметричными волновыми функциями и имеют полуцелый спин;
- 2) частицы, которые описываются симметричными волновыми функциями и имеют полуцелый спин;
- 3) частицы, которые описываются антисимметричными волновыми функциями и имеют нулевой или целочисленный спин;
- 4) частицы, которые описываются симметричными волновыми функциями и имеют нулевой или целочисленный спин.

3. Укажите величину, определяющую принадлежность частиц к фермионам или бозонам:

1) заряд; 2) масса; 3) импульс; 4) спин.

4. Укажите распределение Бозе-Эйнштейна:

$$1) \langle N_i \rangle = \frac{1}{e^{\frac{E_i - \mu}{kT}} - 1}; \quad 2) \langle N_i \rangle = \frac{1}{e^{\frac{E_i - \mu}{kT}} + 1};$$

$$3) n = n_0 e^{-\frac{U}{kT}}; \quad 4) \langle n_i \rangle = A e^{\frac{E_i}{kT}}.$$

5. Частицы, которые подчиняются принципу запрета Паули, описываются статистикой:

- 1) Максвелла-Больцмана; 2) Ферми-Дирака;
3) Бозе-Эйнштейна; 4) Пуассона.

6. Укажите распределение Ферми-Дирака:

1) $\langle N_i \rangle = \frac{1}{e^{\frac{E_i - \mu}{kT}} - 1}$; 2) $\langle N_i \rangle = \frac{1}{e^{\frac{E_i - \mu}{kT}} + 1}$;

3) $n = n_0 e^{-\frac{U}{kT}}$; 4) $\langle n_i \rangle = A e^{\frac{E_i}{kT}}$.

7. Какой электронный газ называется вырожденным?

- 1) если он описывается распределением Больцмана;
2) если он описывается распределением Пуассона;
3) если $kT \gg E_F$;
4) если $kT \ll E_F$.

8. Что называют уровнем Ферми для металлов при $T = 0$?

- 1) наивысший энергетический уровень, занятый электронами;
2) уровень, на котором не могут находиться электроны;
3) низший энергетический уровень, занятый электронами;
4) энергетический уровень, при котором наступает вырождение.

9. Если у вещества валентная зона заполнена целиком, а расстояние до свободной зоны больше 3 эВ, то это вещество:

- 1) металл; 2) диэлектрик; 3) проводник; 4) полупроводник.

10. Укажите распределение Ферми-Дирака для электронного газа в металлах:

1) $\langle N(E) \rangle = \frac{1}{e^{\frac{E - E_F}{kT}} + 1}$; 2) $\langle N(E) \rangle = \frac{1}{e^{\frac{E - E_F}{kT}} - 1}$;

3) $\langle N(E) \rangle = \frac{1}{e^{\frac{E + E_F}{kT}} + 1}$; 4) $\langle N(E) \rangle = \frac{1}{e^{\frac{E + E_F}{kT}} - 1}$.

11. Твердое тело является проводником в случае:

- 1) если валентная зона перекрывается свободной зоной;
- 2) если валентная зона отстоит от зоны проводимости на $\Delta E \approx 1 \text{ эВ}$;
- 3) если валентная зона отстоит от зоны проводимости на $\Delta E > 3 \text{ эВ}$;
- 4) наличия в запрещенной зоне примесных уровней.

12. Какой тип проводимости наблюдается в собственных полупроводниках?

- 1) электронный;
- 2) дырочный;
- 3) электронно-дырочный;
- 4) ионный.

13. Укажите положение уровня Ферми в собственных полупроводниках:

- 1) посередине запрещенной зоны;
- 2) в запрещенной зоне ближе к потолку валентной зоны;
- 3) в запрещенной зоне ближе к дну зоны проводимости;
- 4) в валентной зоне.

14. Укажите положение уровня Ферми в полупроводниках p-типа:

- 1) посередине запрещенной зоны;
- 2) в запрещенной зоне ближе к потолку валентной зоны;
- 3) в запрещенной зоне ближе к дну зоны проводимости;
- 4) в валентной зоне.

15. Укажите положение уровня Ферми в полупроводниках n-типа:

- 1) посередине запрещенной зоны;
- 2) в запрещенной зоне ближе к потолку валентной зоны;
- 3) в запрещенной зоне ближе к дну зоны проводимости;
- 4) в валентной зоне.

16. Какой тип проводимости наблюдается в полупроводниках с донорными примесями?

- 1) электронный;
- 2) дырочный;
- 3) электронно-дырочный;
- 4) ионный.

17. Какой тип проводимости наблюдается в полупроводниках с акцепторными примесями?

- 1) электронный;
- 2) дырочный;
- 3) электронно-дырочный;
- 4) ионный.

18. Как зависит проводимость собственных полупроводников от температуры?

- 1) увеличивается с повышением температуры;
- 2) уменьшается с повышением температуры;
- 3) увеличивается с уменьшением температуры;
- 4) не зависит от температуры.

19. Какое из явлений не относится к термоэлектрическим?

- 1) Зеебека;
- 2) Зеемана;
- 3) Пельтье;
- 4) Томсона.

