

53(075)

Т367

№ 5437-3



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное  
автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Южный федеральный университет"  
Инженерно-технологическая академия**

КАФЕДРА ФИЗИКИ

**ТЕСТЫ  
для контроля знаний  
по дисциплине  
ФИЗИКА**

**Часть 3**

**ИНЭП**

**Таганрог  
Издательство Южного федерального университета  
2016**

ББК 22.3я73  
УДК 535(075.08)  
Т-367

Колпачева О.В., Колпачев А.Б., Погорелов Е.Н.

Тесты для контроля знаний по дисциплине «Физика». Часть 3. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2016. – 56 с.

Для студентов технических специальностей очной и заочной форм обучения ИТА ЮФУ и преподавателей дисциплины «Физика».

В методическом пособии представлены тесты по физике по разделам «Колебания и волны», «Волновая оптика» и «Квантовая физика». Тестовые задания могут использоваться для проведения текущего контроля на практических занятиях по дисциплине «Физика».

.

Рецензент Куповых Г.В., д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры высшей математики ЮФУ.

## КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Уравнение гармонического осциллятора и его решение. Амплитуда, частота и фаза колебания. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Сложение колебаний.

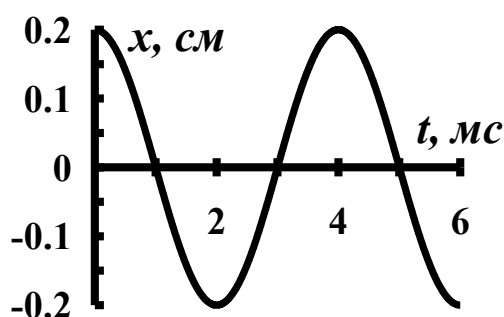
Волновое движение. Плоская гармоническая волна. Длина волны, волновое число, фазовая скорость. Уравнение волны. Одномерное волновое уравнение. Упругие волны в газах, жидкостях и твердых телах. Электромагнитные волны.

1. Величина, стоящая под знаком косинуса в уравнении гармонического колебания  $x = A \cos(\omega t + \phi_0)$ , называется:

- 1) фазой колебания;
- 2) начальной фазой колебания;
- 3) смещением от положения равновесия;
- 4) циклической частотой;
- 5) амплитудой колебания.

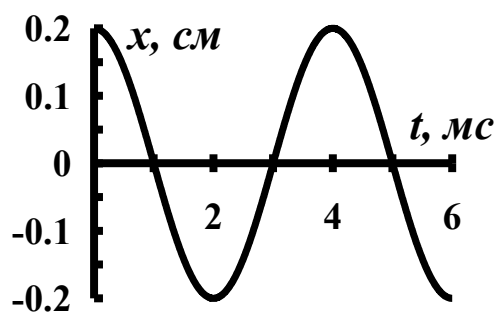
2. На рисунке показан график колебаний струны. Согласно этому графику амплитуда колебаний равна:

- 1) 0,1 см;
- 2) 0,2 см;
- 3) 0,4 см;
- 4) 4 см;
- 5) 2 см.



3. На рисунке показан график колебаний струны. Согласно графику частота этих колебаний равна:

- 1) 1 кГц;
- 2) 2 кГц;
- 3) 4 кГц;
- 4) 250 Гц;
- 5) 500 Гц.

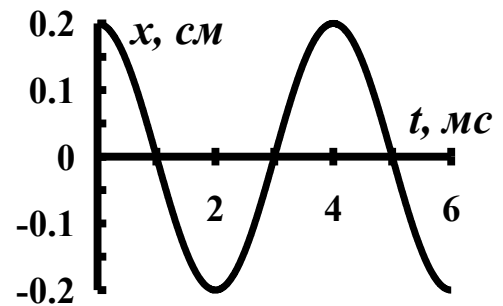


4. Груз соединён пружиной с неподвижной стенкой и находится на гладком столе. Пружина сжата. Груз отпускают, и он начинает гармонические колебания. Движение груза описывается уравнением  $x = A \cos(\omega t + \phi_0)$ . Чему может быть равна в этом случае начальная фаза колебания  $\phi_0$ ?

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

5. На рисунке показан график колебаний струны. Согласно графику период этих колебаний равен:

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



6. Груз соединён пружиной с неподвижной стенкой и находится на гладком столе. Пружина не деформирована. Грузу сообщают некоторую скорость, и он начинает гармонические колебания. Движение груза описывается уравнением  $x = A\cos(\omega t + \varphi_0)$ . Чему может быть равна в этом случае начальная фаза колебания  $\varphi_0$ ?

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

7. Груз соединён пружиной с неподвижной стенкой и находится на гладком столе. Пружина не деформирована. Грузу сообщают некоторую скорость  $v$ , и он начинает гармонические колебания. Чему может быть равна в этом случае начальная фаза колебания  $\varphi_0$ , если движение груза описывается уравнением  $x = A\sin(\omega t + \varphi_0)$ ?

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

8. Груз соединён пружиной с неподвижной стенкой и находится на гладком столе. Пружина растянута. Груз отпускают, и он начинает гармонические колебания. Движение груза описывается уравнением  $x = A\sin(\omega t + \varphi_0)$ . Чему может быть равна в этом случае начальная фаза колебания  $\varphi_0$ ?

- 1)  $+\pi$ ;    2)  $\pi/2$ ;    3)  $-\pi$ ;    4) 0;    5)  $2\pi$ .

9. Если тело массы 5 кг совершает гармонические колебания с циклической частотой  $4 \text{ с}^{-1}$  и амплитудой 10 см, то максимальная кинетическая энергия этого тела равна:

- 1) 0,4 Дж;    2) 15,8 Дж;    3) 4,0 Дж;    4) 0,1 Дж;    5) 0,63 Дж.

**10.** Материальная точка совершает гармонические колебания. При уменьшении амплитуды колебаний этой точки в 4 раза максимальная кинетическая энергия ее:

- 1) не изменится;                      2) уменьшится в 4 раза;  
3) уменьшится в 2 раза;            4) уменьшится в 8 раз;  
5) уменьшится в 16 раз.

**11.** Материальная точка совершает гармонические колебания. Частота колебаний этой точки 10 Гц. Каков период колебаний её кинетической энергии?

- 1) 0,1 с;                      2) 0,2 с;                      3) 0,05 с;  
4) 0,0628 с;                5) 0,0314 с.

**12.** Если тело массы 2 кг, соединённое с неподвижной стенкой пружиной, совершает гармонические колебания в горизонтальной плоскости и при этом его максимальная скорость равна 5 м/с, то максимальная потенциальная энергия сжатой пружины равна:

- 1) 50 Дж;    2) 25 Дж;    3) 10 Дж;    4) 5 Дж;    5) 12,5 Дж.

**13.** Максимальная величина ускорения точки, движение которой описывается уравнением  $x = 5 \cos(2t + \pi/4)$  см, равна:

- 1) 0,02 м/с<sup>2</sup>;    2) 0,04 м/с<sup>2</sup>;    3) 0,08 м/с<sup>2</sup>;  
4) 0,16 м/с<sup>2</sup>;    5) 0,20 м/с<sup>2</sup>.

**14.** Чему равен период малых колебаний однородного диска массы  $m$  и радиуса  $R$ , если горизонтальная ось вращения перпендикулярна плоскости диска и проходит по его краю?

- 1)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{3R}{2g}}$ ;    2)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{2R}{3g}}$ ;    3)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{2R}{g}}$ ;  
4)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{2g}}$ ;    5)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g}}$ .

**15.** Чему равен период малых колебаний однородного диска массы  $m$  и радиуса  $R$ , если горизонтальная ось вращения перпендикулярна плоскости диска и проходит на расстоянии  $R/2$  от его центра?

$$1) T = 2\pi \sqrt{\frac{3R}{2g}}; \quad 2) T = 2\pi \sqrt{\frac{2R}{3g}}; \quad 3) T = 2\pi \sqrt{\frac{3R}{4g}};$$

$$4) T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{2g}}; \quad 5) T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g}}.$$

**16.** Чему равен период малых колебаний однородного обруча массы  $m$  и радиуса  $R$ , подвешенного на гвозде?

$$1) T = 2\pi \sqrt{\frac{3R}{2g}}; \quad 2) T = 2\pi \sqrt{\frac{2R}{3g}}; \quad 3) T = 2\pi \sqrt{\frac{2R}{g}};$$

$$4) T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{2g}}; \quad 5) T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g}}.$$

**17.** Чему равен период малых колебаний однородного стержня массы  $m$  и длины  $L$ , подвешенного за один из концов?

$$1) T = 2\pi \sqrt{\frac{3L}{2g}}; \quad 2) T = 2\pi \sqrt{\frac{2L}{3g}}; \quad 3) T = 2\pi \sqrt{\frac{2L}{g}};$$

$$4) T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{2g}}; \quad 5) T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}.$$

**18.** Чему равен период малых колебаний однородного стержня массы  $m$  и длины  $L$ , если ось вращения горизонтальна, перпендикулярна стержню и проходит на расстоянии  $L/4$  от одного из концов стержня?

$$1) T = 2\pi \sqrt{\frac{3L}{2g}}; \quad 2) T = 2\pi \sqrt{\frac{2L}{3g}}; \quad 3) T = 2\pi \sqrt{\frac{5L}{16g}};$$

$$4) T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{4g}}; \quad 5) T = 2\pi \sqrt{\frac{7L}{12g}}.$$

**19.** Колебательный контур содержит конденсатор ёмкостью  $C$  и катушку индуктивностью  $L$ . За какое минимальное время величина силы тока в контуре возрастёт от  $I_0/2$  до  $I_0$ ?

$I_0$  – максимальная сила тока в процессе колебаний.

- 1)  $\frac{\pi}{4}\sqrt{LC}$ ;    2)  $\frac{2}{3}\pi\sqrt{LC}$ ;    3)  $\frac{\pi}{2}\sqrt{LC}$ ;  
4)  $\frac{\pi}{3}\sqrt{LC}$ ;    5)  $\frac{\pi}{6}\sqrt{LC}$ .

**18.** В идеальном электрическом колебательном контуре ёмкость конденсатора 2 мкФ, а индуктивность катушки 0,5 Гн. За какое наименьшее время сила тока возрастёт от  $I_0/2$  до  $I_0$ ?

$I_0$  – амплитудное значение силы тока.

- 1)  $\pi/4$  мс;    2)  $\pi/2$  мс;    3)  $\pi/3$  мс;    4)  $2\pi/3$  мс;    5)  $\pi$  мс.

**20.** В идеальном электрическом колебательном контуре ёмкость конденсатора 2 мкФ, а индуктивность катушки 0,5 Гн. За какое наименьшее время заряд конденсатора уменьшится от  $q_0/2$  до 0?  $q_0$  – амплитудное значение заряда конденсатора.

- 1)  $\pi/4$  мс;    2)  $\pi/2$  мс;    3)  $\pi/6$  мс;    4)  $\pi/3$  мс;    5)  $\pi$  мс.

**21.** В идеальном электрическом колебательном контуре ёмкость конденсатора 2 мкФ, а индуктивность катушки 0,5 Гн. В таком контуре период колебаний энергии магнитного поля катушки равен:

- 1)  $\pi/4$  мс;    2)  $\pi/2$  мс;    3)  $\pi$  мс;    4)  $2\pi$  мс;    5)  $4\pi$  мс.

