

Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»

**ОПТИКА:
КВАНТОВАЯ ОПТИКА, НЕЛИНЕЙНАЯ ОПТИКА,
КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**

Тестовые задания

для студентов специальностей
6-05-0533-01 «Физика»,
6-05-0533-02 «Прикладная физика»,
6-05-0533-04 «Компьютерная физика»

Гомель
ГГУ им. Ф. Скорины
2025

УДК 535.14(079)
ББК 22.343.54я73
О-627

Авторы:
П. В. Сомов, Е. Б. Шершневу,
С. И. Соколов, А. Л. Самофалов

Рецензенты:

кандидат технических наук И. О. Деликатная,
кандидат физико-математических наук О. М. Дерюжкова

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
учреждения образования «Гомельский государственный
университет имени Франциска Скорины»

**Оптика: квантовая оптика, нелинейная оптика, квантовая
О-627 электроника : тестовые задания / П. В. Сомов [и др.] ; Гомельский
гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины,
2025. – 39 с.**

ISBN 978-985-32-0130-7

Тестовые задания по дисциплине «Оптика» предназначены студентам для подготовки к экзамену. Издание содержит перечень основных вопросов, изучаемых в разделах «Квантовая оптика», «Нелинейная оптика», а также предлагается список литературы.

Адресовано преподавателям и студентам физических специальностей учреждений высшего образования, а также студентам технических направлений, изучающих оптику.

УДК 535.14(079)
ББК 22.343.54я73

ISBN 978-985-32-0130-7

© Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины», 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Взаимодействие света с веществом.....	5
2. Квантовая природа света	9
3. Спектры атомов и молекул. Люминесценция	25
4. Усиление и генерация света	31
5. Нелинейные явления в оптике	36
6. Оптика движущихся сред	38
Литература.....	39

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина государственного компонента «Оптика» обеспечивает понимание оптических явлений и является продолжением курса «Электричество и магнетизм». Задачей курса является создание целостной картины электромагнитных явлений у студентов, обретения практических навыков расчёта основных электромагнитных и оптических величин. Также данный набор тестов включает в себя вопросы по квантовой электронике для студентов специальности «Прикладная физика».

Текущий контроль знаний является неотъемлемым методическим приемом, направленным на повышение эффективности образовательного процесса. Одной из наиболее перспективных форм его реализации признано тестирование. К достоинствам данного метода контроля относятся универсальность, высокая степень интеграции с современными техническими средствами и объективность.

Несмотря на то, что компьютерные технологии предоставляют широкие возможности для структурирования и систематизации учебного материала, компьютерное тестирование имеет объективные ограничения. Оно не позволяет провести анализ логики мышления обучающегося, а также оценить его способность формулировать развернутый ответ. Указанные компетенции выявляются преимущественно в ходе индивидуального опроса.

Исходя из вышеизложенного, рациональным является использование тестирования в статусе дополнительной формы контроля знаний в комплексе со стандартными аттестационными мероприятиями.

Для реализации данного подхода на базе программной оболочки Moodle разработан комплекс тестовых материалов для осуществления текущего и итогового контроля знаний по дисциплине «Оптика».

Настоящие методические материалы предназначены для организации самоподготовки студентов к компьютерному тестированию и призваны служить инструментом для контроля и коррекции знаний.

1. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ВЕЩЕСТВОМ

Дополните утверждения, выбрав один вариант из предложенных.

1. Наименьшую длину волны из перечисленных видов электромагнитного излучения имеет(-ют)...

- а) гамма-излучение;
- б) инфракрасное излучение;
- в) ультрафиолетовое излучение;
- г) радиоволны;
- д) рентгеновское излучение.

2. Для монохроматического излучения при заданной температуре коэффициенты поглощения, пропускания и отражения тела называются...

- а) спектральными;
- б) универсальными;
- в) интерференционными;
- г) поляризационными;
- д) дифракционными.

3. Измерения показывают, что коэффициенты поглощения, пропускания и отражения тела зависят...

- а) от длины волны падающего излучения и от температуры тела;
- б) только от длины волны;
- в) только от температуры тела;
- г) только от строения тела;
- д) только от состояния поверхности тела.

4. Величина τ , равная отношению лучистого потока P_τ , прошедшего через данное тело (среду), к лучистому потоку P , падающему на данное тело (среду), называется...

- а) коэффициентом пропускания;
- б) коэффициентом отражения;
- в) коэффициентом преломления;
- г) коэффициентом поглощения;
- д) коэффициентом затухания.

5. Дисперсия света – это...

- а) зависимость показателя преломления света от длины волны;
- б) огибание препятствий световыми волнами, то есть отклонение волн от прямолинейного распространения;

- в) уменьшение интенсивности при проникновении лучей в среду;
- г) сумма когерентных колебаний, вызывающих в пространстве усиление или ослабление энергии;
- д) увеличение интенсивности при проникновении лучей в среду.

6. Днем с улицы окна кажутся темными, объясняется это...

- а) поглощением света;
- б) интерференцией света;
- в) дисперсией света;
- г) поляризацией света;
- д) дифракцией света.

7. Белый свет падает на призму. Показатель преломления будет больше для...

- а) красных лучей;
- б) синих лучей;
- в) фиолетовых лучей;
- г) зеленых лучей;
- д) всех лучей.

8. Белый свет падает на призму. Показатель преломления будет меньше для...

- а) красных лучей;
- б) синих лучей;
- в) фиолетовых лучей;
- г) зеленых лучей;
- д) всех лучей.

9. Белый свет падает на призму. Фазовая скорость света будет наибольшей для...

- а) красных лучей;
- б) синих лучей;
- в) фиолетовых лучей;
- г) зеленых лучей;
- д) всех лучей.

10. Белый свет падает на призму. Фазовая скорость света будет наименьшей для...

- а) красных лучей;
- б) синих лучей;

- в) фиолетовых лучей;
- г) зеленых лучей;
- д) всех лучей.

11. При нормальной дисперсии с увеличением частоты показатель преломления...

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) постоянный;
- г) всегда равен 1;
- д) нет правильного ответа.

12. При аномальной дисперсии с увеличением частоты показатель преломления...

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) постоянный;
- г) всегда равен 1;
- д) нет правильного ответа.

13. Аномальная дисперсия наблюдается в области частот, соответствующих...

- а) поглощению веществом;
- б) пропусканию веществом;
- в) отражению веществом;
- г) видимому диапазону;
- д) гамма-излучению.