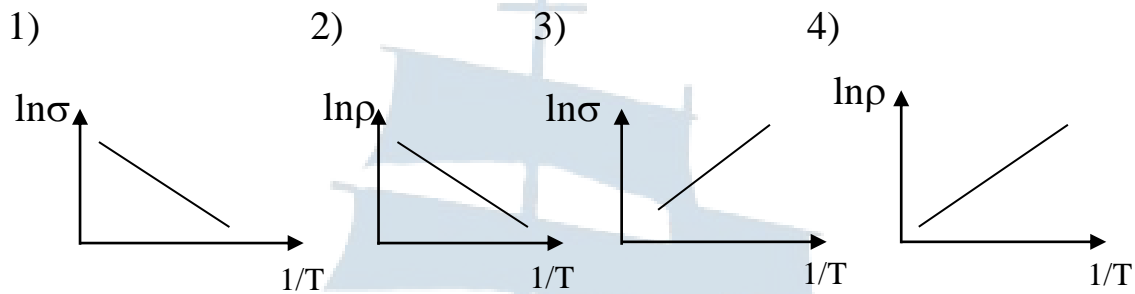
20. В чем заключается явление Зеебека?

- 1) при прохождении переменного электрического тока через р-п переход ток выпрямляется;
- 2) под действием электромагнитного излучения полупроводники меняют электропроводность;
- 3) в замкнутой электрической цепи, состоящей из последовательно соединенных разнородных проводников, контакты между которыми имеют различную температуру, возникает электрический ток;
- 4) при прохождении через контакт двух различных проводников электрического тока на контактах выделяется теплота.

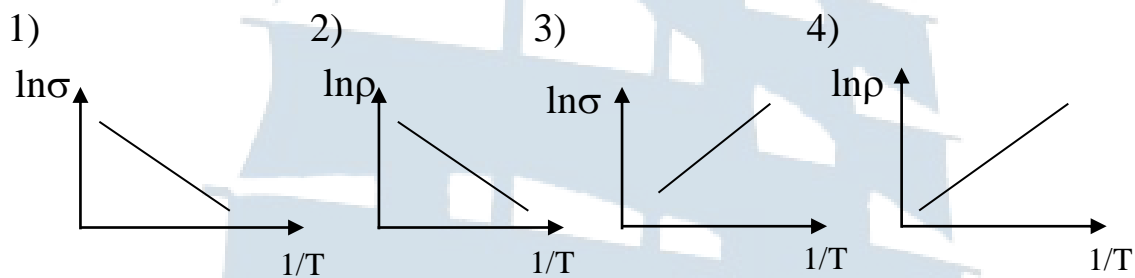
21. В чем заключается явление Пельтье?

- 1) при прохождении переменного электрического тока через р-п переход ток выпрямляется;
- 2) под действием электромагнитного излучения полупроводники меняют электропроводность;
- 3) в замкнутой электрической цепи, состоящей из последовательно соединенных разнородных проводников, контакты между которыми имеют различную температуру, возникает электрический ток;
- 4) при прохождении через контакт двух различных проводников электрического тока на контактах выделяется или поглощается теплота.

22. Укажите график, соответствующий зависимости проводимости полупроводников от температуры:



23. Укажите график, соответствующий зависимости сопротивления полупроводников от температуры:



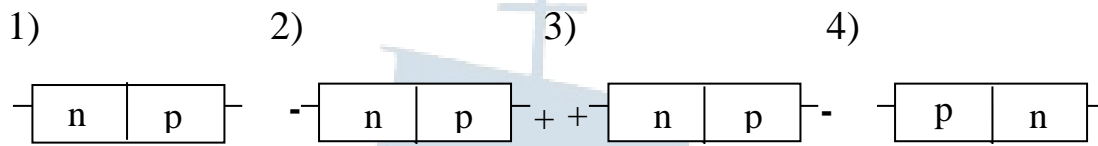
24. Какие полупроводники называются дырочными?

- 1) полупроводники с примесью, валентность которой на единицу меньше валентности основных атомов;
- 2) полупроводники с примесью, валентность которой на единицу больше валентности основных атомов;
- 3) полупроводники с электронно-дырочным типом проводимости;
- 4) полупроводники, у которых уровень Ферми при 0 К расположен посередине запрещенной зоны.

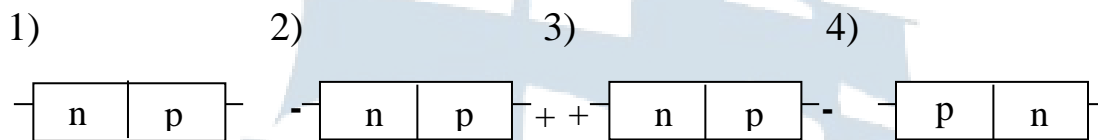
25. Какие полупроводники называются акцепторными?

- 1) полупроводники с примесью, валентность которой на единицу меньше валентности основных атомов;
- 2) полупроводники с примесью, валентность которой на единицу больше валентности основных атомов;
- 3) полупроводники с электронно-дырочным типом проводимости;
- 4) полупроводники, у которых уровень Ферми при 0 К расположен посередине запрещенной зоны.