**22.** Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний при наличии затухания в системе имеет вид:

- 1)  $\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = f_0 \cos(\Omega t);$
- 2)  $\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0;$
- 3)  $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0;$
- 4)  $\frac{d^2x}{dt^2} - \omega_0^2 x = f_0 \cos(\Omega t);$
- 5)  $\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} - \omega_0^2 x = f_0 \cos(\Omega t).$

**23.** Период затухающих электромагнитных колебаний ( $C$  – ёмкость конденсатора,  $L$  – индуктивность катушки,  $R$  – сопротивление) в общем случае равен:

- 1)  $T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}};$
- 2)  $T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} + \left(\frac{L}{2R}\right)^2}};$
- 3)  $T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} + \left(\frac{R}{L}\right)^2}};$
- 4)  $T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{L}{R}\right)^2}};$
- 5)  $T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} + \left(\frac{R}{2L}\right)^2}}.$

**24.** Пусть  $\nu_0$  – частота собственных электромагнитных колебаний в контуре с ёмкостью  $C$  и индуктивностью  $L$  в случае, когда затуханием можно пренебречь. Если в тот же контур включить последовательно сопротивление  $R$ , то частота колебаний в контуре станет  $\nu_1$ . Укажите правильное соотношение между  $\nu_1$  и  $\nu_0$ .



$$1) v_I > v_0; \quad 2) v_I < v_0; \quad 3) v_I = v_0;$$

4) если  $R$  меньше некоторой величины  $R_0$ , то  $v_I < v_0$ , иначе  $v_I > v_0$ ;

5) если  $R$  больше некоторой величины  $R_0$ , то  $v_I < v_0$ , иначе  $v_I > v_0$ .

**25.** Циклическая частота затухающих электромагнитных колебаний в общем случае равна... (С – ёмкость конденсатора, L – индуктивность катушки, R – сопротивление):

$$1) \omega = \sqrt{\frac{1}{LC} + \left(\frac{R}{2L}\right)^2}; \quad 2) \omega = \sqrt{\frac{1}{LC} + \left(\frac{R}{L}\right)^2};$$

$$3) \omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{2R}{L}\right)^2}; \quad 4) \omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{L}{R}\right)^2}; \quad 5) \omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}.$$

**26.** Колебания не могут возникнуть в контуре, если... (С – ёмкость конденсатора, L – индуктивность катушки, R – сопротивление):

$$1) \frac{2L}{R} < \sqrt{LC}; \quad 2) \frac{2R}{L} > \sqrt{LC}; \quad 3) \frac{R}{2L} > \sqrt{LC};$$

$$4) \frac{R}{2L} < \sqrt{\frac{1}{LC}}; \quad 5) \frac{R}{2L} > \sqrt{\frac{1}{LC}}.$$

**27.** Затухающие колебания могут возникнуть в контуре, если... (С – ёмкость конденсатора, L – индуктивность катушки, R – сопротивление):

$$1) \frac{2L}{R} < \sqrt{LC}; \quad 2) \frac{2R}{L} > \sqrt{LC}; \quad 3) \frac{R}{2L} > \sqrt{LC};$$

$$4) \frac{R}{2L} < \sqrt{\frac{1}{LC}}; \quad 5) \frac{R}{2L} > \sqrt{\frac{1}{LC}}.$$

**28.** Для вынужденных колебаний в колебательном контуре резонансом называется:

1) резкое возрастание амплитуды колебаний, возникающее при уменьшении активного сопротивления контура;

2) резкое возрастание амплитуды колебаний, возникающее при включении внешнего источника в процессе установления колебаний;

3) резкое возрастание амплитуды колебаний, возникающее при резком уменьшении коэффициента затухания контура;

4) резкое возрастание амплитуды колебаний, возникающее при совпадении частоты колебаний напряжения внешнего источника и собственной частоты электромагнитных колебаний в контуре.

**29.** При резонансе амплитуда вынужденных колебаний напряжения в колебательном контуре возрастает. Как зависит амплитуда вынужденных колебаний напряжения при резонансе от величины сопротивления контура?

1)  $u = ir$ , поэтому чем больше сопротивление, тем больше амплитуда колебаний;

2) амплитуда вынужденных колебаний не зависит от величины сопротивления;

3) чем больше сопротивление, тем меньше амплитуда колебаний;

4) зависимость амплитуды колебаний от сопротивления при резонансе в контуре имеет один ярко выраженный максимум.

**30.** При резонансе амплитуда вынужденных колебаний напряжения в колебательном контуре возрастает. Как зависит амплитуда вынужденных колебаний напряжения  $U$  при резонансе от величины индуктивности контура  $L$  ( $R$  – сопротивление контура,  $I$  – сила тока в контуре) ?

1)  $U = IR$ , поэтому амплитуда колебаний напряжения не зависит от индуктивности;

2) чем больше индуктивность, тем больше амплитуда колебаний;

3) чем больше индуктивность, тем меньше амплитуда колебаний;

4) зависимость амплитуды колебаний от индуктивности при резонансе в контуре имеет один ярко выраженный максимум.

**31.** Длиной упругой волны называется:

1) расстояние, которое проходит фронт волны в течение половины периода;

2) расстояние между двумя точками, колеблющимися с разностью фаз  $\pi$ ,

3) расстояние, которое проходит волна за единицу времени;

4) расстояние между двумя ближайшими точками, в которых колебания совершаются в одинаковых фазах;

5) кратчайшее расстояние между двумя точками, в которых в данный момент времени смещение частиц вещества равно нулю.

**32.** Волновой поверхностью в общем случае называется:

1) поверхность раздела двух сред (например, воды и воздуха), по которой распространяется волна;

2) геометрическое место точек, в которых в данный момент времени происходят колебания;

3) поверхность протяжённого источника плоских волн;

4) геометрическое место точек, в которых колебания совершаются в одинаковой фазе;

5) поверхность источника волн произвольной геометрической формы.

**33.** Плоская волна распространяется вдоль положительного направления оси  $Ox$ . Укажите среди приведённых ниже правильные утверждения ( $\lambda$  – длина волны,  $\omega$  – циклическая частота колебаний в волне,  $k$  – волновое число,  $v$  – скорость распространения волны,  $\varphi$  – фаза волны,  $t$  – время) :

А)  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ ;    Б)  $\varphi = \omega t - kx$ ;    В)  $k = \frac{v}{\omega}$ .

1) А, Б, В;

2) А и Б;

3) Б и В;

4) А и В;

5) все утверждения неверны.

**34.** Уравнение плоской волны имеет вид:

1)  $\xi = \xi_0 \cos(\omega t - k_x x - k_y y - k_z z + \alpha)$ ;

2)  $x = x_0 \cos(\omega t + \alpha)$ ;      3)  $\frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + 2\beta \frac{\partial \xi}{\partial t} + \omega_0^2 \xi = 0$ ;

4)  $\frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial z^2} = \frac{k^2}{\omega^2} \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2}$ ;      5)  $\frac{d^2 x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0$ .

**35.** Волновое уравнение имеет вид:

1)  $\xi = \xi_0 \cos(\omega t - k_x x - k_y y - k_z z + \alpha)$ ;

2)  $x = x_0 \cos(\omega t + \alpha)$ ;      3)  $\frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + 2\beta \frac{\partial \xi}{\partial t} + \omega_0^2 \xi = 0$ ;

4)  $\frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial z^2} = \frac{k^2}{\omega^2} \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2}$ ;      5)  $\frac{d^2 x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0$ .

**36.** Как следует изменить ёмкость конденсатора колебательного контура, чтобы уменьшить в 3 раза длину волны, на которую настроен этот контур?

1) увеличить в  $\sqrt{3}$  раз;

2) уменьшить в  $\sqrt{3}$  раз;

3) уменьшить в 9 раз;

4) увеличить в 3 раза;

5) уменьшить в 3 раза.

**37.** Как следует изменить индуктивность катушки колебательного контура, чтобы увеличить в 3 раза длину волны, на которую настроен этот контур?

1) увеличить в 9 раз;

2) увеличить в 3 раза;

3) уменьшить в 3 раза;

4) увеличить в  $\sqrt{3}$  раз;

5) уменьшить в  $\sqrt{3}$  раз.

**38.** Если звуковая волна с частотой колебаний 500 Гц распространяется в стальном стержне со скоростью 2 км/с, то расстояние между ближайшими точками волны, в которых колебания отличаются по фазе на  $\pi/2$ , будет равно:

- 1) 1 м;      1) 2 м;      2) 4 м;      4) 6 м;      5) 8 м.

**39.** Если звуковая волна с частотой колебаний 500 Гц распространяется в стальном стержне со скоростью 2 км/с, то расстояние между ближайшими точками волны, колебания в которых отличаются по фазе на  $\pi$ , будет равно:

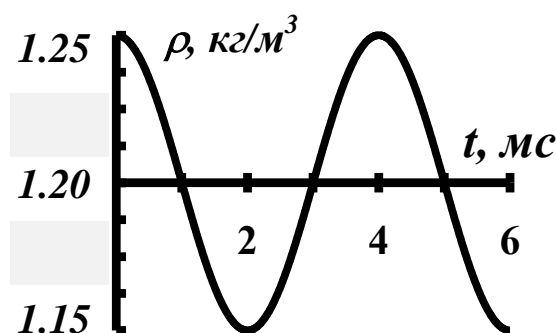
- 1) 1 м;      2) 2 м;      3) 4 м;      4) 6 м;      5) 8 м.

**40.** Расстояние между следующими друг за другом гребнями волны на поверхности воды 2,5 м. Если такая волна распространяется со скоростью 5 м/с, то частицы воды совершают колебания с частотой:

- 1) 2,00 Гц;      2) 12,50 Гц;      3) 0,25 Гц;  
4) 3,14 Гц;      5) 0,50 Гц.

**41.** На рисунке показан график колебаний плотности воздуха в звуковой волне. Согласно этому графику амплитуда колебаний плотности воздуха равна:

- 1) 1,2 кг/м<sup>3</sup>;      2) 1,25 кг/м<sup>3</sup>;  
3) 0,1 кг/м<sup>3</sup>;      4) 1,15 кг/м<sup>3</sup>;  
5) 0,05 кг/м<sup>3</sup>.



## Задачи с числовым ответом по теме «Колебания и волны»

**42.** Полный магнитный поток (потокосцепление) через поперечное сечение катушки  $\Psi = 0,1$  мВб. При какой силе тока энергия магнитного поля катушки равна  $W = 100$  мкДж? Ответ записать с точностью до целого числа.

**43.** Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью  $20$  мкФ и катушки индуктивностью  $200$  мГн. Максимальное напряжение на конденсаторе контура в процессе колебаний составляет  $100$  В. Какова сила тока в катушке в тот момент, когда напряжение на конденсаторе составляет  $60$  В? Ответ (в системе СИ) записать с точностью до десятых долей.

**44.** Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью  $C = 4000$  мкФ и катушки индуктивностью  $L = 1$  мГн. Чему равно активное сопротивление контура  $R$ , если логарифмический декремент затухания в контуре  $\delta = 0,314$ ? Считать, что затухание в контуре слабое,  $\pi = 3,14$ . Ответ записать с точностью до сотых долей.

**45.** Заряженный конденсатор ёмкостью  $200$  нФ подключили к катушке индуктивностью  $8$  мГн. Через какое наименьшее время после подключения энергия электрического поля конденсатора окажется равна утроенной энергии магнитного поля катушки? Ответ выразить в микросекундах и округлить до целых.

**46.** Определить скорость  $v$  распространения волны в упругой среде, если разность фаз колебаний двух точек среды, отстоящих друг от друга на  $20$  см, равна  $2\pi/3$ . Частота колебаний равна  $50$  Гц. Ответ записать в виде целого числа.

**47.** Найти амплитуду  $A$  результирующего колебания при сложении двух гармонических колебаний одинаковой частоты и одинакового направления  $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$  и  $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$  при условии  $\varphi_1 = 2\pi/3$ ,  $\varphi_2 = \pi$ ,  $A_1 = 1$  см,  $A_2 = 2$  см. Ответ выразить в сантиметрах и округлить до десятых долей.