14. Дисперсия, при которой с увеличением частоты увеличивается показатель преломления, называется...

- а) нормальной;
- б) аномальной;
- в) максимальной;
- г) минимальной;
- д) стационарной.

15. Дисперсия, при которой с увеличением частоты уменьшается показатель преломления, называется...

- а) нормальной;
- б) аномальной;

- в) максимальной;
- г) минимальной;
- д) стационарной.

16. Дисперсия, которая наблюдается в области частот, прозрачных для вещества, называется...

- а) нормальной;
- б) аномальной;
- в) максимальной;
- г) минимальной;
- д) стационарной.

17. Дисперсия, которая наблюдается в области частот, поглощаемых веществом, называется...

- а) нормальной;
- б) аномальной;
- в) максимальной;
- г) минимальной;
- д) стационарной.

2. КВАНТОВАЯ ПРИРОДА СВЕТА

Дополните утверждения, выбрав один вариант из предложенных.

1. Тепловое излучение – это...

- а) излучение, сопровождающее колебания тела относительно его положения равновесия;
- б) излучение, причиной которого является возбуждение атомов и молекул вещества вследствие их теплового движения;
- в) низкочастотное излучение, обусловленное колебаниями атомов в молекулах вещества;
- г) высокочастотное излучение атомов, обусловленное их оптическим возбуждением;
- д) низкочастотное излучение, обусловленное колебаниями тела.

2. Отличительная черта теплового излучения от других видов излучения, рассматриваемых в оптике и электродинамике – то, что оно...

- а) обусловлено воздействием ускоренных заряженных частиц;
- б) локализовано только в рентгеновской области спектра;
- в) локализовано только в ультрафиолетовой области спектра;
- г) индуцируется внешними факторами;
- д) возникает за счёт внутренней энергии тела.

3. Спектр теплового излучения...

- а) сплошной;
- б) линейчатый;
- в) полосатый;
- г) состоит из фрагментов линейчатого спектра;
- д) состоит из фрагментов линейчатого и сплошного спектра.

4. Источниками теплового излучения являются...

- а) только твёрдые тела;
- б) только жидкие вещества;
- в) только вещества в газообразном состоянии;
- г) все нагретые тела;
- д) только вещества, состоящие из наиболее простых молекул.

5. Распределение энергии в оптическом спектре абсолютно чёрного тела зависит...

- а) от рода вещества;
- б) от цвета вещества;

- в) от температуры тела;
- г) от массы тела;
- д) от того, какова форма тел, окружающих рассматриваемое тело.

6. При полном термодинамическом равновесии в системе...

- а) все части системы имеют одинаковую температуру;
- б) температура в разных частях системы неодинакова, но постоянна;
- в) происходит теплообмен между частями системы;
- г) происходит перенос вещества;
- д) имеется градиент температуры.

7. ...волны видимой части спектра наиболее длинные.

- а) красные;
- б) фиолетовые;
- в) синие;
- г) желтые;
- д) зеленые.

8. Формула... выражает закон Стефана – Больцмана для теплового излучения абсолютно чёрного тела.

- а) $R = \sigma T^4$;
- б) $R = \int_0^{\infty} r(\lambda, T) \cdot d\lambda$;
- в) нет правильного ответа;
- г) $\lambda_{\max} = \frac{b}{T}$;
- д) $\frac{r(\lambda, T)}{\alpha(\lambda, T)} = \varphi(\lambda, T)$.

9. Тело, способное поглощать полностью при любой температуре падающие на него волны любой частоты, —...

- а) абсолютно черное тело;
- б) тело синего цвета;
- в) серое тело;
- г) тело белого цвета;
- д) нет правильного ответа.

10. Утверждение о том, что отношение спектральной плотности энергетической светимости любого тела $r_{\lambda T}$ к его спектральному коэффициенту поглощения $\alpha_{\lambda T}$ при той же длине волны и температуре одинаково для всех тел, составляет суть...

- а) закона смещения Вина;
- б) закона Стефана – Больцмана;
- в) закона Кирхгофа;
- г) закона распределения энергии в спектре теплового излучения;
- д) закона сохранения и превращения энергии.

11. Интегральная энергетическая светимость определяется выражением...

а) $R_T = \int_0^{\infty} R_{\nu, T} \cdot d\nu$;

б) $E = mc^2$;

в) $\varepsilon = h\nu$;

г) $F = ma$;

д) $I = I_0 \cos^2 \varphi$.

12. В соответствии с законом смещения Вина...

а) определяется интегральное значение мощности излучения абсолютно чёрного тела;

б) определяется максимальное значение спектральной плотности энергии излучения, приходящейся на единичный интервал частот в спектре излучения абсолютно чёрного тела;

в) длина волны, которой соответствует максимальное значение функции Планка, прямо пропорциональна температуре абсолютно чёрного тела;

г) длина волны, которой соответствует максимальное значение функции Планка, обратно пропорциональна температуре абсолютно чёрного тела;

д) определяется положение минимума спектральной плотности энергии излучения, приходящейся на единичный интервал частот в спектре излучения абсолютно чёрного тела.

13. Тело, которое поглощает полностью все падающие на него излучения любой длины волны при любой температуре, называют абсолютно черным (точнее абсолютно поглощающим) телом. Его коэффициент поглощения для всех длин волн при любых температурах равен ...

а) 1;

б) 0,1;

- в) 0,01;
- г) 0,5;
- д) 0,05.

14. Тела, для которых коэффициент поглощения α меньше единицы, но не зависит от длины волны, называются «серыми». Для них α выражается прямой, ордината которой...

- а) меньше единицы;
- б) больше единицы;
- в) равна единице;
- г) больше либо равна единице;
- д) нет правильного ответа.

15. Моделью абсолютно черного тела является полость с очень малым отверстием. Свет, падающий через отверстие внутрь полости, после многочисленных отражений будет практически полностью поглощен стенками, и отверстие снаружи будет казаться совершенно...

- а) черным;
- б) красным;
- в) белым;
- г) желтым;
- д) синим.

16. Если полость абсолютно черного тела нагрета до определенной температуры T , и внутри установилось тепловое равновесие, то собственное излучение полости, выходящее через отверстие, будет излучением...

- а) абсолютно черного тела;
- б) серого тела;
- в) твердого тела;
- г) холодного тела;
- д) произвольного тела.