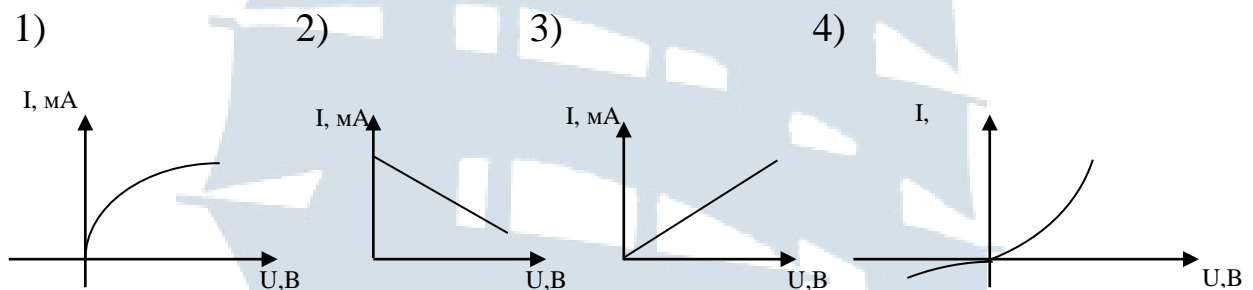
26. Укажите рисунок, соответствующий запирающему направлению тока через p-n переход:



27. Укажите рисунок, соответствующий проходному направлению тока через p-n переход:



28. Укажите вольт-амперную характеристику p-n перехода:



29. Как объяснить имеющуюся зависимость проводимости собственных полупроводников от температуры?

- 1) с увеличением температуры растет число электронов в зоне проводимости;
- 2) с увеличением температуры уменьшается число электронов в зоне проводимости;
- 3) с увеличением температуры электроны движутся быстрее;
- 4) с увеличением температуры уменьшается активность примесей.

30. Что называется внешней контактной разностью потенциалов?

- 1) разность потенциалов, обусловленная различием работ выхода контактирующих металлов;
- 2) разность потенциалов, обусловленная различием уровней Ферми контактирующих металлов;

- 3) разность потенциалов, обусловленная различием концентраций электронов в контактирующих металлах;
- 4) разность потенциалов, обусловленная различием температур контактирующих металлов.

31. Укажите формулу для термоэлектродвижущей силы:

- 1) $\varepsilon = (A_1 - A_2) / e$;
- 2) $\varepsilon = \alpha(T_1 - T_2)$;
- 3) $\varepsilon = \Delta\varphi$;
- 4) $\varepsilon = (E_{F1} - E_{F2}) / e$.

32. Что называется внутренней контактной разностью потенциалов:

- 1) разность потенциалов, обусловленная различием работ выхода контактирующих металлов;
- 2) разность потенциалов, обусловленная различием уровней Ферми контактирующих металлов;
- 3) разность потенциалов, обусловленная различием концентраций электронов в контактирующих металлах;
- 4) разность потенциалов, обусловленная различием температур контактирующих металлов.

33. Какое из перечисленных явлений может быть использовано для измерения температуры:

- 1) явление Зеебека;
- 2) явление Пельтье;
- 3) явление Зеемана;
- 4) явление Штарка.

34. Какое из перечисленных явлений может быть использовано для изготовления холодильников:

- 1) явление Зеебека;
- 2) явление Пельтье,
- 3) явление Зеемана;
- 4) явление Штарка.

БГАРФ

IV. Контрольно-оценочные материалы по разделу «Физика атомного ядра и элементарных частиц»

1. Какие размеры имеют атомные ядра?

1) $d \approx 10^{-10}$ м; 2) $d \approx 10^{-12}$ м; 3) $d \approx 10^{-14}$ м; 4) $d \approx 10^{-16}$ м.

2. Укажите **неверный** ответ. Какие названия имеют частицы, входящие в состав ядра?

1) нейтроны; 2) протоны; 3) нуклоны; 4) дейтоны.

3. Какая величина называется массовым числом?

1) общее число нуклонов в ядре; 2) число протонов в ядре;
3) число нейтронов в ядре; 4) число электронов в атоме.

4. Укажите **неверный** ответ. Что определяет зарядовое число?

1) общее число нуклонов в ядре;
2) число протонов в ядре;
3) порядковый номер элемента в таблице Менделеева;
4) число электронов в атоме.

5. Какие ядра называются изотопами?

1) ядра с одинаковым зарядовым числом и разными массовыми числами;
2) ядра с одинаковым числом нейтронов;
3) ядра с одинаковым массовым числом;
4) ядра с одинаковыми зарядовыми и массовыми числами.

6. Какие ядра называются изобарами?

1) ядра с одинаковым зарядовым числом и разными массовыми числами;
2) ядра с одинаковым числом нейтронов;
3) ядра с одинаковым массовым числом;
4) ядра с одинаковыми зарядовыми и массовыми числами.

7. Укажите свойство, которым не обладают ядерные силы:

- 1) ядерные силы короткодействующие;
- 2) ядерные силы обладают свойством насыщения;
- 3) ядерные силы имеют электромагнитную природу;
- 4) ядерные силы обладают свойством зарядовой независимости.

8. В чем заключается одно из основных свойств ядерных сил – свойство насыщения?

- 1) ядерные силы между p-n, n-p, p-p, n-n одинаковы;
- 2) ядерные силы – короткодействующие;
- 3) каждый нуклон может взаимодействовать с ограниченным числом нуклонов в ядре;
- 4) ядерное взаимодействие обуславливает связь протонов и нейтронов в ядре.

9. Какая физическая величина называется энергией связи ядра?

- 1) энергия, которой обладают нуклоны в ядре;
- 2) энергия, равная энергии взаимодействия протонов и нейтронов;
- 3) энергия, необходимая для расщепления ядра на составляющие его нуклоны;
- 4) энергия, необходимая для отделения одного нуклона от ядра.

10. Какой модели атомного ядра из перечисленных ниже не существует?

- 1) оптической;
- 2) квантовой;
- 3) оболочечной;
- 4) капельной.

11. Какой формулой определяется дефект массы ядра?