## ВОЛНОВАЯ ОПТИКА

**Интерференционное поле от двух точечных источников. Опыт Юнга. Интерферометры. Интерференция в тонких пленках.**

**Принцип Гюйгенса–Френеля. Дифракция Френеля на простейших преградах. Дифракция Фраунгофера. Дифракционная решетка.**

**Форма и степень поляризации монохроматических волн. Получение и анализ линейно-поляризованного света. Закон Малюса. Закон Брюстера. Двойное лучепреломление.**

**48.** Электромагнитная волна, распространяясь в воздухе, падает на стекло. На границе «воздух-стекло» происходит:

- 1) увеличение скорости распространения волны;
- 2) уменьшение длины волны;
- 3) уменьшение частоты колебаний в волне;
- 4) увеличение длины волны;
- 5) увеличение частоты колебаний в волне.

**49.** При совместном распространении в некоторой области двух (или более) волн может происходить перераспределение (в данной области) среднего по времени потока энергии волнового поля. Это явление называется:

- 1) дисперсией;
- 2) поляризацией;
- 3) интерференцией;
- 4) дифракцией;
- 5) фокусировкой.

**50.** Имеются два немагнитных прозрачных вещества. Диэлектрическая проницаемость первого  $\varepsilon_1 = 2$ , второго  $\varepsilon_2 = 4$ . Изменится ли длина световой волны при переходе из первого вещества во второе? Если изменится, то как?

- 1) не изменится;
- 2) увеличится в 2 раза;
- 3) увеличится в 1,41 раза;
- 4) уменьшится в 2 раза;
- 5) уменьшится в 1,41 раза.

**51.** Имеются два немагнитных прозрачных вещества. Диэлектрическая проницаемость первого равна  $\varepsilon_1 = 1,5$ , а второго равна  $\varepsilon_2 = 3,0$ . Изменится ли частота колебаний световой волны при переходе из первого вещества во второе? Если изменится, то как?

- 1) не изменится;
- 2) увеличится в 1,41 раза;
- 3) увеличится в 4 раза;
- 4) уменьшится в 1,41 раза;
- 5) уменьшится в 4 раза.

**52.** Укажите условие наблюдения максимума интенсивности света при интерференции от 2-х различных точечных источников (например, двух лампочек), из спектра излучения которых выделены волны с одинаковой длиной  $\lambda$  ( $\Delta L$  – оптическая разность хода,  $k = 0, 1, 2, 3, \dots$ ).

- 1) Наблюдение интерференции в таких условиях невозможно;
- 2)  $\Delta L = \pm k\lambda$ ;
- 3)  $\Delta L = (2k + 1)\lambda$ ;
- 4)  $\Delta L = \pm(2k + 1)\frac{\lambda}{2}$ ;
- 5)  $\Delta L = \pm k\frac{\lambda}{2}$ .

**53.** Если две световых волны приходят в точку  $P$  экрана с постоянной разностью фаз, равной  $2\pi m$ , где  $m$  – целое число, то освещенность экрана в точке  $P$ :

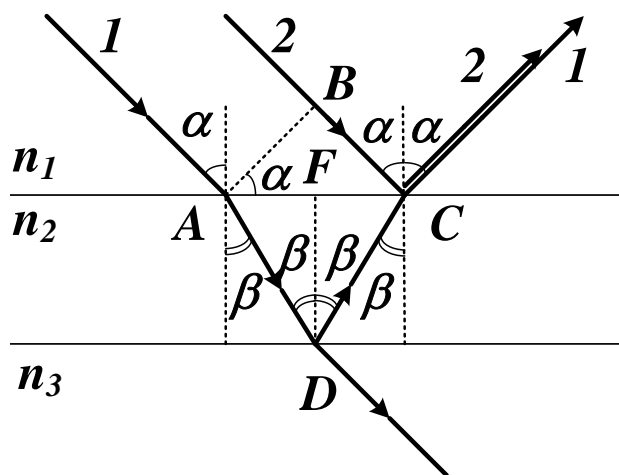
- 1) имеет локальный максимум;
- 2) имеет локальный минимум;
- 3) не отличается от освещенности в других точках экрана;
- 4) меньше среднего (по экрану) значения освещенности;
- 5) равна сумме освещенностей, создаваемых каждой из волн в отдельности при погашенной второй волне.



**54.** На экране наблюдают интерференционную картину, полученную от двух тонких щелей, испускающих монохроматическое излучение (опыт Юнга).  $d$  – расстояние между источниками, экран параллелен плоскости, в которой лежат источники,  $L$  – расстояние от источников до экрана,  $\lambda$  – длина волны света. Чему равно расстояние между второй и третьей светлыми полосами на экране?

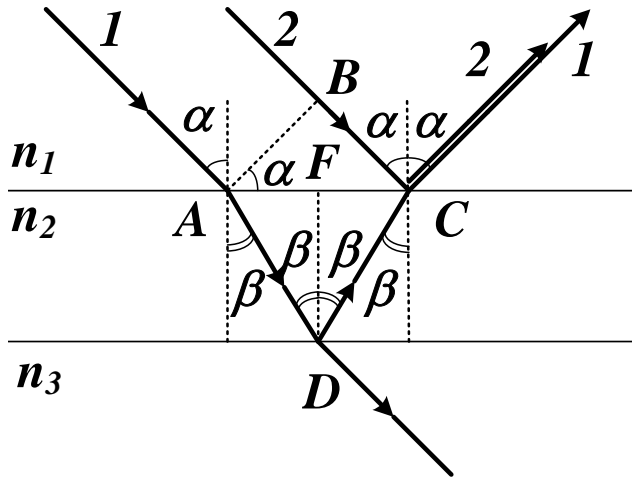
- 1)  $\Delta y = \frac{\lambda L}{2d}$ ;      2)  $\Delta y = \frac{d}{L} \cdot \frac{\lambda}{2}$ ;      3)  $\Delta y = \frac{L}{d} \cdot \lambda$ ;  
 4)  $\Delta y = \frac{d}{L} \cdot \lambda$ ;      5)  $\Delta y = \frac{d}{L} \cdot 2\lambda$ .

**55.** Монохроматическое излучение с длиной волны  $\lambda$  падает из воздуха ( $n_1 = 1$ ) на тонкую стеклянную пластинку ( $n_2 = 1,5$ ). Ниже стеклянной пластинки находится вода ( $n_3 = 1,33$ ).  $|AD|$  – длина отрезка AD на рисунке;  $|DC|$  – длина отрезка DC;  $|FD|$  – длина отрезка FD;  $|AC|$  – длина отрезка AC на рисунке;  $|BC|$  – длина отрезка BC;  $\alpha$  – угол падения;  $\beta$  – угол преломления. Чему равна оптическая разность хода  $\delta$  лучей 1 и 2, показанных на рисунке?



- 1)  $\delta = n_2 |AD| + n_2 |DC| - n_1 |BC| - \frac{\lambda}{2}$ ;  
 2)  $\delta = n_2 |AD| + n_2 |DC| - n_1 |BC|$ ;  
 3)  $\delta = n_2 |AD| - n_2 |DC| + n_1 |BC|$ ;  
 4)  $\delta = 2n_1 |FD| - n_1 |BC| - \frac{\lambda}{2}$ ;  
 5)  $\delta = 2n_2 |FD| - n_1 |BC|$ .

**56.** Монохроматическое излучение с длиной волны  $\lambda$  падает из воздуха ( $n_1 = 1,0$ ) на тонкую полимерную пленку ( $n_2 = 1,2$ ), нанесенную на стекло ( $n_3 = 1,5$ ).  $|AD|$  – длина отрезка AD на рисунке;



$|DC|$  – длина отрезка DC;  
 $|FD|$  – длина отрезка FD;

$|AC|$  – длина отрезка AC на рисунке;  $|BC|$  – длина отрезка BC;  
 $\alpha$  – угол падения;  $\beta$  – угол преломления. Чему равна оптическая разность хода  $\delta$  лучей 1 и 2, показанных на рисунке?

1)  $\delta = n_2|AD| + n_2|DC| - n_1|BC| - \frac{\lambda}{2}$ ;

2)  $\delta = n_2|AD| + n_2|DC| - n_1|BC|$ ;

3)  $\delta = n_2|AD| - n_2|DC| + n_1|BC|$ ;

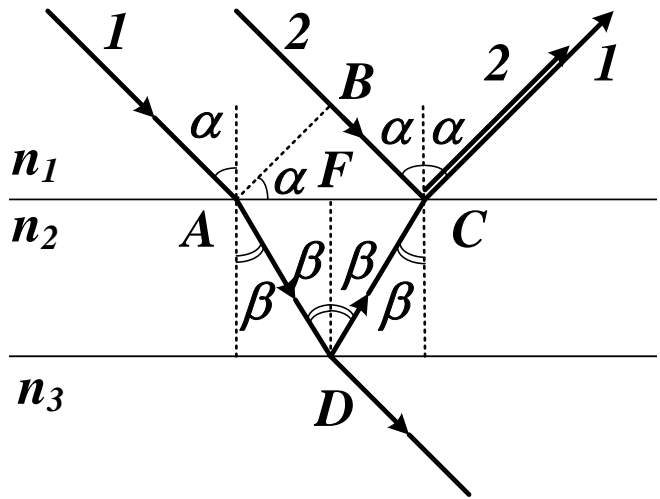
4)  $\delta = 2n_1|FD| - n_1|BC| - \frac{\lambda}{2}$ ;

5)  $\delta = 2n_2|FD| - n_1|BC|$ .

**57.** Установка для наблюдения колец Ньютона в проходящем свете освещается светом с длиной волны  $\lambda = 400$  нм, падающим нормально. Найти толщину воздушного зазора  $h$  в том месте, где наблюдается 2-е светлое кольцо.

- 1) 0,2 мкм; 2) 0,4 мкм; 3) 0,8 мкм; 4) 1,2 мкм; 5) 1,6 мкм.

**58.** Монохроматическое излучение с длиной волны  $\lambda$  падает из воздуха ( $n_1 = 1,0$ ) на тонкую масляную пленку ( $n_2 = 1,2$ ), на поверхности воды ( $n_3 = 1,33$ ).  $|AD|$  – длина отрезка AD на рисунке;  $|DC|$  – длина отрезка DC;  $|FD|$  – длина отрезка FD;  $|AC|$  – длина отрезка AC на рисунке;



$|BC|$  – длина отрезка BC;  $\alpha$  – угол падения;  $\beta$  – угол преломления. Чему равна оптическая разность хода  $\delta$  лучей 1 и 2, показанных на рисунке?

- 1)  $\delta = n_2|AD| + n_2|DC| - n_1|BC| - \frac{\lambda}{2}$
- 2)  $\delta = n_2|AD| + n_2|DC| - n_1|BC|$ ;
- 3)  $\delta = n_2|AD| - n_2|DC| + n_1|BC|$ ;
- 4)  $\delta = 2n_1|FD| - n_1|BC| - \frac{\lambda}{2}$ ;
- 5)  $\delta = 2n_2|FD| - n_1|BC|$ .

**59.** В установке для наблюдения интерференции расстояние между щелями Юнга  $d = 1$  мм; расстояние от щелей до экрана  $L = 1$  м, длина волны  $\lambda = 600$  нм. Найти расстояние между первой и второй светлыми полосами на экране.

- 1) 0,60 мм;      2) 0,15 мм;      3) 0,30 мм;
- 4) 2,4 мм;      5) 1,2 мм.