17. Энергия излучения нагретого тела распределяется неравномерно между всеми длинами волн и описывается испускательной способностью (спектральной плотностью излучения) тела $r_{\lambda T}$, которая является функцией распределения...

- а) энергии по спектру;
- б) теплопроводности по телу;

- в) нагрева по спектру;
- г) теплоемкости по спектру;
- д) температуропроводности.

18. Количество R энергии, излучаемой с 1 м^2 поверхности тела в пределах телесного угла 2π за одну секунду по всем длинам волн, называется...

- а) энергетической светимостью тела (интегральной плотностью излучения);
- б) плотностью энергии освещенного тела;
- в) мощностью светимости тела;
- г) интегральной плотностью мощности излучения;
- д) интегральной мощностью излучения.

19. Зная спектральную $r_{\lambda T}$ и интегральную плотность излучения $R(T)$ абсолютно черного тела, можно вычислить эти величины для любого нечерного тела, если экспериментально определен коэффициент...

- а) поглощения;
- б) добротности;
- в) отражения;
- г) преломления;
- д) мощности.

20. Если абсолютно черное тело с температурой T окружено средой с температурой T_0 , то оно будет поглощать энергию, излучаемую самой средой. В этом случае разность U между мощностью испускаемого и поглощаемого излучений можно приближенно выразить формулой..., где $\sigma = 5,671 \cdot 10^{-8} \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ – постоянная Стефана – Больцмана.

- а) $U = \sigma(T^4 - T_0^4)$;
- б) $U = 3\sigma(T^4 - T_0^4)$;
- в) $U = \sigma(T^4 - 3T_0^4)$;
- г) $U = \frac{\sigma(T^4 - T_0^4)}{5}$;
- д) $U = 7\sigma(T^4 - T_0^4)$.

21. Наблюдения показывают более сложную зависимость интегральной светимости R от температуры, а также от формы тела и состояния его поверхности, поэтому к реальным телам закон Стефана – Больцмана...

- а) не применим;
- б) применим;

- в) применим для ультрафиолетового диапазона;
- г) применим для инфракрасного диапазона;
- д) применим для видимого диапазона.

22. Измерения спектрального распределения излучения абсолютно черного тела показали, что при каждом значении температуры T зависимость $r(\lambda, T) \dots$

- а) имеет ярко выраженный максимум;
- б) имеет ярко выраженный минимум;
- в) не имеет ярко выраженный максимум;
- г) линейная;
- д) квадратичная.

23. Закон смещения Вина утверждает, что при увеличении температуры длина волны, на которую приходится максимум излучения энергии абсолютно чёрного тела,...

- а) смещение происходит только при уменьшении температуры;
- б) смещается в область возрастания длин волн;
- в) смещается в область коротких длин волн;
- г) не испытывает смещения;
- д) переходит в минимум.

24. Укажите правильную формулу для закона смещения Вина, где λ_m – длина волны, на которую приходится максимум энергии излучения абсолютно черного тела; T – абсолютная температура; $b = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$ – постоянная Вина.

- а) $\lambda_m = \frac{b}{T}$;
- б) $\lambda_m = \frac{3b}{T}$;
- в) $\lambda_m = \frac{b}{T^3}$;
- г) $\lambda_m = \frac{5b}{T}$;
- д) $\lambda_m = \frac{b}{T^5}$.

25. Укажите формулу Релея – Джинса для зависимости излучательной способности абсолютно черного тела $r(\lambda, T)$, полученной на основе классических представлений о равномерном распределении энергии по степеням свободы в состоянии термодинамического равновесия:..

а) $r(\lambda, T) = 8\pi kT\lambda^{-4}$;

б) $r(\lambda, T) = 5\pi kT\lambda^{-4}$;

в) $r(\lambda, T) = 3\pi kT\lambda^{-4}$;

г) $r(\lambda, T) = 8\pi kT\lambda^{-3}$;

д) $r(\lambda, T) = 7\pi kT\lambda^{-4}$.

26. Формула Релея – Джинса согласуется с экспериментальными данными только в области достаточно...

а) длинных волн;

б) коротких волн;

в) ультракоротких волн;

г) продольных волн;

д) импульсно периодических волн.

27. Интегрирование формулы Релея – Джинса по λ в пределах от 0 до ∞ дает для равновесной плотности энергии $u(T)$ бесконечно большое значение, то есть интегральная светимость $R(T) = \infty$, следовательно, равновесие может установиться только при абсолютном нуле температуры. Этот результат противоречит опыту и получил название...

а) ультрафиолетовая катастрофа;

б) инфракрасная катастрофа;

в) экологическая катастрофа;

г) планетарная катастрофа;

д) классическая катастрофа.

28. Термин «ультрафиолетовая катастрофа» ввел...

а) Эренфест;

б) Релей;

в) Джинс;

г) Вин;

д) Планк.

29. Решить задачу о спектральном распределении излучения абсолютно черного тела в рамках классической физики невозможно. Эта

задача была решена М. Планком на основе новой идеи, что процессы излучения и поглощения нагретым телом электромагнитной энергии, происходят...

- а) не непрерывно, а конечными порциями – квантами;
- б) не непрерывно, а бесконечными порциями – квантами;
- в) непрерывно, а минимальными порциями – квантами;
- г) непрерывно, а максимальными порциями – квантами;
- д) непрерывно, случайными порциями – квантами.

30. По теории Планка, энергия кванта E прямо пропорциональна частоте света ν , где $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с – постоянная Планка. ...является формулой связи энергии с частотой.

- а) $E = h\nu$;
- б) $E = h\nu^3$;
- в) $E = 3h\nu$;
- г) $E = \frac{h}{\nu}$;
- д) $E = h^\nu$.

31. Внутренний фотоэффект – это...

- а) физический процесс;
- б) изменение электрической проводимости вещества под действием света;
- в) изменение силы тока в цепи при изменении напряжения;
- г) свойство тела;
- д) свойство света.

32. Наибольшая энергия кванта будет для... излучения.

- а) красного;
- б) зеленого;
- в) фиолетового;
- г) ультрафиолетового;
- д) рентгеновского.

33. Постоянное значение силы тока в цепи фотоэлемента, регистрируемое при таких напряжениях, когда все фотоэлектроны достигают анода, называется...

- а) силой тока насыщения;
- б) красной границей фотоэффекта;

- в) работой выхода электронов;
- г) контактной разностью потенциалов;
- д) запирающим потенциалом фотоэлемента.