- 1) $\Delta m = [Z m_p + (A - Z) m_n] - m_{\text{я}}$;
- 2) $\Delta m = [Z m_p + A m_n] - m_A$;
- 3) $\Delta m = [Z m_p + (A - Z) m_n] - m_A$;
- 4) $\Delta m = [Z m_p + A m_n] - m_{\text{я}}$.

12. Укажите **неверную** запись закона радиоактивного распада:

1) $N = N_0 e^{-\lambda t}$; 2) $N = N_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$;

3) $N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$; 4) $N = N_0 2^{-\frac{t}{\tau}}$.

13. Укажите формулу, служащую определением активности радиоактивного элемента:

1) $A = A_0 e^{-\lambda t}$; 2) $A = \frac{dN}{dt}$;

3) $A = A_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$; 4) $A = \lambda N$.

14. Укажите реакцию альфа-распада:



15. Укажите реакцию электронного распада:



16. В какой из перечисленных ниже моделей атомного ядра предполагается распределение нуклонов в ядре по дискретным энергетическим уровням, заполняемыми нуклонами согласно принципу Паули?

1) оболочечная; 2) капельная; 3) обобщенная; 4) коллективная.

17. Какая модель атомного ядра основана на сходстве свойств нуклонов в ядре и молекул в жидкости?

1) оболочечная; 2) капельная; 3) обобщенная; 4) коллективная.

18. Какой прибор, применяемый для регистрации элементарных частиц, позволяет фотографировать следы пролетающих частиц?

- 1) газоразрядный счетчик;
- 2) полупроводниковый счетчик;
- 3) ионизационная камера;
- 4) камера Вильсона.

19. Что называется радиоактивностью?

- 1) превращения ядер при взаимодействии друг с другом или элементарными частицами;
- 2) способность ядер спонтанно превращаться в другие ядра с испусканием различных видов излучений;
- 3) число распадов за единицу времени;
- 4) процесс превращения электронно-позитронной пары в γ -квант.

20. Правила смещения есть следствия из закона сохранения:

- 1) энергии;
- 2) момента импульса;
- 3) импульса;
- 4) зарядового и массового чисел.

21. Что называется активностью радиоактивного элемента?

- 1) превращения ядер при взаимодействии друг с другом или элементарными частицами;
- 2) способность ядер спонтанно превращаться в другие ядра с испусканием различных видов излучений;
- 3) число распадов за единицу времени;
- 4) процесс превращения электронно-позитронной пары в γ -квант.

22. На каком принципе работает камера Вильсона?

- 1) конденсация перенасыщенного пара на ионах, возникающих при движении заряженной частицы;
- 2) образование пузырьков пара на ионах, образующихся при движении заряженной частицы в камере;
- 3) ионизирующее действие заряженных частиц на фотоэмульсию;
- 4) наблюдение сцинтилляции при попадании частицы на флуоресцирующий экран.

23. Укажите ядерную реакцию с образованием компаунд-ядра:

1) (d, p); 2) $X + a \rightarrow Y + b$; 3) $X + a \rightarrow C \rightarrow Y + b$; 4) $X (a b) Y$.

24. Что называется ядерной реакцией?

- 1) превращения ядер при взаимодействии друг с другом или элементарными частицами;
- 2) способность ядер спонтанно превращаться в другие ядра с испусканием различных видов излучений;
- 3) распад ядер на протоны и нейтроны;
- 4) процесс превращения электронно-позитронной пары в γ -квант.

25. Укажите реакцию позитронного распада:

1) ${}^A_Z X + {}^0_{-1} e \rightarrow {}^A_{Z-1} Y + \nu$; 2) ${}^A_Z X \rightarrow {}^0_{+1} e + {}^A_{Z-1} Y + \nu$;
3) ${}^A_Z X + {}^0_{+1} e \rightarrow {}^A_{Z-1} Y + \nu$; 4) ${}^A_Z X \rightarrow {}^0_{+1} e + {}^A_{Z+1} Y + \nu$.

26. Укажите реакцию электронного захвата:

1) ${}^A_Z X + {}^0_{-1} e \rightarrow {}^A_{Z-1} Y + \nu$; 2) ${}^A_Z X \rightarrow {}^0_{-1} e + {}^A_{Z+1} Y + \nu$;
3) ${}^A_Z X + {}^0_{+1} e \rightarrow {}^A_{Z-1} Y + \nu$; 4) ${}^A_Z X \rightarrow {}^0_{+1} e + {}^A_{Z+1} Y + \nu$.

27. Из приведенных ниже реакций укажите реакцию аннигиляции:

1) $\gamma \rightarrow {}^0_{-1} e + {}^0_{+1} e$; 2) ${}^0_{-1} e + {}^0_{+1} e \rightarrow 2\gamma$;
3) ${}^1_1 p + {}^0_{-1} e \rightarrow {}^1_0 n + \nu$; 4) ${}^1_1 p \rightarrow {}^1_0 n + \nu + {}^0_{+1} e$.

28. Укажите диапазон энергий, характерных для тепловых нейтронов:

1) $(10^{-3} - 10^{-1})$ эВ; 2) $(10^{-4} - 10^{-3})$ эВ;
3) $(10^4 - 10^8)$ эВ; 4) $(10^8 - 10^{10})$ эВ.

29. Укажите диапазон энергий, характерных для быстрых нейтронов:

- 1) $(10^{-3} - 10^{-1})$ эВ; 2) $(10^{-4} - 10^{-3})$ эВ;
3) $(10^4 - 10^8)$ эВ; 4) $(10^8 - 10^{10})$ эВ.