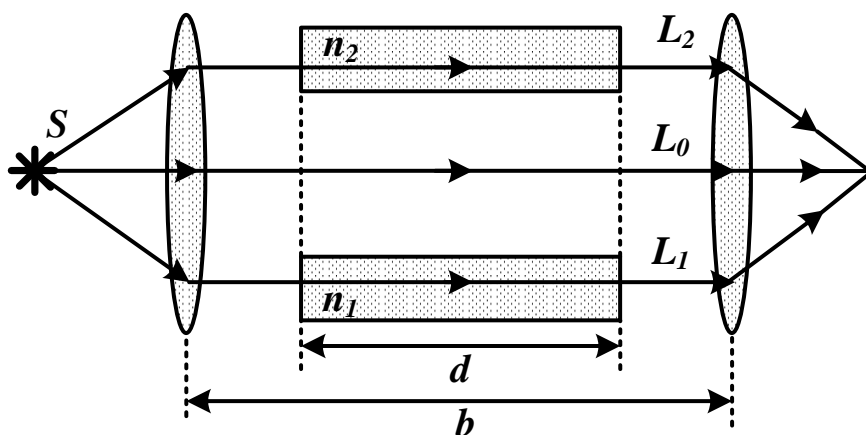
**60.** Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda = 400$  нм, падающим по нормали к поверхности пластинки. Наблюдение ведется в отраженном свете. Радиус кривизны линзы  $R = 10$  м. Найти радиус четвертого темного кольца.

- 1) 2 мм;      2) 2,7 мм;      3) 4 мм;      4) 4,5 мм;      5) 3,4 мм.

61. На стеклянную пластинку положена выпуклой стороной плосковыпуклая линза. При нормальном падении красного света на плоскую границу линзы радиус третьего темного кольца в отраженном свете был равен 0,8 мм. Каким будет радиус третьего светлого кольца в проходящем свете для той же линзы и той же длины волны?

- 1) 1,6 мм; 2) 2,4 мм; 3) 0,8 мм; 4) 0,4 мм; 5) 1,2 мм.

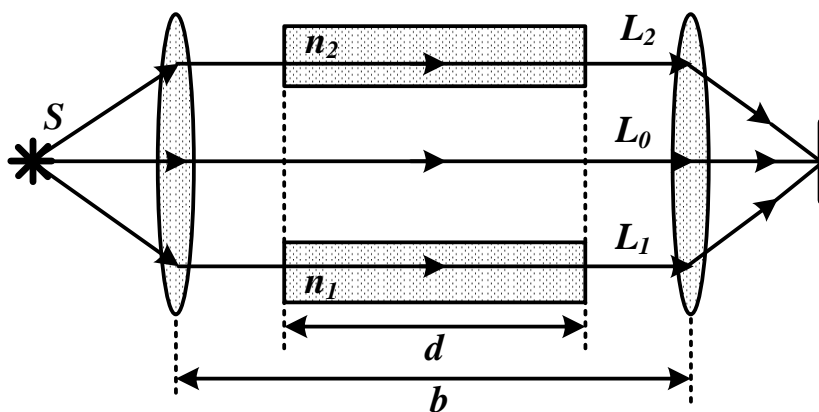
62. На рисунке показан ход лучей в интерферометре. Лучи  $L_0$ ,  $L_1$  и  $L_2$  от источника  $S$  проходят через первую линзу, затем лучи  $L_1$  и  $L_2$  приходят через кюветы с исследуемыми веществами (показатели преломления  $n_1$  и  $n_2$ ), после чего все три луча собираются при помощи второй линзы на прозрачном экране, расположенном так, что получившуюся интерференционную картину можно наблюдать. Какова оптическая разность хода между лучами  $L_1$  и  $L_2$ ?



- 1)  $\delta = n_1 d - n_2 d - \frac{\lambda}{2}$ ; 2)  $\delta = n_1 d - n_2 d$ ;  
 3)  $\delta = n_1 b - n_2 b - \frac{\lambda}{2}$ ; 4)  $\delta = n_1 b - n_2 b$ ;

5) для определения разности хода нужно знать фокусное расстояние обеих линз.

**63.** На рисунке показан ход лучей в интерферометре. Лучи  $L_0$ ,  $L_1$  и  $L_2$  от источника  $S$  проходят через первую линзу, затем лучи  $L_1$  и  $L_2$  приходят через кюветы с исследуемыми веществами (показатели преломления  $n_1$  и  $n_2$ ), а луч  $L_0$  распространяется в воздухе. После этого все три луча собираются при помощи второй линзы на прозрачном экране, расположенном так, что получившуюся интерференционную картину можно наблюдать. Какова оптическая разность хода между лучами  $L_1$  и  $L_0$ ?



1)  $\delta = (n_1 - n_2)d - \frac{\lambda}{2}$ ;

2)  $\delta = (n_1 - 1)d$ ;

3)  $\delta = n_1b - n_2b - \frac{\lambda}{2}$ ;

4)  $\delta = (n_1 - 1)d - \frac{\lambda}{2}$ ;

5) для определения разности хода нужно знать фокусное расстояние обеих линз.

**64.** Укажите слово, пропущенное в определении. «Совокупность явлений, наблюдаемых при распространении света в среде с резкими неоднородностями и связанных с отклонениями от законов геометрической оптики, называется ...».

1) дисперсией;

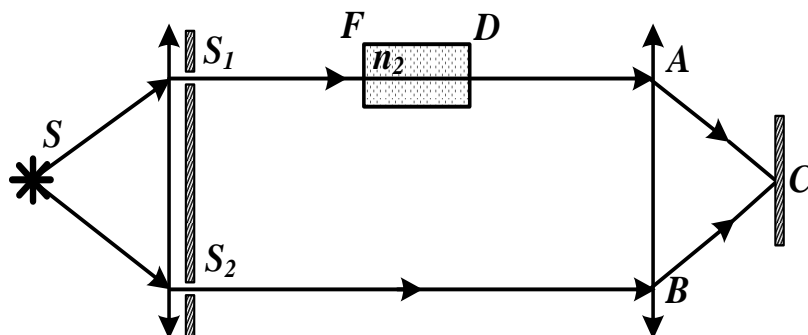
2) поляризацией;

3) интерференцией;

4) дифракцией;

5) поглощением.

65. На рисунке показана оптическая схема опыта по наблюдению интерференции.  $S$  – источник света;  $S_1$  и  $S_2$  – отверстия,  $FD$  – пластинка из прозрачного материала с показателем преломления  $n$ . Наблюдение ведётся в воздухе (показатель преломления  $n_B = 1$ ). Как правильно найти оптическую разность хода  $\delta$  между лучами, показанными на рисунке?



- 1)  $\delta = |S_2B| - |S_1A|$ ;      2)  $\delta = |S_2B| - |FD|n$ ;  
 3)  $\delta = |S_1A| - |FD|n$ ;      4)  $\delta = |FD|n$ ;  
 5)  $\delta = |FD|(n-1)$ .

66. Какие из приведенных утверждений верны ( $\lambda$  – длина волны излучения,  $n, m$  – номера зон Френеля)?

А. Разность хода между волнами, приходящими в точку наблюдения из двух соседних зон Френеля, равна  $\Delta L = \lambda/2$ .

Б. Разность хода между волнами, приходящими в точку наблюдения из двух соседних зон Френеля, равна  $\Delta L = \lambda$ .

В. Площади зон Френеля номер  $n$  и  $m$  относятся как  $n/m$ .

Г. Площади любых зон Френеля равны.

- 1) А и В;      2) Б и Г;      3) Б и В;  
 4) А и Г;      5) только А.

67. Укажите правильное выражение для радиусов зон Френеля при дифракции от точечного источника (дифракция Френеля). Здесь  $m$  – номер зоны,  $a$  – расстояние от источника до волновой поверхности,  $b$  – расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения,  $\lambda$  – длина волны,  $r_m$  – радиус зоны Френеля.

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

$$3) r_m = \sqrt{\frac{ab}{(a+b)}(m+\frac{1}{2})\lambda}; \quad 4) r_m = \sqrt{\frac{ab}{(a+b)}m\lambda};$$

$$5) r_m = \sqrt{bm\lambda}.$$

**68.** Привести правильное выражение для радиусов зон Френеля в предельном случае плоской волны. Здесь  $b$  – расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения,  $r_m$  – радиус  $m$  – й зоны (внешней ее границы),  $\lambda$  – длина волны.

$$1) r_m = \sqrt{bm\lambda}; \quad 2) r_m = \sqrt{b(m+1/2)\lambda};$$

$$3) r_m = \sqrt{b(m-1/2)\lambda}; \quad 4) r_m = \sqrt{b(2m+1)\lambda};$$

$$5) r_m = \sqrt{b(2m-1)\lambda}.$$

**69.** Непрозрачную ширму с отверстием освещают параллельным пучком монохроматического света с длиной волны 500 нм. На расстоянии 3 м от ширмы находится экран. При этом в отверстии укладывается только одна зона Френеля. На каком расстоянии от ширмы должен находиться экран, чтобы в отверстии укладывались три зоны Френеля?

$$1) 9 \text{ м}; \quad 2) 5,2 \text{ м}; \quad 3) 1,73 \text{ м}; \quad 4) 1 \text{ м}; \quad 5) 0,33 \text{ м}.$$

**70.** При падении плоской монохроматической световой волны нормально плоскости щели шириной  $a$  условия для наблюдения любого из максимумов интенсивности света, исключая центральный, имеют вид ( $\varphi_m$  – угол дифракции,  $\lambda$  – длина волны,  $m = 0, 1, 2, 3, \dots$ ):

$$1) a \sin \varphi_m = \pm(2m+1) \frac{\lambda}{2}; \quad 2) a \sin \varphi_m = \pm 2m \frac{\lambda}{2};$$

$$3) \frac{\lambda}{2} \sin \varphi_m = \pm(2m+1)a; \quad 4) \lambda \sin \varphi_m = \pm 2m \frac{a}{2};$$

5) нет правильного ответа.

**71.** На дифракционную решетку, имеющую период 2 мкм, нормально падает монохроматическая волна. Под углом  $30^\circ$  наблюдается максимум второго порядка. Чему равна длина волны падающего света?

$$1) 5 \cdot 10^{-7} \text{ м}; \quad 2) 10 \cdot 10^{-7} \text{ м}; \quad 3) 2,8 \cdot 10^{-7} \text{ м};$$

$$4) 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ м}; \quad 5) 4 \cdot 10^{-7} \text{ м}.$$

**72.** Плоский волновой фронт падает на непрозрачную преграду с малым отверстием, диаметр которого 1 мм. Излучение, монохроматическое с длиной волны 500 нм. Экран, на котором наблюдают дифракционную картину, отстоит от преграды на 5 м. На каком расстоянии от центра дифракционной картины находится первый минимум освещенности?

$$1) 1,25 \text{ мм}; \quad 2) 5 \text{ мм}; \quad 3) 2,5 \text{ мм};$$

$$4) 10 \text{ мм}; \quad 5) 12,5 \text{ мм}.$$

**73.** Если на дифракционной решетке нанесено  $N = 12\,500$  штрихов на длине  $l = 2,5$  см, то наибольший наблюдаемый с помощью этой решетки порядок спектра излучения с длиной волны  $\lambda = 600$  нм равен:

$$1) 5; \quad 2) 1; \quad 3) 2; \quad 4) 3; \quad 5) 4.$$

**74.** Дифракционная решетка имеет 50 штрихов на 1 мм длины. Под каким углом виден главный максимум второго порядка света с длиной волны 400 нм?

$$1) \arcsin 0,02; \quad 2) \arcsin 0,04; \quad 3) \arcsin 0,002;$$

$$4) \arcsin 0,004; \quad 5) \arcsin 0,008.$$



**75.** Определить наибольший порядок спектра для  $\lambda = 600$  нм, если постоянная дифракционной решетки  $d = 4$  мкм и свет на решетку падает нормально.

- 1) 4;      2) 6;      3) 7;      4) 8;      5) 9.