34. Запирающим потенциалом фотоэлемента называют...

- а) величину напряжения между катодом и анодом фотоэлемента, при котором достигается сила тока насыщения;
- б) значение тормозящего напряжения, при котором сила тока в цепи фотоэлемента становится максимальной;
- в) модуль тормозящего потенциала, при котором сила тока в цепи фотоэлемента становится равной нулю;
- г) величину контактной разности потенциалов между электродами фотоэлемента;
- д) разность потенциалов, равную нулю.

35. Силой фототока насыщения называют...

- а) значение силы тока в цепи фотоэлемента, регистрируемое при запирающем напряжении;
- б) постоянное значение силы тока в цепи фотоэлемента, регистрируемое при таких напряжениях, когда все фотоэлектроны достигают анода;
- в) наименьшее значение силы тока в цепи фотокатода, которое возможно при заданной интенсивности падающего света;
- г) значение силы тока в цепи фотоэлемента при разности потенциалов, равной нулю;
- д) значение силы тока в цепи фотоэлемента, которое зависит от напряжения.

36. Внешний фотоэффект невозможен, если...

- а) излучение падает на абсолютно чёрное тело;
- б) излучение падает на абсолютно белое тело;
- в) падающий свет характеризуется длиной волны, соответствующей полосе пропускания вещества;
- г) спектральный состав падающего излучения соответствует полосе прозрачности вещества, в пределах которой коэффициент отражения меньше единицы;
- д) частота падающего излучения меньше красной границы фотоэффекта.

37. Формула Эйнштейна для внешнего фотоэффекта выглядит следующим образом:...

а) $h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2}$;

б) $A_{\text{вых}} = h\nu + \frac{mv^2}{2}$;

в) $\frac{mv^2}{2} = h\nu + \frac{mv^2}{2}$;

г) $h\nu = A_{\text{вых}} - \frac{mv^2}{2}$;

д) $h\nu = A_{\text{вых}} \cdot \frac{mv^2}{2}$.

38. В формуле Эйнштейна $h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2}$ компонент $h\nu$ является...

- а) энергией вылетевшего электрона;
- б) энергией падающего фотона;
- в) работой выхода электрона;
- г) частотой вылетевшего электрона;
- д) скоростью вылетевшего электрона.

39. В формуле Эйнштейна $h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2}$ компонент $A_{\text{вых}}$ является...

- а) энергией вылетевшего электрона;
- б) энергией падающего фотона;
- в) работой выхода электрона;
- г) частотой вылетевшего электрона;
- д) скоростью вылетевшего электрона.

40. В формуле Эйнштейна $h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2}$ компонент $\frac{mv^2}{2}$ является...

- а) энергией вылетевшего электрона;
- б) энергией падающего фотона;
- в) работой выхода электрона;
- г) частотой вылетевшего электрона;
- д) скоростью вылетевшего электрона.

41. Минимальная энергия, необходимая для вырывания электрона из вещества под действием света, называется...

- а) работой выхода;
- б) кинетической энергией вылетевшего электрона;
- в) работой распада;
- г) энергией атома;
- д) механической работой.

42. Основным законом внешнего фотоэффекта является закон...

- а) Столетова;
- б) Планка;
- в) Бора;
- г) Максвелла;
- д) Шредингера.

43. Красной границей фотоэффекта называется минимальная частота волны, при которой наблюдается...

- а) внешний фотоэффект;
- б) эффект Доплера;
- в) эффект Планка;
- г) эффект Комптона;
- д) эффект Бора.

44. Минимальная частота волны, при которой наблюдается внешний фотоэффект, называется...

- а) красной границей;
- б) зеленой границей;
- в) фиолетовой границей;
- г) запирающим потенциалом;
- д) синей границей.

45. Сила фототока насыщения прямо пропорциональна...

- а) интенсивности падающего светового излучения;
- б) частоте падающего светового излучения;
- в) длине волны падающего светового излучения;
- г) степени поляризации падающего светового излучения;
- д) расстоянию от катода до анода.

46. Максимальная кинетическая энергия вырываемых светом электронов возрастает...

- а) с частотой падающего света;
- б) с длиной волны падающего света;
- в) с интенсивностью падающего света;
- г) с амплитудой падающего света;
- д) с расстоянием от катода до анода.

47. В видимом диапазоне длин волн (400–760 нм) действие световой энергии на глаз (световое ощущение) зависит от длины волны и характеризуется кривой видности $f(\lambda)$, где f – относительная спектральная чувствительность глаза. Максимум кривой соответствует...

- а) $f = 1$; $\lambda = 555$ нм;
- б) $f = 0,6$; $\lambda = 655$ нм;
- в) $f = 0,3$; $\lambda = 400$ нм;
- г) $f = 0,5$; $\lambda = 500$ нм;
- д) $f = 0,4$; $\lambda = 455$ нм.

48. Единицей измерения светового потока (световая величина) является...

- а) лм;
- б) Дж;
- в) Вт/м;
- г) Вт/м³;
- д) Вт.

49. Назовите единицу измерения силы света (световая величина):..

- а) Вт/ср;
- б) кд;
- в) Вт/ср · м;
- г) Вт/м;
- д) Вт · ср.

50. Назовите единицу измерения освещенности (световая величина):..

- а) лк;
- б) Дж/м²;
- в) Вт;
- г) Вт/м;
- д) Вт/ср.

51. Назовите единицу измерения светимости (световая величина):..

- а) лм/м²;
- б) Вт/м³;
- в) Дж/м;
- г) Вт/м;
- д) Вт/м².

52. Назовите единицу измерения яркости (световая величина):..

- а) кд/м²;
- б) Вт/м³;
- в) Вт/м²;
- г) Вт/м;
- д) Дж.

53. Ламбертовскими или косинусными называются источники света, яркость которых не зависит...

- а) от расстояния до источника излучения;
- б) от направления излучения;
- в) от интенсивности излучения;
- г) от амплитуды излучения;
- д) от спектра излучения.

54. Укажите виды фотоэффекта:..

- а) внешний, внутренний, вентильный;
- б) внешний, вентильный, тепловой;
- в) внешний, внутренний, тепловой;
- г) вентильный, тепловой, термодинамический;
- д) внешний, внутренний, комбинированный.

55. Гипотеза Планка состоит в том, что...