30. Деление тяжелых ядер под действием нейтронов сопровождается испусканием:

- 1) нейтронов; 2) протонов; 3) дейтронов; 4) электронов.

31. Что такое реакция деления?

- 1) превращения ядер при взаимодействии друг с другом или элементарными частицами;
2) способность ядер спонтанно превращаться в другие ядра с испусканием различных видов излучений;
3) реакция, возникающая при облучении ядер тяжелых элементов нейтронами, приводящая к образованию элементов (2 и более) из середины периодической таблицы;
4) образование электронно-позитронной пары.

32. Что называется коэффициентом размножения нейтронов?

- 1) способность нейтронов взаимодействовать с тяжелыми ядрами;
2) отношение числа нейтронов в данном поколении к их числу в предыдущем поколении;
3) число, показывающее сколько нейтронов возникло при цепной ядерной реакции;
4) величина, характеризующая термоядерную реакцию.

33. Укажите коэффициент размножения нейтронов, необходимый для поддержания управляемой ядерной реакции:

- 1) $K > 1$; 2) $K < 1$; 3) $K = 1$; 4) $K \geq 2$.

34. Какая масса называется критической?

- 1) минимальная масса делящегося вещества, необходимая для осуществления цепной ядерной реакции;

- 2) максимальная масса делящегося вещества, участвующего в цепной ядерной реакции;
- 3) масса вещества, при которой ядерная реакция становится невозможной;
- 4) масса вещества, необходимая для осуществления термоядерной реакции.

35. Почему при реакции синтеза атомных ядер выделяется большая энергия?

- 1) при протекании реакции синтеза вещество находится в состоянии плазмы;
- 2) синтез атомных ядер происходит при температуре $T > 10^7$ К;
- 3) существует значительная разница в удельных энергиях связи исходных и образующихся в результате реакции ядер;
- 4) частицы, участвующие в реакции, обладают большой энергией активации.

36. Какое излучение не является самостоятельным видом радиоактивного излучения?

- 1) альфа-излучение;
- 2) гамма-излучение;
- 3) бета-излучение;
- 4) рентгеновское излучение.

37. Какое из перечисленных веществ может использоваться в качестве замедлителя в управляемой ядерной реакции деления?

- 1) графит;
- 2) гелий;
- 3) уран;
- 4) кадмий.

38. Какое из перечисленных веществ может использоваться в качестве теплоносителя при управляемой ядерной реакции деления?

- 1) графит;
- 2) гелий;
- 3) уран;
- 4) кадмий.

39. Какое из перечисленных веществ может использоваться в качестве поглотителя при управляемой ядерной реакции деления?

- 1) графит;
- 2) гелий;
- 3) уран;
- 4) кадмий.

40. Укажите реакцию синтеза:

- 1) ${}^7_4\text{Be} + {}^0_{-1}\text{e} \rightarrow {}^7_3\text{Li} + \nu$; 2) ${}^{113}_{48}\text{Cd} + {}^1_0\text{e} \rightarrow {}^{114}_{48}\text{Cd} + \gamma$;
3) ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_1\text{H} + {}^1_1\text{p}$; 4) ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{139}_{54}\text{Xe} + {}^{95}_{38}\text{Sr} + 2 {}^1_0\text{n}$.

41. Укажите реакцию деления:

- 1) ${}^7_4\text{Be} + {}^0_{-1}\text{e} \rightarrow {}^7_3\text{Li} + \nu$; 2) ${}^{113}_{48}\text{Cd} + {}^1_0\text{e} \rightarrow {}^{114}_{48}\text{Cd} + \gamma$;
3) ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_1\text{H} + {}^1_1\text{p}$; 4) ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{139}_{54}\text{Xe} + {}^{95}_{38}\text{Sr} + 2 {}^1_0\text{n}$.

42. Какая энергия, выделяемая при реакции деления, в среднем приходится на один нуклон?

- 1) 1 МэВ; 2) 4 МэВ; 3) 8 МэВ; 4) 12 МэВ.

43. Какая энергия, выделяемая при термоядерной реакции, в среднем приходится на один нуклон?

- 1) 1 МэВ; 2) 4 МэВ; 3) 8 МэВ; 4) 12 МэВ.

44. При каких температурах может иметь место реакция синтеза?

- 1) $T = 10^1 \text{ K}$; 2) $T = 10^3 \text{ K}$; 3) $T = 10^5 \text{ K}$; 4) $T = 10^7 \text{ K}$.

45. Укажите, какая частица имеет заряд:

- 1) p; 2) n; 3) ν ; 4) γ .

46. Укажите, какая частица не имеет заряда:

- 1) p; 2) e; 3) d; 4) γ .

47. Какое из четырех видов фундаментальных взаимодействий обеспечивает связь нуклонов в ядре?

- 1) сильное; 2) слабое; 3) электромагнитное; 4) гравитационное.

48. Кто из ученых предсказал существование античастиц?

1) Шредингер; 2) Резерфорд; 3) Дирак; 4) Паули.

49. Какую величину заряда не может иметь кварк (в единицах e)?

1) $q = +2/3 e$; 2) $q = -2/3 e$; 3) $q = +1/3 e$; 4) $q = e$.

50. Гипотетические частицы, из которых построены все элементарные частицы, называются:

1) адронами; 2) мезонами; 3) барионами; 4) кварками.

51. Какое из фундаментальных взаимодействий не участвует во взаимодействиях элементарных частиц?

1) сильное; 2) слабое; 3) гравитационное; 4) электромагнитное.