**76.** Что называется поляризованным светом?

1) световая волна, электрические колебания которой упорядочены каким-либо образом;

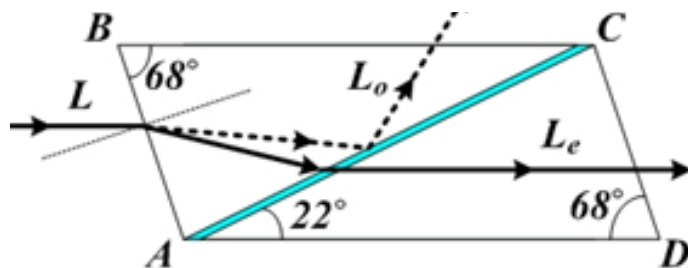
2) световая волна, в которой колебания вектора электрического и магнитного поля ориентированы взаимно перпендикулярно;

3) световая волна, в которой существует не только поперечная, но и продольная компонента векторов электрического и магнитного полей;

4) световая волна, в которой обнаруживается асимметрия в распределении векторов электрического поля относительно направления распространения луча;

5) световая волна, в которой существуют только продольные компоненты векторов электрического и магнитного полей.

**76.** Оптическая схема какого устройства изображена на рисунке?



- 1) бипризма Николя;  
 2) ячейка Керра;  
 3) бипризма Френеля;  
 4) интерферометр Майкельсона;  
 5) двухлучевой интерферометр.

**78.** Свет, отраженный от поверхности, поляризуется в наибольшей степени, если:

- 1) угол падения равен углу отражения;

- 2) сумма угла падения и угла отражения составляет  $90^\circ$ ;
- 3) угол преломления больше угла падения на  $90^\circ$ ;
- 4) угол отражения равен  $90^\circ$ ;
- 5) сумма угла падения и угла преломления составляет  $90^\circ$ .

**79.** На поляризатор падает плоско поляризованный свет интенсивностью  $I_0$ . Интенсивность света, вышедшего из поляризатора,  $I_1 = 0,6I_0$ . Какой будет интенсивность света, выходящего из поляризатора, если плоскость поляризатора повернуть на  $90^\circ$  вокруг луча?

- 1) 0;      2)  $0,4I_0$ ;      3)  $0,6I_0$ ;      4)  $0,8I_0$ ;      5)  $I_0$ .

**80.** В чём состоит эффект Керра?

1) эффектом Керра называется возникновение искусственной анизотропии, приводящее к поляризации света, в результате воздействия магнитного поля;

2) эффектом Керра называется поляризация света под действием магнитного поля;

3) эффектом Керра называется возникновение в результате воздействия электрического поля искусственной анизотропии среды, приводящее к поляризации света, проходящего через эту среду;

4) эффектом Керра называется поляризация света под действием электрического поля;

5) эффектом Керра называется возникновение в результате воздействия механических напряжений искусственной анизотропии среды, приводящее к поляризации света, проходящего через эту среду.

**81.** Найти угол между плоскостями поляризации поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света, проходящего через поляризатор и анализатор, уменьшается в 4 раза:

- 1)  $24^\circ$ ;      2)  $30^\circ$ ;      3)  $45^\circ$ ;      4)  $53^\circ$ ;      5)  $60^\circ$ .

**82.** На поляризатор падает плоско поляризованный свет интенсивностью  $I_0$ . Интенсивность света, вышедшего из поляризатора,  $I_1 = 0,2I_0$ . Какой будет интенсивность света, выходящего из поляризатора, если плоскость поляризатора повернуть на  $90^\circ$  вокруг луча?

- 1) 0;      2)  $0,4I_0$ ;      3)  $0,6I_0$ ;      4)  $0,8I_0$ ;      5)  $0,2I_0$ .

**83.** При каком соотношении величин углов падения, преломления и отражения естественный свет при падении на границу раздела двух сред становится линейно поляризованным? Обозначения:  $\alpha$  – угол падения,  $\beta$  – угол преломления,  $\gamma$  – угол отражения.

- 1)  $\alpha = \beta = \gamma$ ;      2)  $\alpha = \beta \neq \gamma$ ;  
3)  $\alpha + \beta = \pi/2$ ;      4)  $\alpha + \beta = \gamma$ ;      5)  $\alpha + \beta = \pi$ .

**84.** Естественный свет падает на систему из двух поляризаторов, расположенных так, что угол между их плоскостями поляризации составляет  $45^\circ$ . Интенсивность падающего света  $I_0$ . Какова интенсивность света на выходе из системы?

- 1)  $\frac{I_0}{\sqrt{2}}$ ;      2)  $\frac{I_0}{2\sqrt{2}}$ ;      3)  $I_0$ ;      4)  $\frac{1}{2}I_0$ ;      5)  $\frac{1}{4}I_0$ .

**85.** Как изменится интенсивность естественного света, прошедшего сквозь две призмы Николя, если угол между их плоскостями поляризации равен  $60$  градусам и потери света отсутствуют?

- 1) уменьшится в 8 раз;      2) уменьшится в 2 раза;  
3) уменьшится в 1,73 раза;      4) уменьшится в 1,3 раза;  
5) уменьшится в 4 раза.

## КВАНТОВЫЕ СВОЙСТВА ИЗЛУЧЕНИЯ

**Излучение нагретых тел. Спектральные характеристики теплового излучения. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана и Вина. Абсолютно черное тело. Квантовое объяснение законов теплового излучения.**

**Корпускулярно-волновой дуализм света. Фотоэффект и эффект Комптона. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.**

**86.** Интегральная энергетическая светимость  $R$  нагретого тела это:

1) энергия, излучаемая нагретым телом в единицу времени с единицы площади поверхности в виде электромагнитных волн с данной частотой (длиной волны);

2) энергия, излучаемая нагретым телом в единицу времени со всей площади поверхности тела в виде электромагнитных волн с данной частотой (длиной волны);

3) энергия, излучаемая нагретым телом в единицу времени с единицы площади поверхности в виде электромагнитных волн со всеми возможными частотами (длинами волн);

4) энергия, излучаемая нагретым телом в единицу времени со всей площади поверхности тела в виде электромагнитных волн со всеми возможными частотами (длинами волн).

**87.** Моделью абсолютно чёрного тела считают:

1) тело, поглощающее всякое падающее на него излучение и не излучающее электромагнитных волн;

2) тело, поглощающее всякое падающее на него излучение и излучающее электромагнитные волны различной длины;

3) тело, имеющее поверхность, покрытую поглощающим материалом;

4) тело, в единицу времени излучающее столько же энергии, сколько оно поглощает за то же время;

5) тело очень большой массы, обладающее столь сильным гравитационным полем, что никакие частицы, включая кванты света фотоны, приблизившись к нему на определённое расстояние, не могут от него удалиться.

**88.** В теории теплового излучения нагретых тел используется модель абсолютно чёрного тела. При этом считается, что нагретое чёрное тело:

- 1) находится в термодинамическом равновесии с полостью, в которую оно заключено;
- 2) не находится в термодинамическом равновесии, так как всё время испускает энергию в виде электромагнитных волн;
- 3) не находится в термодинамическом равновесии, так как поглощает всё излучение, падающее на его поверхность;
- 4) находится в термодинамическом равновесии с электромагнитным излучением, заполняющим полость вокруг тела.

**89.** Чему равна испускательная способность абсолютно черного тела?

- 1) 1;
- 2) универсальной функции Кирхгофа;
- 3) 0;
- 4) константе из закона смещения Вина;
- 5) константе из закона Стефана–Больцмана.

**90.** Укажите высказывание, которое противоречит закону Кирхгофа:

- 1) отношение испускательной и поглощательной способностей любого тела равно испускательной способности абсолютно черного тела;
- 2) отношение испускательной и поглощательной способностей любого тела не зависит от природы тела;
- 3) отношение испускательной и поглощательной способностей любого тела зависит только от частоты излучения и температуры тела;
- 4) отношение испускательной и поглощательной способностей для всех тел есть постоянная величина;
- 5) отношение испускательной и поглощательной способностей любого тела есть универсальная функция частоты и температуры.

**91.** Температура абсолютно черного тела  $T = 2890$  К. Определить длину волны, на которую приходится максимум испускательной способности  $r_{\lambda, T}$ :

- 1) 1 мкм;      2) 2 мкм;      3) 19 мкм;      4) 2,3 мкм;      5) 2,9 мкм.

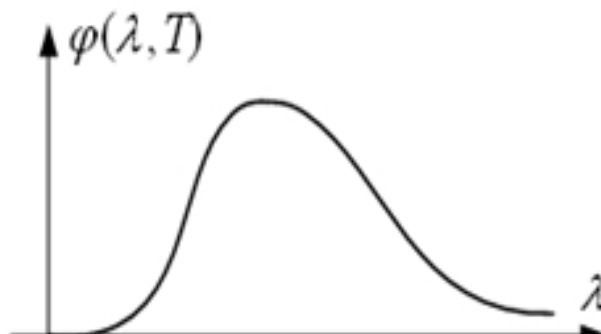
**92.** В каких единицах измеряется в системе СИ испускательная способность тела  $r_{\omega, T}$ ?

- 1) Вт/м<sup>2</sup>;              2) Вт/м<sup>3</sup>;              3) Дж/м<sup>2</sup>;  
4) Дж/м<sup>3</sup>;              5) безразмерна.

**93.** Укажите единицы измерения интегральной энергетической светимости  $R$  в системе СИ:

- 1) Вт/м<sup>2</sup>;              2)  $\frac{Вт}{м^2 \cdot с}$ ;              3)  $\frac{Дж}{К \cdot с}$ ;  
4)  $\frac{Вт}{м^3}$ ;              5) Дж/м<sup>2</sup>.

**95.** На рисунке представлен график зависимости универсальной функции Кирхгофа от длины волны при фиксированной температуре. Как изменится площадь, ограниченная графиком и осью



$O\lambda$ , при уменьшении температуры в 2 раза?

- 1) уменьшится в 2 раза;      2) уменьшится в 4 раза;  
3) уменьшится в 8 раз;      4) уменьшится в 16 раз;  
5) не изменится.

**94.** Определите (приблизённо) мощность излучения абсолютно черного тела при температуре  $T = 200$  К. Площадь поверхности чёрного тела  $1$  м<sup>2</sup>:

- 1) 740 Вт;              2) 90 Вт;              3) 46000 кВт;  
4) 46 Вт;              5) 11930 Вт.

**96.** Выберите из предложенных формул соотношение, правильно отражающее закон Стефана–Больцмана. ( $r(\lambda, T)$  – испускательная способность тела,  $T$  – температура,  $\lambda_m$  – длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости,  $R_\lambda$  – энергетическая светимость):

- 1)  $\lambda_m \cdot T = const$ ;    2)  $\frac{r(\lambda_m, T)}{T^5} = const$ ;    3)  $\frac{R_\lambda}{T^4} = const$ ;  
 4)  $\frac{R_\lambda}{T^2} = const$ ;    5)  $\frac{\lambda_m}{T} = const$ .

**97.** Определите энергетическую светимость  $R$  тела, если площадь его излучающей поверхности  $S = 10 \text{ см}^2$ , а мощность излучения  $N = 0,5 \text{ кВт}$ .

- 1)  $500 \text{ кВт/м}^2$ ;    2)  $400 \text{ кВт/м}^2$ ;    3)  $350 \text{ кВт/м}^2$ ;  
 4)  $250 \text{ кВт/м}^2$ ;    5)  $150 \text{ кВт/м}^2$ .

**98.** Три тела, обладающие разными коэффициентами нечёрности, нагреты до одинаковой температуры и находятся в состоянии термодинамического равновесия с окружающим их излучением. Первое тело абсолютно чёрное,  $k_1 = 1$ , коэффициенты нечёрности для второго и третьего  $k_2 = 0,6$  и  $k_3 = 0,3$ . Укажите правильное соотношение между излучательными способностями (светимостями) тел  $r_1$ ,  $r_2$  и  $r_3$ :

- 1)  $r_1 < r_2 < r_3$ ;    2)  $r_1 > r_2 > r_3$ ;  
 3)  $r_2 < r_3$ , абсолютно чёрное тело не излучает;  
 4)  $r_2 > r_3$ , абсолютно чёрное тело не излучает;  
 5)  $r_1 = r_2 = r_3$ , так как излучательная способность тела зависит только от его температуры.