- а) электромагнитные волны излучаются в виде отдельных порций (квантов), энергия которых зависит от частоты;
- б) электромагнитные волны поперечны;
- в) нельзя одновременно точно определить значение координаты и импульса;
- г) электромагнитные волны излучаются зарядами, движущимися с ускорением;
- д) скорость света постоянна во всех инерциальных системах отсчета.

56. Укажите формулу эффекта Комптона:...

а) $\Delta\lambda = 2\lambda_c \sin^2 \frac{\theta}{2}$;

б) $E = mc^2$;

в) $\varepsilon = h\nu$;

г) $p = \frac{W}{c}$;

д) $\lambda = \frac{2\pi\hbar}{p}$.

57. В теории Бора верным является утверждение, что...

а) разрешенными орбитами для электронов являются такие, для которых момент импульса электронов кратен целому числу величин $\frac{h}{2\pi}$, где h – постоянная Планка;

б) энергия электрона на орбите и ее радиус могут быть произвольными;

в) радиус орбиты электрона с течением времени увеличивается;

г) при движении электронов по орбите происходит непрерывное излучение энергии;

д) радиус орбиты электрона с течением времени уменьшается.

58. Вырывание электронов под действием света – это...

а) внешний фотоэффект;

б) тепловое излучение;

в) фоторезистивный эффект;

г) излучение видимого света;

д) рентгеновское излучение.

59. При переходе электрона с одной стационарной орбиты с энергией E_n на другую с энергией E_m излучается или поглощается квант энергии..., частота которого ν определяется из выражения, где h – постоянная планка.

а) $h\nu = E_n - E_m$;

б) $h\nu = E_m$;

в) $h\nu = E_n$;

г) $h\nu = E_n \cdot E_m$;

д) нет правильного ответа.

60. Назовите единицу измерения светового потока (энергетическая величина):...

- а) Вт;
- б) лк;
- в) лм;
- г) кд;
- д) лк/м.

61. Единицей измерения силы света (энергетическая величина) является...

- а) Вт/ср;
- б) кд/м²;
- в) кд/м³;
- г) лм/ср · м²;
- д) лк/м.

62. Единицей измерения светимости (энергетическая величина) является...

- а) Вт/м²;
- б) лм/м²;
- в) кд/м³;
- г) кд;
- д) кд/м².

63. Единицей измерения яркости (энергетическая величина) является...

- а) Вт/(ср · м²);
- б) кд/(ср · м);
- в) лм/(ср · м³);
- г) лк/ср;
- д) кд/м.

64. Единицей измерения энергетической светимости (энергетическая величина) является...

- а) Вт/м²;
- б) лк/м;
- в) лм;
- г) кд/м³;
- д) кд/ср.

65. Немонохроматический свет представляет собой совокупность сменяющих друг друга волновых цугов, излучаемых атомами в форме гармонических импульсов...

- а) с разной частотой;
- б) с постоянной частотой;
- в) с постоянной амплитудой;
- г) с постоянной фазой;
- д) всё вышеперечисленное.

66. Мονохроматический свет представляет собой неограниченные в пространстве волны...

- а) переменной частоты;
- б) постоянной частоты;
- в) переменного направления;
- г) переменные во времени;
- д) нет правильного ответа.

3. СПЕКТРЫ АТОМОВ И МОЛЕКУЛ. ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ

Дополните утверждения, выбрав один вариант из предложенных.

1. Формула Ридберга выглядит следующим образом..., где $\nu_{nm} = \frac{1}{\lambda}$.

а) $\nu_{nm} = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right);$

б) $\nu_{nm} = R \left(\frac{1}{n^2} / \frac{1}{m^2} \right);$

в) $\nu_{nm} = R \left(\frac{1}{m^2} + \frac{1}{n^2} \right);$

г) $\nu_{nm} = R \left(\frac{1}{m^2} \cdot \frac{1}{n^2} \right);$

д) $\nu_{nm} = R \left(\frac{1}{m} - \frac{1}{n} \right).$

2. Правило квантования Бора гласит: момент импульса электрона, совершающего вращение вокруг ядра, может принимать...

а) любые значения;

б) лишь дискретные значения, кратные приведенной постоянной Планка;

в) лишь дискретные значения, кратные постоянной Ридберга;

г) лишь дискретные значения, кратные половине постоянной Планка;

д) лишь дискретные значения, кратные половине постоянной Ридберга.

3. Эффект Зеемана заключается...

а) в расщеплении энергетических уровней при действии на атомы магнитного поля;

б) в расщеплении энергетических уровней при действии на атомы гравитационного поля;

в) в изменении количества электронов в атомах при действии на атомы магнитного поля;

г) в расщеплении энергетических уровней нейтронов при действии на атомы электрического поля;

д) в расщеплении энергетических уровней протонов при действии на атомы электрического поля.

4. Эффект, приводящий к расщеплению энергетических уровней при действии на атомы магнитного поля, называется...

- а) эффектом Зеемана;
- б) эффектом Доплера;
- в) эффектом Ридберга;
- г) эффектом Планка;
- д) эффектом Магнуса.

5. Эффект Фарадея связан...

- а) с эффектом Зеемана;
- б) с эффектом Доплера;
- в) с эффектом Ридберга;
- г) с эффектом Планка;
- д) с эффектом Магнуса.

6. Линейчатый спектр представляет собой...

- а) спектр, состоящий из отдельных спектральных линий и характеризующий излучение нагретых разреженных газов в атомарном состоянии;
- б) спектр, состоящий из отдельных спектральных линий и имеет излучение нагретых тел до температуры плавления;
- в) сплошной спектр и имеет излучение нагретых разреженных газов в атомарном состоянии;
- г) спектр, состоящий из отдельных спектральных линий и имеет излучение нагретых твердых тел;
- д) спектр, состоящий из отдельных спектральных линий и имеет излучение нагретых разреженных газов при абсолютном нуле.

7. Полосатый спектр излучения получается при...

- а) излучении молекул веществ, находящихся в газообразном состоянии;
- б) излучении молекул веществ, находящихся в твердом состоянии;
- в) излучении атомов веществ, находящихся в твердом состоянии;
- г) излучении молекул веществ, находящихся в атомарном состоянии;
- д) излучении атомов веществ, находящихся в газообразном состоянии.

8. Спектр излучения молекул веществ, находящихся в газообразном состоянии, представляет собой...

- а) сплошной спектр;
- б) полосатый спектр;

- в) линейчатый спектр;
- г) круговой спектр;
- д) одиночный спектр.