52. Какие частицы являются переносчиками электромагнитного взаимодействия?

1) гравитоны; 2) глюоны; 3) фотоны; 4) бозоны.

53. Какие частицы являются переносчиками сильного взаимодействия?

1) гравитоны; 2) глюоны; 3) фотоны; 4) бозоны.

54. Ядерное взаимодействие обусловлено тем, что нуклоны виртуально обмениваются:

1) барионами; 2) фотонами; 3) пионами; 4) лептонами.

55. Какие частицы излучаются при радиоактивном распаде: ${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-1} Y + ?$

1) альфа-частица и протон; 2) два протона,
3) альфа-частица и электрон; 4) два электрона.

56. В какой элемент превращается радиоактивный изотоп ${}^8_3\text{Li}$ после одного бета - распада и одного альфа-распада?

- 1) ${}^4_2\text{X}$; 2) ${}^3_2\text{X}$; 3) ${}^6_1\text{X}$; 4) ${}^6_2\text{X}$.

57. Укажите схему β^+ -распада:

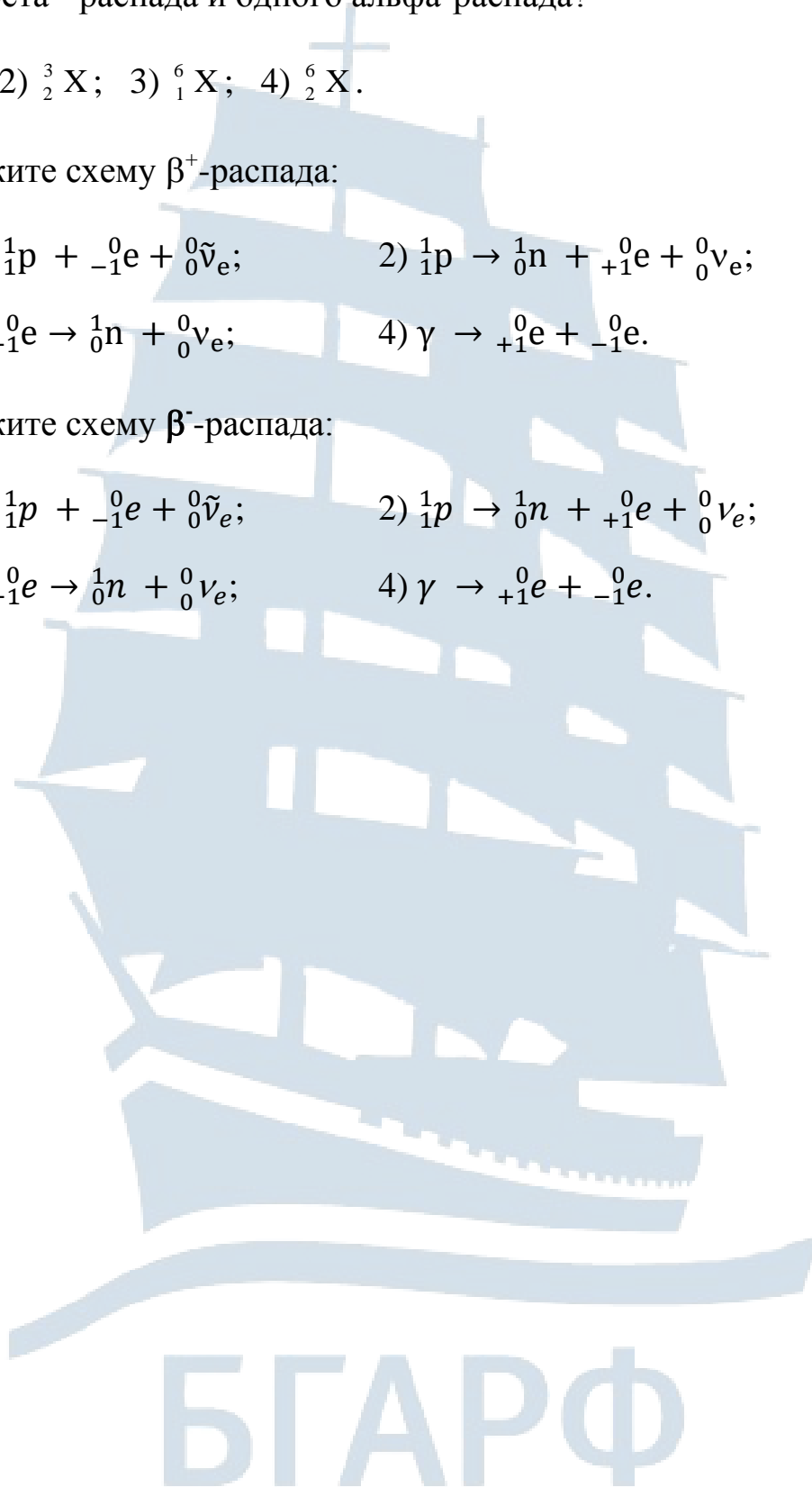
1) ${}^1_0\text{n} \rightarrow {}^1_1\text{p} + {}^0_{-1}\text{e} + {}^0_0\tilde{\nu}_e$; 2) ${}^1_1\text{p} \rightarrow {}^1_0\text{n} + {}^0_{+1}\text{e} + {}^0_0\nu_e$;

3) ${}^1_1\text{p} + {}^0_{-1}\text{e} \rightarrow {}^1_0\text{n} + {}^0_0\nu_e$; 4) $\gamma \rightarrow {}^0_{+1}\text{e} + {}^0_{-1}\text{e}$.