**99.** Выберите из предложенных формул соотношение, правильно отражающее закон смещения Вина ( $R_\nu$  – энергетическая светимость,  $T$  – температура,  $\lambda_m$  – длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости,  $r_{\lambda_m}$  – максимальное значение спектральной плотности энергетической светимости)

- 1)  $\lambda_m \cdot T = const$ ;      2)  $\frac{r_{\lambda_m}}{T^5} = const$ ;      3)  $\frac{R_\nu}{T^4} = const$ ;  
 4)  $\frac{R_\nu}{T^2} = const$ ;      5)  $\frac{\lambda_m}{T} = const$ .

**100.** До какой температуры нагрето тело, если максимум спектральной плотности его излучения приходится на волну с длиной  $\lambda_0 = 2,886$  мкм?

- 1) 8330 К;    2) 509 К;    3) 1960 К;    4) 1000 К;    5) 5,6 К.

**101.** Испускательная способность  $r_{\omega,T}$  некоторого гипотетического тела при постоянной температуре  $T$  задаётся функцией

$$r_\omega = \begin{cases} 0, & \omega < \omega_1; \\ \rho, & \omega_1 \leq \omega \leq \omega_2; \\ 0, & \omega > \omega_2. \end{cases}$$

где  $\rho$  – положительная постоянная. Найти энергетическую светимость  $R$  этого тела:

- 1)  $R = (\omega_2 - \omega_1)\rho^4$ ;      2)  $R = \frac{(\omega_2 - \omega_1)}{\rho}$ ;  
 3)  $R = \rho(\omega_2 - \omega_1)$ ;      4)  $R = \sigma(\omega_2 - \omega_1)\rho^4$ ;  
 5)  $R = \frac{\rho}{(\omega_2 - \omega_1)}$ .



**102.** Какова мощность излучения тела с площадью поверхности  $2 \text{ м}^2$ , нагретого до температуры  $727^\circ \text{ С}$ ? Коэффициент нечёрности  $k = 0,5$ :

- 1)  $15,8 \text{ кВт}$ ; 2)  $5,8 \cdot 10^9 \text{ Вт}$ ; 3)  $158 \text{ Вт}$ ;  
4)  $56,7 \text{ кВт}$ ; 5)  $2,1 \cdot 10^9 \text{ Вт}$ .

**103.** Частота волны коротковолновой границы тормозного рентгеновского излучения определяется соотношением ( $e$  – элементарный заряд,  $h$  – постоянная Планка,  $U$  – напряжение между анодом и катодом рентгеновской трубки):

- 1)  $\nu = \frac{h}{eU}$ ; 2)  $\nu = \frac{eU}{h}$ ; 3)  $\nu = \frac{U}{eh}$ ;  
4)  $\nu = \frac{eh}{U}$ ; 5)  $\nu = ehU$ .

**104.** Частота фотона тормозного рентгеновского излучения  $\nu$  связана с напряжением между анодом и катодом  $U$  следующим соотношением ( $e$  – элементарный заряд,  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$  – постоянная Планка):

- 1)  $2\pi\nu h \leq eU$ ; 2)  $2\pi\nu h \geq eU$ ; 3)  $\nu h \geq eU$ ;  
4)  $\nu h \leq eU$ ; 5)  $\pi\nu h \leq eU$ .

**105.** Выберите верное продолжение фразы. Коротковолновая граница тормозного рентгеновского спектра:

- 1) не зависит от напряжения на рентгеновской трубке;  
2) представляет собой характеристику материала антикатада рентгеновской трубки;  
3) это величина, определяющая ограничение снизу на энергию испускаемых рентгеновской трубкой фотонов;  
4) зависит только от напряжения на рентгеновской трубке;  
5) зависит как от напряжения на рентгеновской трубке, так и от материала антикатада.

**106.** Рентгеновская трубка работает при напряжении  $U = 20$  кВ. Найти максимальную энергию фотонов, испускаемых трубкой.

- 1)  $0,8 \cdot 10^{-15}$  Дж;      2)  $1,25 \cdot 10^{-15}$  Дж;      3)  $3,2 \cdot 10^{-15}$  Дж;  
4)  $0,8 \cdot 10^{-14}$  Дж;      5)  $1,25 \cdot 10^{-14}$  Дж.

**107.** Что происходит при увеличении напряжения между анодом и катодом рентгеновской трубки?

- 1) возрастает длина волны коротковолновой границы тормозного излучения;
- 2) уменьшается частота коротковолновой границы тормозного излучения;
- 3) уменьшается длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности мощности тормозного излучения;
- 4) увеличивается длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности мощности тормозного излучения;
- 5) нет правильного ответа.

**108.** Что происходит при уменьшении напряжения между анодом и катодом рентгеновской трубки?

- 1) возрастает частота коротковолновой границы тормозного излучения;
- 2) уменьшается частота коротковолновой границы тормозного излучения;
- 3) уменьшается длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности мощности тормозного излучения;
- 4) увеличивается длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности мощности тормозного излучения;
- 5) нет правильного ответа.

**109.** Длина волны коротковолновой границы тормозного рентгеновского излучения определяется соотношением ( $e$  – элементарный заряд,  $h$  – постоянная Планка,  $c$  – скорость света,  $U$  – напряжение между катодом и анодом)

$$\begin{array}{lll}
 1) \lambda = \frac{eU}{hc}; & 2) \lambda = \frac{hc}{eU}; & 3) \lambda = \frac{2\pi hc}{eU}; \\
 4) \lambda = \frac{hc}{2\pi eU}; & 5) \lambda = \frac{2hc}{\pi eU}. &
 \end{array}$$

**110.** Рассмотрим следующие утверждения:

А) Свет излучается и поглощается порциями – квантами, энергия которых  $E = h\nu$ .

Б) Свет распространяется как поток частиц – фотонов, энергия которых  $E = h\nu$ .

В) В процессе распространения свет проявляет волновые свойства.

Укажите, какие из этих утверждений справедливы.

- 1) только А; 2) только В; 3) только А и Б;  
 4) все три; 5) только А и В.

**111.** Связь между энергией  $E$  и импульсом  $p$  фотона имеет вид ( $h$  – постоянная Планка,  $c$  – скорость света):

$$\begin{array}{lll}
 1) p = hE; & 2) p = \frac{E}{h}; & 3) p = \sqrt{2Ec}; \\
 4) p = \frac{E}{c}; & 5) p = \frac{h}{E}. &
 \end{array}$$

**112.** Импульс фотона может быть вычислен по формуле ( $h$  – постоянная Планка,  $c$  – скорость света,  $\lambda$  – длина волны излучения):

$$\begin{array}{lll} 1) p = \frac{\lambda}{h}; & 2) p = \frac{hc}{\lambda}; & 3) p = \frac{h}{\lambda}; \\ 4) p = \frac{hc}{2\pi\lambda}; & 5) p = \frac{h}{2\pi\lambda}. & \end{array}$$

**113.** В опыте по наблюдению внешнего фотоэффекта пластину из металла с работой выхода 2,1 эВ сначала освещали светом с частотой  $3 \cdot 10^{14}$  Гц. Затем частоту излучения увеличили в 2 раза, оставив неизменной его интенсивность (т.е. энергию, падающую на единицу площади в единицу времени). В результате сила фототока:

- 1) увеличилась в 2 раза;
- 2) осталась неизменной;
- 3) уменьшилась в 2 раза;
- 4) осталась равной нулю;
- 5) возросла от нуля до некоторого значения  $I$ .

**114.** Два образца из одного из того же металла облучаются ультрафиолетом: первый – частоты  $\nu_0$ , второй – частоты  $2\nu_0$ . Максимальная скорость фотоэлектронов во втором случае в 1,5 раза выше, чем в первом. Определите работу выхода электронов для данного металла:

- 1)  $0,75h\nu_0$ ;
- 2)  $0,5h\nu_0$ ;
- 3)  $0,25h\nu_0$ ;
- 4)  $0,2h\nu_0$ ;
- 5)  $1,25h\nu_0$ .

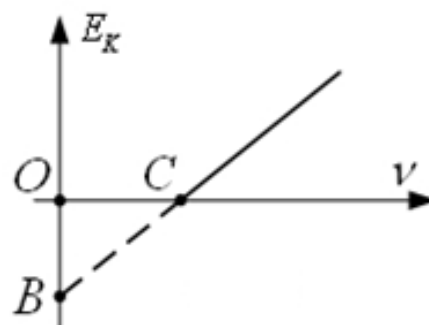
**115.** Два образца из одного из того же металла облучаются ультрафиолетом: первый – частоты  $\nu_0$ , второй – частоты  $2\nu_0$ . Запирающее напряжение оказалось во втором случае в 3 раза выше, чем в первом. Определите работу выхода электронов для данного металла:

- 1)  $0,75h\nu_0$ ;
- 2)  $0,5h\nu_0$ ;
- 3)  $2h\nu_0$ ;
- 4)  $0,67h\nu_0$ ;
- 5)  $1,5h\nu_0$ .

**116.** Два образца из одного из того же металла облучаются ультрафиолетом: первый – частоты  $\nu_0$ , второй – частоты  $1,5\nu_0$ . Запирающее напряжение оказалось во втором случае в 2,5 раза выше, чем в первом. Определите красную границу фотоэффекта для данного металла:

- 1)  $0,5\nu_0$ ;                      2)  $0,75\nu_0$ ;                      3)  $2\nu_0$ ;  
 4)  $0,67\nu_0$ ;                      5)  $1,5\nu_0$ .

**117.** На рисунке представлен график зависимости максимальной кинетической энергии электронов, испускаемых фотокатодом, от частоты падающего монохроматического излучения. Работа выхода электронов для материала катода численно равна:



- 1) длине отрезка  $OC$ ;  
 2) длине отрезка  $OB$ ;  
 3) длине отрезка  $BC$ ;  
 4) тангенсу угла наклона графика к оси  $O\nu$ ;  
 5) тангенсу угла наклона графика к оси  $OE_k$ .

**118.** Энергия фотона может быть вычислена по формуле ( $h$  – постоянная Планка,  $\hbar = h/2\pi$ ,  $c$  – скорость света,  $\omega$  – циклическая частота,  $\nu$  – частота):

- 1)  $E = \frac{h\nu}{c}$ ;                      2)  $E = \hbar\omega$ ;                      3)  $E = \frac{h\lambda}{c}$ ;  
 4)  $E = \frac{\hbar c}{\lambda}$ ;                      5)  $E = \hbar\nu$ .

**119.** В опыте по наблюдению внешнего фотоэффекта пластину из металла с работой выхода 2,1 эВ сначала освещали светом с частотой  $6 \cdot 10^{14}$  Гц. При этом протекал фототок  $I_1$ . Затем частоту излучения уменьшили в 2 раза и одновременно в 1,5 раза увеличили его интенсивность (т.е. энергию, падающую на единицу площади в единицу времени). В результате сила фототока:

- 1) увеличилась в 1,5 раза;
- 2) увеличилась в 2 раза;
- 3) увеличилась в 3 раза;
- 4) стала равна нулю;
- 5) стала равна 0,75 от первоначальной.