9. Спектр, состоящий из отдельных спектральных линий и характеризующий излучение нагретых разреженных газов в атомарном состоянии, представляет собой...

- а) сплошной спектр;
- б) линейчатый спектр;
- в) полосатый спектр;
- г) круговой спектр;
- д) одиночный спектр.

10. Состояние молекулы с самой минимальной энергией называется...

- а) основным состоянием;
- б) возбужденным состоянием;
- в) колебательным состоянием;
- г) вращательным состоянием;
- д) экстремальным состоянием.

11. Люминесценция – это...

а) излучение, представляющее собой избыток над тепловым излучением тела, если его длительность после прекращения внешнего воздействия значительно превышает период световых колебаний;

б) излучение, представляющее собой недостаток над тепловым излучением тела, если его длительность после прекращения внешнего воздействия значительно превышает период световых колебаний;

в) излучение, представляющее собой избыток над высокоэнергетическим излучением тела, если его длительность после прекращения внешнего воздействия значительно превышает период световых колебаний;

г) излучение, представляющее собой избыток над тепловым излучением тела, если его длительность после прекращения внешнего воздействия значительно превышает период полураспада атома;

д) излучение, представляющее собой избыток над тепловым излучением тела, если его длительность после прекращения внешнего воздействия значительно превышает длину волны световых колебаний.

12. Фотолюминесценция – это...

- а) люминесценция, возбуждаемая светом;
- б) люминесценция, возбуждаемая электрическим полем;
- в) люминесценция, возбуждаемая магнитным полем;
- г) люминесценция, возбуждаемая химическими реакциями;
- д) люминесценция, возбуждаемая механическими воздействиями.

13. Электролюминесценция – это...

- а) люминесценция, возбуждаемая светом;
- б) люминесценция, возбуждаемая электрическим полем;
- в) люминесценция, возбуждаемая магнитным полем;
- г) люминесценция, возбуждаемая химическими реакциями;
- д) люминесценция, возбуждаемая механическими воздействиями.

14. Хемилюминесценция – это...

- а) люминесценция, возбуждаемая светом;
- б) люминесценция, возбуждаемая электрическим полем;
- в) люминесценция, возбуждаемая магнитным полем;
- г) люминесценция, возбуждаемая химическими реакциями;
- д) люминесценция, возбуждаемая механическими воздействиями.

15. Люминесценция, возбуждаемая светом, называется...

- а) фотолюминесценцией;
- б) радиолюминесценцией;
- в) электролюминесценцией;
- г) хемилюминесценцией;
- д) радикалорекомбинационной люминесценцией.

16. Люминесценция, возбуждаемая химическими реакциями, называется...

- а) фотолюминесценцией;
- б) радиолюминесценцией;
- в) электролюминесценцией;
- г) хемилюминесценцией;
- д) радикалорекомбинационной люминесценцией.

17. Люминесценция, возбуждаемая электрическим полем, называется...

- а) фотолюминесценцией;
- б) радиолюминесценцией;
- в) электролюминесценцией;
- г) хемилюминесценцией;
- д) радикалорекомбинационной люминесценцией.

18. Спектром люминесценции называют...

- а) зависимость интенсивности люминесцентного излучения от длины волны испускаемого света;
- б) зависимость показателя преломления люминесцентного излучения от длины волны испускаемого света;

в) зависимость интенсивности люминесцентного излучения от интенсивности испускаемого света;

г) зависимость интенсивности поглощенного излучения от длины волны испускаемого света;

д) зависимость интенсивности люминесцентного излучения от температуры.

19. Излучение Вавилова – Черенкова – это излучение электрически заряженной частицы, движущейся...

а) в среде со скоростью, превышающей скорость света в этой среде;

б) в среде с минимальной скоростью;

в) в твердой среде;

г) в газообразной среде;

д) в среде со скоростью, превышающей скорость света в вакууме.

20. Зависимость интенсивности люминесцентного излучения от длины волны испускаемого света – это...

а) спектр люминесценции;

б) ширина люминесценции;

в) энергия люминесценции;

г) мощность люминесценции;

д) работа люминесценции.

21. Излучение электрически заряженной частицы, движущейся в среде со скоростью, превышающей скорость света в этой среде, – это...

а) излучение Вавилова – Черенкова;

б) излучение Планка;

в) излучение Рентгена;

г) излучение Ридберга;

д) излучение Максвелла.

22. При одной и той же температуре люминесцентное свечение для того же спектрального интервала имеет...

а) б'ольшую интенсивность по сравнению с тепловым;

б) меньшую интенсивность по сравнению с тепловым;

в) равную интенсивность по сравнению с тепловым;

г) б'ольшую либо равную интенсивность по сравнению с тепловым;

д) меньшую либо равную интенсивность по сравнению с тепловым.

23. Люминесцентное свечение вещества после прекращения облучения...

- а) продолжается некоторое время;
- б) прекращается;
- в) резко возрастает;
- г) продолжается бесконечно долго;
- д) пульсирует бесконечно долго.

24. С. И. Вавилов дал следующее определение люминесценции: люминесценция есть оптическое излучение тела, являющееся избытком над тепловым излучением того же тела в данной спектральной области при той же температуре, не прекращающееся сразу после устранения вызвавшей его причины, имеющее длительность свечения более...

- а) 10^{-10} с;
- б) 10^{-9} с;
- в) 10^{-7} с;
- г) 10^{-5} с;
- д) 10^{-3} с.

25. Согласно правилу Стокса, максимум спектра люминесценции волн по сравнению со спектром поглощенного излучения...

- а) всегда оказывается в области более длинных волн;
- б) не изменяется;
- в) всегда оказывается в области более коротких волн;
- г) всегда оказывается в области ультракоротких волн;
- д) нет правильного ответа.

26. При люминесценции энергия падающего фотона $h\nu_0$ частично расходуется на процессы внутри вещества, где A – часть энергии падающего фотона, не приводящая к излучению; остальная часть расходуется на возбуждение молекулы или атома, после которого происходит излучение фотона $h\nu$. Правильная формула этого процесса...

- а) $h\nu_0 = h\nu + A$;
- б) $h\nu_0 = h\nu + 5A$;
- в) $h\nu_0 = 7h\nu$;
- г) $h\nu_0 = 3h\nu$;
- д) $h\nu_0 = \frac{h\nu}{A}$.