58. Укажите схему β^- -распада:

1) ${}^1_0\text{n} \rightarrow {}^1_1\text{p} + {}^0_{-1}\text{e} + {}^0_0\tilde{\nu}_e$; 2) ${}^1_1\text{p} \rightarrow {}^1_0\text{n} + {}^0_{+1}\text{e} + {}^0_0\nu_e$;

3) ${}^1_1\text{p} + {}^0_{-1}\text{e} \rightarrow {}^1_0\text{n} + {}^0_0\nu_e$; 4) $\gamma \rightarrow {}^0_{+1}\text{e} + {}^0_{-1}\text{e}$.



V. Перечень экзаменационных вопросов

1. Электромагнитная природа света. Оптический диапазон.
2. Законы геометрической оптики.
3. Тонкие линзы. Формула тонкой линзы. Построение в линзах.
4. Принцип суперпозиции волн. Интенсивность при сложении колебаний. Понятие о когерентности. Опыт Юнга.
5. Интерференция света. Условия максимума и минимума интерференционной картины.
6. Расчет интерференционной картины от двух источников. Ширина интерференционной полосы. Способы наблюдения интерференции.
7. Интерференция при отражении от тонких пластинок. Полосы равного наклона и равной толщины. Кольца Ньютона.
8. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля.
9. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске.
10. Дифракция Фраунгофера. Дифракция на щели. Дифракционная решетка.
11. Разрешающая способность спектральных приборов. Дифракция на пространственной решетке, формула Вульфа-Брэгга.
12. Нормальная и аномальная дисперсии. Групповая и фазовая скорости. Методы наблюдения дисперсии.
13. Поглощение света. Закон Бугера.
14. Поляризация света. Естественный и поляризованный свет. Степень поляризации. Поляризаторы и анализаторы.
15. Закон Малюса. Поляризация при отражении и преломлении.
16. Угол Брюстера, закон Брюстера.
17. Прохождение поляризованного света через анизотропную среду. Двойное лучепреломление.
18. Искусственная анизотропия. Эффект Керра. Вращение плоскости поляризации. Эффект Фарадея.
19. Тепловое излучение. Законы теплового излучения. Успех квантовой гипотезы Планка.
20. Фотоэлектрический эффект. Формула Эйнштейна для фотоэффекта.
21. Фотоны. Энергия и импульс световых квантов. Давление света. Эффект Комптона.
22. Гипотеза де Бройля. Дифракция электронов и нейтронов.
23. Волновые свойства микрочастиц и соотношение неопределенностей.

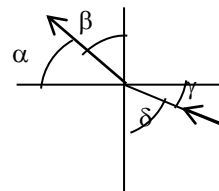
24. Волновая функция и ее статистический смысл. Объяснение дифракции нейтронов на кристалле.
25. Временное уравнение Шредингера.
26. Стационарное уравнение Шредингера. Стационарные состояния.
27. Частица в одномерной потенциальной яме. Прохождение частицы над и под потенциальным барьером.
28. Квантовый гармонический осциллятор.
29. Представление о модели атома Резерфорда-Бора. Постулаты Бора. Водородоподобные атомы. Энергетические уровни.
30. Потенциалы возбуждения и ионизации. Спектры водородоподобных атомов. Пространственное распределение плотности вероятности для электрона в атоме водорода.
31. Принцип Паули. Квантовые числа. Структура энергетических уровней в многоэлектронных атомах.
32. Типы связей электронов в атомах. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева.
33. Поглощение, спонтанное и вынужденное излучения.
34. Понятие о квантовой статистике Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.
35. Строение атомного ядра. Модели ядра: капельная, оболочечная.
36. Ядерные силы. Масса и энергия связи ядра.
37. Радиоактивность. Закон распада.
38. α -, β -, γ -излучения.
39. Ядерные реакции и их основные типы.
40. Цепная реакция деления. Ядерный реактор. Проблема источников энергии.
41. Термоядерный синтез. Энергия звезд. Управляемый термоядерный синтез.
42. Элементы зонной теории. Зонная структура энергетического спектра электронов. Уровень Ферми.
43. Заполнение зон: металлы, диэлектрики, полупроводники по зонной теории.
44. Электропроводность полупроводников. Собственные и примесные полупроводники. Понятие о p-n переходе. Выпрямление на контакте p-n полупроводников.
45. Собственная проводимость полупроводников.
46. Примесная проводимость полупроводников.
47. Термоэлектрические явления и их применение.
48. Элементарные частицы. Их классификация.

VI. Пробный билет

1. При переходе светового луча из воздуха в некоторое вещество скорость света изменяется на 20 %. Определите показатель преломления этого вещества. **Ответ запишите в бланк.**

2. Укажите угол преломления света (см. рис.):

1) α ; 2) β ; 3) δ ; 4) γ .



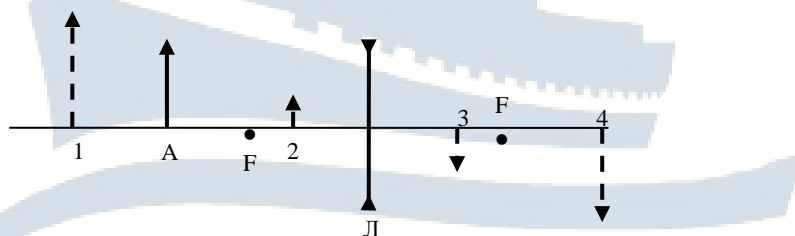
3. В каком случае наблюдается явление полного отражения?