**121.** Изменение длины волны излучения в эффекте Комптона определяется выражением ( $\lambda_c$  – комптоновская длина волны электрона,  $\vartheta$  – угол рассеяния):

- 1)  $\Delta\lambda = \lambda_c (1 + \cos \vartheta)$ ;
- 2)  $\Delta\lambda = \lambda_c (1 + \sin \vartheta)$ ;
- 3)  $\Delta\lambda = \lambda_c (1 - \sin \vartheta)$ ;
- 4)  $\Delta\lambda = \lambda_c (1 - \cos \vartheta)$ ;
- 5) нет правильного ответа.

**122.** Эффект Комптона состоит в том, что:

1) при облучении атомов некоторого вещества потоком электронов энергия некоторой части электронов уменьшается, что приводит к увеличению длины их волн;

2) при облучении атомов некоторого вещества потоком электронов длина волны рентгеновского излучения, испускаемого атомами, увеличивается;

3) при облучении атомов некоторого вещества потоком электронов длина волны рентгеновского излучения, испускаемого атомами, уменьшается;

4) в результате столкновений рентгеновских фотонов с электронами в спектре рентгеновского излучения появляется дополнительная линия с длиной волны больше, чем у излучения, которым облучали вещество;

5) в результате столкновений фотонов с электронами в спектре рентгеновского излучения атомов вещества появляются дополнительные линии с длиной волны *меньше*, чем у характеристического излучения атомов вещества.

**123.** Какое из приведенных ниже утверждений правильно описывает эффект Комптона?

1) изменение длины волны при рассеянии излучения зависит только от длины волны падающего излучения и природы рассеивающего вещества;

2) изменение длины волны при рассеянии излучения зависит только от угла рассеяния;

3) изменение длины волны при рассеянии излучения зависит только от длины волны падающего излучения и угла рассеяния;

4) изменение длины волны при рассеянии излучения зависит только от длины волны падающего излучения, угла рассеяния и природы рассеивающего вещества;

5) все приведенные утверждения неправильно описывают эффект Комптона.

**124.** В эффекте Комптона рассеянное излучение содержит две компоненты: несмещенную с длиной волны  $\lambda$  (длина волны падающего на рассеивающее вещество излучения) и смещенную с длиной волны  $\lambda' = \lambda + \Delta\lambda$ . Выберите верное утверждение.

1) величина  $\Delta\lambda$  зависит от рода вещества, но всегда положительна;

2) величина  $\Delta\lambda$  зависит от  $\lambda$ , но всегда отрицательна;

3) величина  $\Delta\lambda$  не зависит от  $\lambda$ ;

4) интенсивность смещенной компоненты  $\lambda'$  не зависит от атомного номера вещества;

5) основной процесс, определяющий эффект Комптона, – испускание фотона длины волны смещенной компоненты  $\lambda'$  при переходе атома рассеивающего вещества из возбужденного в основное состояние.

**125.** Укажите, какие из перечисленных ниже физических фактов, явлений, опытов и т.д. невозможно понять, не прибегая к квантовым представлениям:

А) существование красной границы фотоэффекта;

Б) наличие на экране за освещаемой преградой светлого пятна в области геометрической тени (пятно Пуассона);

В) некогерентность двух монохроматических волн с разными частотами;

Г) эффект Комптона;

Д) наличие коротковолновой границы тормозного рентгеновского спектра.

- 1) А, Б, Д;    2) А, В, Д;    3) Б, В, Г;  
4) А, Г, Д;    5) В, Г, Д.

**126.** Найдите энергию фотона, для которого длина волны совпадает с комптоновской длиной волны для электрона. Ответ округлите до одной значащей цифры.

- 1) 200 кэВ;    2) 300 кэВ;    3) 400 кэВ;    4) 500 кэВ;    5) 600 кэВ.

**127.** Комптоновская длина волны для электрона  $\lambda_c = 2,43$  пм. Длина волны излучения, рассеянного под углом  $\theta = 60^\circ$ , в 1,2 раза превышает длину волны падающего излучения  $\lambda$ . Найдите  $\lambda$ :

- 1) 6,08 пм;    2) 2,03 пм;    3) 1,74 пм;    4) 1,01 пм;    5) 0,814 пм.

**128.** Какое из приведенных ниже утверждений является *неправильным*?

1) энергия фотона увеличивается при увеличении интенсивности света;

2) энергии фотона возрастает с увеличением частоты света;

3) энергия фотона уменьшается при увеличении длины волны света;



- 4) энергия фотона уменьшается при уменьшении импульса фотона;
- 5) нет неправильного ответа (все утверждения верны).

**129.** Какие величины сохраняются при эффекте Комптона для системы фотон - электрон?

- 1) только суммарный импульс системы;
- 2) только полная релятивистская энергия системы;
- 3) суммарный импульс и полная релятивистская энергия системы;
- 4) импульс и полная релятивистская энергия фотона;
- 5) импульс и полная релятивистская энергия электрона.

**130.** Комптоновская длина волны определяется выражением:

$$1) \lambda_c = \frac{h}{mc}; \quad 2) \lambda_c = \frac{mc}{h}; \quad 3) \lambda_c = \frac{2\pi h}{mc};$$
$$4) \lambda_c = \frac{mc}{2\pi h}; \quad 5) \lambda_c = \frac{\pi h}{mc}.$$

## ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

**Боровская модель атома водорода. Гипотеза де Бройля. Принцип неопределенности Гейзенберга. Волновая функция. Уравнение Шредингера. Квантовая частица в одномерной потенциальной яме. Стационарное уравнение Шредингера для атома водорода. Правила отбора для квантовых переходов.**

**131.** Комптоновская длина волны частицы в 1,2 раза больше длины волны де-Бройля. Найдите отношение скорости частицы к скорости света в вакууме:

- 1) 0,66; 2) 0,71; 3) 0,77; 4) 0,83; 5) 0,89.

**132.** Зависимость циклической частоты волны де-Бройля от волнового числа для нерелятивистской частицы имеет вид:

- 1)  $\omega = \text{const} / k^2$ ; 2)  $\omega = \text{const} / k$ ;  
3)  $\omega = \text{const} \cdot \sqrt{k}$ ; 4)  $\omega = \text{const} \cdot k$ ;  
5).  $\omega = \text{const} \cdot k^2$ .

**133.** Найти длину волны де-Бройля для протона, движущегося со скоростью  $c/2$ . Масса протона  $m_0 = 1,67 \cdot 10^{-27}$  кг.

- 1)  $0,57 \cdot 10^{-15}$  м; 2)  $2,3 \cdot 10^{-15}$  м; 3)  $3,7 \cdot 10^{-15}$  м;  
4)  $0,34 \cdot 10^{-12}$  м; 5)  $4,2 \cdot 10^{-12}$  м.

**134.** Электрон движется со скоростью  $v = 2,3 \cdot 10^6$  м/с в металлической пылинке диаметром  $d = 1$  мкм. Используя соотношения неопределенностей с правой частью  $\hbar/2$ , оценить относительную погрешность  $\delta = \Delta v / v$ , с которой определена скорость электрона:

- 1)  $5 \cdot 10^{-2}$ ; 2)  $5 \cdot 10^{-3}$ ; 3)  $5 \cdot 10^{-4}$ ; 4)  $5 \cdot 10^{-5}$ ; 5)  $5 \cdot 10^{-6}$ .

**135.** В серии Лаймана минимальная энергия фотона равна  $\mathcal{E}_{21} = 10,2$  эВ. Найти минимальную энергию фотона в серии Бальмера.

- 1) 0,66 эВ;    2) 1,5 эВ;    3) 1,9 эВ;    4) 2,6 эВ;    5) 3,4 эВ.

**136.** Обозначим:  $\hbar$  – постоянная Планка,  $\Delta$  – оператор Лапласа,  $\vec{\nabla}$  – набла-оператор Гамильтона,  $m$  – масса микро-частицы,  $U(\vec{r}, t)$  – потенциальная энергия микро-частицы. Выберите неверное утверждение из приведенных ниже:

1) оператор координаты  $x$  совпадает с оператором умножения на координату  $x$ ;

2) оператор проекции импульса на ось  $ox$ :  $\hat{p}_x = -i\hbar \cdot \partial / \partial x$ ;

3) оператор вектора импульса:  $\hat{\vec{p}} = -i\hbar \cdot \vec{\nabla}$ ;

4) оператор кинетической энергии:  $\hat{T} = -\frac{\hbar^2}{2m} \cdot \Delta$ ;

5) оператор Гамильтона (оператор энергии):  $\hat{H} = -\frac{\hbar^2}{2m} \cdot \Delta - U(\vec{r}, t)$ .

**137.** Стационарное состояние частицы описывается нормированной функцией

$$\psi = \psi(x) = \begin{cases} A |1 - \cos(2\pi x/b)|^{1/2}, & x \in (0, b), \\ 0, & x \notin (0, b). \end{cases}$$

Выразите нормировочную постоянную  $A$  через положительную постоянную  $b$ :

- 1)  $A = b$ ;                      2)  $A = \sqrt{b}$ ;                      3)  $A = \sqrt{1/b}$ ;  
 4)  $A = \sqrt{2/b^2}$ ;                      5)  $A = \sqrt{6/b^3}$ .

**138.** Протон и  $\alpha$ -частица ( $q = +2e$ , масса в 4 раза больше массы протона) прошли одинаковую ускоряющую разность потенциалов. Укажите правильное соотношение между длинами волн де Бройля протона ( $\lambda_p$ ) и  $\alpha$ -частицы ( $\lambda_\alpha$ ). Величина ускоряющей разности потенциалов такова, что движение частиц не является релятивистским:

- 1)  $\lambda_p/\lambda_\alpha = 2$ ;                      2)  $\lambda_p/\lambda_\alpha = 1,41$ ;  
 3)  $\lambda_p/\lambda_\alpha = 2,82$ ;                4)  $\lambda_p/\lambda_\alpha = 8$ ;            5)  $\lambda_p/\lambda_\alpha = 4$ .

**139.** Сравните длины волн де Бройля для электрона  $\lambda_e$  и протона  $\lambda_p$ , прошедших одну и ту же ускоряющую разность потенциалов. Величина ускоряющей разности потенциалов такова, что движение частиц можно описать формулами классической механики:

- 1)  $\lambda_e/\lambda_p = 42,8$ ;    2)  $\lambda_e/\lambda_p = 1836$ ;    3)  $\lambda_e/\lambda_p = 367$ ;  
 4)  $\lambda_e/\lambda_p = 13,2$ ;    5)  $\lambda_e/\lambda_p = 234$ .

**140.** Протон и  $\alpha$ -частица ( $q = +2e$ , масса в 4 раза больше массы протона) движутся с одинаковой скоростью (много меньше скорости света в вакууме). Укажите правильное соотношение между длинами волн де Бройля протона ( $\lambda_p$ ) и  $\alpha$ -частицы ( $\lambda_\alpha$ ):

- 1)  $\lambda_p/\lambda_\alpha = 2$ ;                      2)  $\lambda_p/\lambda_\alpha = 0,5$ ;  
 3)  $\lambda_p/\lambda_\alpha = 4$ ;                      4)  $\lambda_p/\lambda_\alpha = 0,25$ ;  
 5) по имеющимся данным невозможно дать точный ответ.

**141.** Отношение длин волн де Бройля для нерелятивистских электрона ( $m_1, \lambda_1$ ) и протона ( $m_2, \lambda_2$ ), прошедших одинаковую разность потенциалов, равно:

$$1) \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{m_1}{m_2}; \quad 2) \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}}; \quad 3) \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{m_2}{m_1};$$

$$4) \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}; \quad 5) \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \left(\frac{m_2}{m_1}\right)^2.$$

**142.** Как изменилась длина волны де Бройля нерелятивистского электрона, если его кинетическая энергия возросла в 9 раз?

- 1) увеличилась в 3 раза;                      2) уменьшилась в 3 раза;  
 3) увеличилась в 9 раз;                      4) уменьшилась в 9 раз;  
 5) не изменилась, так как в обоих случаях это та же частица – электрон.