4. УСИЛЕНИЕ И ГЕНЕРАЦИЯ СВЕТА

Дополните утверждения, выбрав один вариант из предложенных.

1. Спонтанное излучение – это...

а) процесс самопроизвольного испускания электромагнитного излучения квантовыми системами (атомами, молекулами) при их переходе из возбуждённого состояния в основное;

б) процесс вынужденного испускания электромагнитного излучения квантовыми системами (атомами, молекулами) при их переходе из возбуждённого состояния в стабильное;

в) процесс самопроизвольного испускания электромагнитного излучения квантовыми системами (атомами, молекулами) при их переходе из стабильного состояния в возбуждённое;

г) процесс самопроизвольного испускания электромагнитного излучения квантовыми системами (атомами, молекулами) при их распаде;

д) процесс вынужденного испускания электромагнитного излучения квантовыми системами (атомами, молекулами) при их переходе из стабильного состояния в возбуждённое.

2. ...называется процесс самопроизвольного испускания электромагнитного излучения квантовыми системами (атомами, молекулами) при их переходе из возбуждённого состояния в стабильное.

а) спонтанным излучением;

б) вынужденным излучением;

в) рекомбинационным излучением;

г) аннигиляционным излучением;

д) атомным излучением.

3. Вынужденное излучение – это генерация нового фотона при переходе квантовой системы (атома, молекулы, ядра и т. д.) между двумя состояниями (с более высокого на более низкий энергетический уровень)...

а) под воздействием индуцирующего фотона, энергия которого равна разности энергий этих состояний;

б) под воздействием свободного электрона;

в) под воздействием индуцирующего фотона с любой энергией;

г) через период полураспада атома;

д) под воздействием индуцирующего электрона с любой энергией.

4. Генерация нового фотона при переходе квантовой системы (атома, молекулы, ядра и т. д.) между двумя состояниями (с более высокого на более низкий энергетический уровень) под воздействием индуцирующего фотона, энергия которого равна разности энергий этих состояний – это...

- а) спонтанное излучение;
- б) вынужденное излучение;
- в) рекомбинационное излучение;
- г) аннигиляционное излучение;
- д) атомное излучение.

5. Коэффициент Эйнштейна – это...

- а) коэффициент, характеризующий вероятность спонтанного излучения;
- б) коэффициент, характеризующий энергию спонтанного излучения;
- в) коэффициент, характеризующий скорость спонтанного излучения;
- г) коэффициент, характеризующий импульс спонтанного излучения;
- д) коэффициент, характеризующий направление спонтанного излучения.

6. Коэффициент, характеризующий вероятность спонтанного излучения, – это...

- а) коэффициент Эйнштейна;
- б) коэффициент Ридберга;
- в) коэффициент Планка;
- г) коэффициент энергии;
- д) коэффициент скорости.

7. Лазер – это устройство, преобразующее энергию накачки (световую, электрическую, тепловую, химическую и др.) в энергию...

- а) когерентного, монохроматического, поляризованного и узконаправленного потока излучения;
- б) когерентного, монохроматического, неполяризованного и узконаправленного потока излучения;
- в) когерентного, монохроматического, поляризованного и широконаправленного потока излучения;
- г) когерентного, полихроматического, поляризованного и узконаправленного потока излучения;
- д) когерентного, полихроматического, неполяризованного и широконаправленного потока излучения.

8. Твердотельные лазеры – это...

- а) лазеры, которые используют жидкий диэлектрик;
- б) лазеры, активным элементов в которых является кристаллический или аморфный диэлектрик;
- в) лазеры, которые используют газообразный диэлектрик;
- г) лазеры, которые используют газообразный проводник;
- д) лазеры, которые используют жидкий проводник.

9. Газовыми лазерами называются лазеры,...

- а) активная среда которых находится в жидком состоянии;
- б) активная среда которых находится в твердом состоянии;
- в) активная среда которых находится в газообразном состоянии;
- г) активная среда которых находится в кристаллическом состоянии;
- д) активная среда которых находится в аморфном состоянии.

10. Лазер, в котором в качестве активного элемента используется кристаллический или аморфный диэлектрик, – это...

- а) твердотельный лазер;
- б) газовый лазер;
- в) ионный лазер;
- г) жидкий лазер;
- д) плазменный лазер.

11. Оптический резонатор лазера служит...

- а) для усиления светового потока;
- б) для уменьшения светового потока;
- в) для отключения светового потока;
- г) для усиления электрического потока;
- д) для усиления магнитного потока.

12. Элемент лазера, обеспечивающий усиление светового потока лазера, называется...

- а) оптическим резонатором;
- б) магнитным резонатором;
- в) электрическим резонатором;
- г) механическим резонатором;
- д) акустическим резонатором.

13. Генерируемое лазером излучение является...

- а) монохроматическим;
- б) полихроматическим;

- в) рассеянным;
- г) неполяризованным;
- д) немонахроматическим.

14. Генерируемое лазером излучение является...

- а) поляризованным;
- б) полихроматическим;
- в) рассеянным;
- г) неполяризованным;
- д) немонахроматическим.

15. Генерируемое лазером излучение является...

- а) узконаправленным;
- б) полихроматическим;
- в) рассеянным;
- г) неполяризованным;
- д) немонахроматическим.

16. Монахроматичность лазерного излучения подразумевает...

- а) то, что электромагнитные колебания потока имеют одинаковую частоту и длину волны;
- б) малую мощность лазерного излучения;
- в) фиксированную ориентацию векторов электромагнитного излучения в пространстве относительно направления его распространения;
- г) малую расходимость потока излучения;
- д) большую мощность лазерного излучения.

17. Когерентность лазерного излучения подразумевает...

- а) то, что электромагнитные колебания потока не имеют одинаковую частоту и длину волны;
- б) постоянство разности фаз монахроматических электромагнитных колебаний во времени;
- в) фиксированную ориентацию векторов электромагнитного излучения в пространстве относительно направления его распространения;
- г) малую расходимость потока излучения;
- д) большую мощность лазерного излучения.

18. Поляризация лазерного излучения подразумевает...

- а) то, что электромагнитные колебания потока имеют одинаковую частоту и длину волны;
- б) совпадение фаз электромагнитных колебаний;

- в) фиксированную ориентацию векторов электромагнитного излучения в пространстве относительно направления его распространения;
- г) малую расходимость потока излучения;
- д) большую мощность лазерного излучения.

19. Направленность лазерного излучения подразумевает...