- 1) при распространении света в оптически однородной среде;
- 2) при прохождении света из оптически менее плотной среды в среду оптически более плотную;
- 3) при прохождении света из оптически более плотной среды в среду оптически менее плотную;
- 4) при отражении света от оптически однородной среды.

4. Какие из одинаково направленных колебаний с указанными периодами T и разностями фаз $\Delta\varphi$ являются когерентными?

- 1) $T_1 \neq T_2, \Delta\varphi = \text{const}$;
- 2) $T_1 = T_2, \Delta\varphi = \text{const}$;
- 3) $T_1 = T_2, \Delta\varphi \neq \text{const}$;
- 4) $T_1 \neq T_2, \Delta\varphi = 0$.

5. Дан предмет A и линза L с известными фокусными расстояниями. Укажите верное изображение предмета A в линзе (см. рис.).



1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.

6. Укажите условие **max** интенсивности света при интерференции:

- 1) $\Delta = \pm k \lambda$;
- 2) $\Delta = \pm (2k + 1) \lambda / 2$;
- 3) $\Delta \cos \varphi = \pm k \lambda$;
- 4) $\Delta \sin \varphi = \pm k \lambda$.

7. Какова разность фаз колебаний, возбуждаемых в заданной точке двумя соседними зонами Френеля? **Ответ запишите в бланк.**

8. Луч света проходит через слой воды в некоторое вещество. Определите абсолютный показатель преломления этого вещества, если скорость света в этом веществе на 10^8 м/с меньше, чем в воде, при $n_{\text{воды}} = 1,33$. **Ответ запишите в бланк.**

9. Естественный луч, интенсивность которого $I_0 = 4$ Вт/м², проходит через поляризатор. Какова интенсивность прошедшего света? **Ответ запишите в бланк.**

10. Укажите уравнение, следующее из теории Эйнштейна для фотоэффекта:

1) $h\nu = A - \frac{mv_{\text{макс}}^2}{2}$; 2) $h\nu = A + eU_{\text{зад}}$;

3) $h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$; 4) $h\nu = A - eU_{\text{зад}}$.

11. На черную пластинку падает поток света. Если число фотонов, падающих на единицу площади поверхности в единицу времени, увеличить в 4 раза, а черную пластинку заменить зеркальной, то световое давление увеличится в:

1) 2 раза; 2) 4 раза; 3) 8 раз; 4) 16 раз.

12. Спектральная плотность энергетической светимости абсолютно черного тела является функцией:

1) только частоты; 2) не зависит от частоты и температуры;
3) только температуры; 4) только частоты и температуры.

13. В формуле Бальмера: $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ постоянная Ридберга имеет размерность:

1) рад/с; 2) м⁻¹; 3) с⁻¹; 4) м.

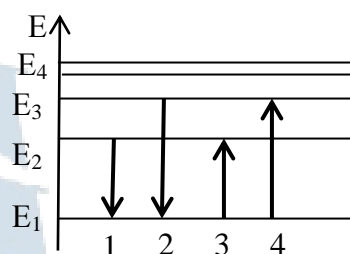
14. В какой из четырех спектральных серий: Лаймана, Бальмера, Пашена или Брэкета находятся линии видимой области спектра?

- 1) Лаймана; 2) Бальмера; 3) Пашена; 4) Брэкета.

15. Чему равно максимальное число электронов в атомах, находящихся в состояниях с заданным главным квантовым числом $n = 3$?

Ответ запишите в бланк.

16. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома водорода. Из указанных переходов излучение фотона с наименьшей длиной волны происходит при переходе, обозначенном на рисунке стрелкой под номером:



- 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.

17. Из приведенных ниже реакций укажите реакцию аннигиляции:

- 1) $\gamma \rightarrow {}^0_{-1}e + {}^0_{+1}e$; 2) ${}^0_{-1}e + {}^0_{+1}e \rightarrow 2\gamma$;
 3) ${}^1_1p + {}^0_{-1}e \rightarrow {}^1_0n + \nu$; 4) ${}^1_1p \rightarrow {}^1_0n + \nu + {}^0_{+1}e$.

18. Ядерная модель атома впервые была предложена:

- 1) Томсоном; 2) Резерфордом; 3) Ридбергом; 4) Бором.

19. В уравнении: $-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \psi + U\psi = E\psi$ энергия E есть:

- 1) кинетическая энергия частицы; 2) потенциальная энергия;
 3) полная энергия частицы; 4) внутренняя энергия.

20. Магнитное спиновое квантовое число m_s может принимать значения:

- 1) $m_s = 0, \pm 1$; 2) $m_s = 0, \pm 1/2$; 3) $m_s = \pm 1$; 4) $m_s = \pm 1/2$.

Список использованной литературы

1. Савельев И.В. Курс физики: учеб. пособие: в 3 т. – М.: Наука, 2003.
2. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики: учеб. пособие для вузов. – М.: высшая школа, 2001. – 718 с.
3. Трофимова Т.И. Курс физики: учеб. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2001. – 542 с.
4. Чертов А. Г., Воробьев А. А. Задачник по физике: Учебное пособие для вузов. – М.: Издательство физико-математической литературы, 2010. – 640 с.
5. Волькенштейн В. С. Сборник задач по общему курсу физики: Учебное пособие для вузов. – М.: Издательство физико-математической литературы, 2002. – 327 с.
6. Трофимова Т. И. Сборник задач по курсу физики: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2004. – 591 с.