- а) то, что электромагнитные колебания потока имеют одинаковую частоту и длину волны;
- б) совпадение фаз электромагнитных колебаний;
- в) фиксированную ориентацию векторов электромагнитного излучения в пространстве относительно направления его распространения;
- г) малую расходимость потока излучения;
- д) большую мощность лазерного излучения.

5. НЕЛИНЕЙНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ОПТИКЕ

Дополните утверждения, выбрав один вариант из предложенных.

1. Предметом изучения нелинейной оптики являются процессы взаимодействия света и вещества, характер протекания которых зависит от его...

- а) интенсивности;
- б) длины волны;
- в) частоты;
- г) поляризации;
- д) направления.

2. Явление рождения вторичных электромагнитных волн удвоенной частоты в результате нелинейного взаимодействия электромагнитной волны веществом состоит в генерации...

- а) второй гармоники;
- б) третьей гармоники;
- в) нечетной гармоники;
- г) синхронной гармоники;
- д) асинхронной гармоники.

3. Сущность самофокусировки света в нелинейной оптике состоит в концентрации энергии светового пучка в нелинейной среде, показатель преломления которой возрастает при увеличении...

- а) интенсивности света;
- б) частоты света;
- в) длины волны света;
- г) поляризации света;
- д) пути прохождения света.

4. Эффекты самовоздействия света в нелинейной оптике обусловлены зависимостью показателя преломления...

- а) от интенсивности света;
- б) от длины волны света;
- в) от частоты света;
- г) от поляризации света;
- д) от пути прохождения света.

5. Явление рождения вторичных электромагнитных волн удвоенной частоты в результате нелинейного взаимодействия электромагнитной волны с веществом называется...

- а) генерацией второй гармоники;
- б) генерацией четвертой гармоники;
- в) ослаблением второй гармоники;
- г) уменьшением второй гармоники;
- д) генерацией четвертой модуляции.

6. Концентрация энергии светового пучка в нелинейной среде, показатель преломления которой возрастает при увеличении интенсивности света, называется...

- а) самофокусировкой света;
- б) самозарождением света;
- в) поляризацией света;
- г) фазировкой света;
- д) генерацией света.

7. Многофотонные процессы, процессы взаимодействия... с веществом, сопровождающиеся поглощением или испусканием (или тем и другим) нескольких электромагнитных квантов (фотонов) в элементарном акте...

- а) электромагнитного излучения;
- б) электрического излучения;
- в) магнитного излучения;
- г) звукового излучения;
- д) атомного излучения.

8. Рассеяние света веществом, сопровождающееся заметным изменением частоты рассеиваемого света, называется...

- а) комбинационным рассеянием;
- б) гармоническим рассеянием;
- в) релятивистским рассеянием;
- г) направленным рассеянием;
- д) структурным рассеянием.

6. ОПТИКА ДВИЖУЩИХСЯ СРЕД

Дополните утверждения, выбрав один вариант из предложенных.

1. Эффект Доплера – это...

- а) изменение воспринимаемой частоты колебаний при движении источника и приемника волн относительно друг друга;
- б) изменение воспринимаемой поляризации колебаний при движении источника и приемника волн относительно друг друга;
- в) изменение воспринимаемой амплитуды колебаний при движении источника и приемника волн относительно друг друга;
- г) изменение воспринимаемого направления колебаний при движении источника и приемника волн относительно друг друга;
- д) изменение воспринимаемой формы колебаний при движении источника и приемника волн относительно друг друга.

2. Изменение воспринимаемой частоты колебаний при движении источника и приемника волн относительно друг друга называется...

- а) эффектом Магнуса;
- б) эффектом Доплера;
- в) законом Эйнштейна;
- г) законом Планка;
- д) эффектом Джоуля.

3. Поперечный эффект Доплера наблюдается в тех случаях, когда источник движется... линии наблюдения.

- а) параллельно;
- б) перпендикулярно;
- в) с постоянным ускорением;
- г) с замедлением;
- д) независимо от.

4. Эффект Доплера, наблюдающийся в тех случаях, когда источник движется перпендикулярно линии наблюдения, называется...

- а) продольным;
- б) параллельным;
- в) поперечным;
- г) угловым;
- д) прямым.

ЛИТЕРАТУРА

1. Годжаев, Н. М. Оптика / Н. М. Годжаев. – М. : Высш. шк., 1977. – 432 с.
2. Калитиевский, Н. И. Волновая оптика / Н. И. Калитиевский. – М. : Высш. шк., 1995. – 463 с.
3. Ландсберг, Г. С. Оптика / Г. С. Ландсберг. – М. : Высш. шк., 1976. – 928 с.
4. Матвеев, А. Н. Оптика / А. Н. Матвеев. – М. : Высш. шк., 1985. – 351 с.
5. Саржевский, А. М. Оптика. Полный курс / А. М. Саржевский. – М. : Едиториал УРСС, 2004. – 608 с.
6. Сборник задач по общему курсу физики. Оптика / В. Л. Гинсбург [и др.] ; под ред. Д. В. Сивухина. – М. : Наука, 1977. – 320 с.
7. Иродов, И. Е. Волновые процессы: основные законы : учебное пособие для вузов / И. Е. Иродов. – М. : БИНОМ ; Лаборатория знаний, 2010. – 264 с.
8. Оптика : учебное пособие по техническим специальностям / В. С. Акиньшин, Н. Л. Истомина, Н. В. Каленова, Ю. И. Карковский ; под ред. С. К. Стафеева. – 2-е изд., перераб. – Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2015. – 232 с.

Учебное издание

**Сомов Павел Владиславович,
Шершнев Евгений Борисович,
Соколов Сергей Иванович,
Самофалов Андрей Леонидович**

**ОПТИКА:
КВАНТОВАЯ ОПТИКА, НЕЛИНЕЙНАЯ ОПТИКА,
КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**

Тестовые задания

Редактор Е. С. Балашова
Корректор В. В. Калугина

Подписано в печать 30.07.2025. Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 2,33. Уч.-изд. л. 2,54.

Тираж 10 экз. Заказ 398.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования

«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины».

Специальное разрешение (лицензия) № 02330 / 450 от 18.12.2013 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий в качестве:

издателя печатных изданий № 1/87 от 18.11.2013 г.;

распространителя печатных изданий № 3/1452 от 17.04.2017 г.

Ул. Советская, 104, 246028, Гомель.