**143.** Энергия фотона, испущенного атомом водорода при переходе из состояния со значением главного квантового числа  $n_1 = 4$  в состояние с  $n_2 = 1$ , равна:

- 1) 10,2 эВ;                      2) 12,36 эВ;                      3) 1,89 эВ;  
 4) 2,55 эВ;                      5) 12,75 эВ.

**144.** Энергия фотона, поглощенного атомом водорода при переходе из состояния со значением главного квантового числа  $n_1 = 2$  в состояние с  $n_2 = 3$ , равна:

- 1) 10,2 эВ;                      2) 12,36 эВ;                      3) 1,89 эВ;  
 4) 2,55 эВ;                      5) 12,75 эВ.

**145.** Энергия фотона, поглощенного атомом водорода при переходе из состояния со значением главного квантового числа  $n_1 = 2$  в состояние с  $n_2 = 4$ , равна:

- 1) 10,2 эВ;                      2) 12,36 эВ;                      3) 1,89 эВ;  
 4) 2,55 эВ;                      5) 12,75 эВ.

**146.** Энергия фотона, испущенного атомом водорода при переходе из состояния со значением главного квантового числа  $n_1 = 3$  в состояние с  $n_2 = 1$ , равна:

- 1) 10,2 эВ;            2) 12,36 эВ;            3) 1,89 эВ;  
4) 12,09 эВ;            5) 12,75 эВ.

**147.** Энергия фотона, испущенного атомом водорода при переходе из состояния со значением главного квантового числа  $n_1 = 4$  в состояние с  $n_2 = 3$ , равна:

- 1) 0,66 эВ;            2) 12,36 эВ;            3) 1,89 эВ;  
4) 2,55 эВ;            5) 12,75 эВ.

**148.** Вероятность  $P$  обнаружить частицу в интервале  $x_1 < x < x_2$  определяется равенством ( $\psi_n(x)$  – нормированная собственная волновая функция, отвечающая данному состоянию):

- 1)  $P = \int_{x_1}^{x_2} \psi_n(x) dx$  ;            2)  $P = \int_{x_1}^{x_2} \psi_n(x)^2 dx$  ;  
3)  $P = \int_{x_1}^{x_2} |\psi_n(x)| dx$  ;            4)  $P = \int_{x_1}^{x_2} |\psi_n(x)|^2 dx$  ;  
5)  $P = \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{|\psi_n(x)|} dx$  .

**149.** Укажите неправильное высказывание:

- 1) волновая функция должна быть непрерывной;  
2) волновая функция должна быть дифференцируемой;  
3) волновая функция должна быть ограниченной;  
4) волновая функция может быть комплексной;

5) волновая функция может неограниченно возрастать только в случае, когда аргумент стремится к бесконечности.

**150.** Укажите правильное утверждение.

Микрочастица имеет непрерывный спектр значений энергии, если она движется:

А – в стационарном силовом поле в ограниченной области пространства;

Б – в стационарном силовом поле, причём её координаты могут изменяться без ограничений;

В – в отсутствие внешнего силового поля.

- 1) А и В;                      2) только В;                      3) только Б;  
4) только А;                      5) Б и В.

**151.** Укажите правильное утверждение.

Микрочастица имеет дискретный спектр значений энергии, если она движется:

А – в стационарном силовом поле в ограниченной области пространства;

Б – в стационарном силовом поле, причём её координаты могут изменяться без ограничений;

В – в отсутствие внешнего силового поля.

- 1) А и В;                      2) только В;                      3) только Б;  
4) только А;                      5) Б и В.

**152.** Частица массы  $m$  находится в одномерной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Ширина ямы равна  $d$ . Какое из приведённых уравнений правильно отражает граничное условие в точке  $x = d$  для волновой функции этой частицы в состоянии с энергией  $E_l$ ? Потенциальная энергия частицы стремится к бесконечности в точках с координатами  $x < 0$  и  $x > d$ :

$$1) A \sin\left(\sqrt{\frac{2mE_1}{\hbar^2}} \cdot d + \alpha\right) = B \sin\left(\sqrt{\frac{2mE_2}{\hbar^2}} \cdot d + \beta\right);$$

$$2) A \sin\sqrt{\frac{2mE_1}{\hbar^2}} \cdot d = B e^{\sqrt{\frac{2mE_1}{\hbar^2}} \cdot d};$$

$$3) A \sin\sqrt{\frac{2mE_1}{\hbar^2}} \cdot d = 0;$$

$$4) A \cos\sqrt{\frac{2mE_1}{\hbar^2}} \cdot d = B e^{\sqrt{\frac{2mE_1}{\hbar^2}} \cdot d};$$

$$5) A \cos\left(\sqrt{\frac{2mE_1}{\hbar^2}} \cdot d + \alpha\right) = B \cos\left(\sqrt{\frac{2mE_2}{\hbar^2}} \cdot d + \beta\right).$$

**153.** Как изменится величина момента импульса электрона  $L$  в атоме при переходе из  $1s$ -состояния в  $2p$ -состояние ( $\hbar$  – постоянная Планка)?

- 1)  $\Delta L = \hbar$ ;                      2)  $\Delta L = 2\hbar$ ;                      3)  $\Delta L = 0$ ;  
 4)  $\Delta L = 1,41\hbar$ ;                      5)  $\Delta L = 1,035\hbar$ .

**154.** Как изменится величина момента импульса электрона  $L$  в атоме при переходе из  $2s$ -состояния в  $2p$ -состояние, где  $\hbar$  – постоянная Планка?

- 1)  $\Delta L = 0$ ;                      2)  $\Delta L = \hbar$ ;                      3)  $\Delta L = 1,41\hbar$ ;  
 4)  $\Delta L = 2\hbar$ ;                      5)  $\Delta L = 1,035\hbar$ .

**155.** Как изменится величина момента импульса электрона  $L$  в атоме при переходе из  $2s$ -состояния в  $3s$ -состояние ( $\hbar$  – постоянная Планка)?

- 1)  $\Delta L = 0$ ;                      2)  $\Delta L = \hbar$ ;                      3)  $\Delta L = 1,5\hbar$ ;  
 4)  $\Delta L = 1,035\hbar$ ;                      5)  $\Delta L = 3,46\hbar$ .



**156.** Как изменится величина момента импульса электрона  $L$  в атоме при переходе из  $1s$ -состояния в  $3d$ -состояние ( $\hbar$  – постоянная Планка)?

- 1)  $\Delta L = 2\hbar$ ;                      2)  $\Delta L = \hbar$ ;                      3)  $\Delta L = 1,41\hbar$ ;  
4)  $\Delta L = 2,45\hbar$ ;                      5)  $\Delta L = 3,46\hbar$ .

**157.** Как изменится величина момента импульса электрона  $L$  в атоме при переходе из  $2s$ -состояния в  $3d$ -состояние ( $\hbar$  – постоянная Планка)?

- 1)  $\Delta L = 2\hbar$ ;                      2)  $\Delta L = \hbar$ ;                      3)  $\Delta L = 1,41\hbar$ ;  
4)  $\Delta L = 2,45\hbar$ ;                      5)  $\Delta L = 3,46\hbar$ .

**158.** Как изменится величина момента импульса электрона  $L$  в атоме при переходе из  $2p$ -состояния в  $3d$ -состояние ( $\hbar$  – постоянная Планка)?

- 1)  $\Delta L = \hbar$ ;                      2)  $\Delta L = 2\hbar$ ;                      3)  $\Delta L = 1,41\hbar$ ;  
4)  $\Delta L = 1,035\hbar$ ;                      5)  $\Delta L = 3\hbar$ .

**159.** Как изменится величина момента импульса электрона  $L$  в атоме при переходе из  $2p$ -состояния в  $3p$ -состояние ( $\hbar$  – постоянная Планка)?

- 1)  $\Delta L = 0$ ;                      2)  $\Delta L = \hbar$ ;                      3)  $\Delta L = 1,41\hbar$ ;  
4)  $\Delta L = 2\hbar$ ;                      5)  $\Delta L = 1,035\hbar$ .

**160.** Некоторое состояние электрона в атоме водорода характеризуется значением азимутального (орбитального) квантового числа  $\ell = 2$ . Сколько значений может принимать проекция вектора орбитального момента импульса электрона?

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

**161.** Состояние электрона в атоме водорода описывается значением главного квантового число  $n = 2$ . Азимутальное (орбитальное) квантовое число при этом может принимать значения:

- 1)  $\ell = 0, \ell = 1$ ;
- 2)  $\ell = \pm 2$ ;
- 3)  $\ell = 0$  и  $\ell = \pm 1$ ;
- 4)  $\ell = 0, \ell = 1, \ell = 2$ ;
- 5)  $\ell = 0, \ell = \pm 1, \ell = \pm 2$ .

**162.** Найдите правильное продолжение.

Принцип неопределенности Гейзенберга:

- 1) запрещает существование стационарных состояний для квантовых систем;
- 2) запрещает состояние покоя для микрочастицы, находящейся в области с конечными размерами;
- 3) утверждает, что любые две физические величины могут быть измерены одновременно со сколь угодно высокой точностью;
- 4) утверждает, что никакие две физические величины не могут быть измерены одновременно со сколь угодно высокой точностью;
- 5) неприменим к объектам, которые не являются элементарными, например, к атомам.

## Задачи с числовым ответом по темам «Оптика» и «Квантовая физика»

**159.** Между стеклянной пластинкой и лежащей на ней плосковыпуклой линзой находится жидкость. При наблюдении в отраженном свете, длина волны которого  $\lambda = 450$  нм, радиус третьего светлого кольца Ньютона  $r_3 = 0,50$  мм. Найти показатель преломления жидкости, если радиус линзы  $R = 0,30$  м. Известно, что показатель преломления жидкости больше, чем показатель преломления стеклянной пластинки, лежащей под линзой. Ответ округлить до сотых (1,62).

**160.** Нормально к поверхности дифракционной решетки падает монохроматический свет. Постоянная дифракционной решетки в  $n = 11,9$  раза больше длины волны света. Найти общее число  $N$  дифракционных максимумов, которые можно наблюдать в этом случае (23).

**161.** Свет от удаленного монохроматического источника с длиной волны  $\lambda = 600$  нм падает нормально на диафрагму с диаметром отверстия  $d = 6$  мм. За диафрагмой на расстоянии  $\ell = 3$  м от нее находится экран. Какое количество зон Френеля открывает диафрагма? (5)/

**162.** Посередине между экраном и источником света помещена диафрагма с круглым отверстием. Дифракционная картина наблюдается на расстоянии  $\ell = 2,0$  м от точечного источника монохроматического света с  $\lambda = 490$  нм. При каком радиусе  $R$  отверстия центр дифракционной картины, наблюдаемой на экране, будет наиболее темным? Ответ выразить в миллиметрах и округлить до десятых (0,7).

**163.** Луч света проходит через плоскопараллельную пластину, расположенную в вакууме. Показатель преломления вещества пластины  $n = \sqrt{3}$ , толщина пластины  $b = 0,2$  мм. Угол падения луча на пластину  $\alpha = 60^\circ$ . Найти оптическую длину пути луча в пластине. Ответ, выраженный в мм, округлить до десятых (0,4).

**164.** Пучок естественного света падает на систему из  $N = 2$  николей, плоскость пропускания каждого из которых повернута на угол  $\varphi = 30^\circ$  относительно плоскости пропускания предыдущего николя. Определить, во сколько раз интенсивность естественного света уменьшается в результате прохождения через эту оптическую систему. Потери на отражение и поглощение не учитывать. Ответ округлить до десятых (2,7).

**165.** Световой поток мощностью 9 Вт нормально падает на поверхность площадью 10 см, коэффициент отражения для которой равен 0,8. Какое давление испытывает при этом поверхность? Ответ выразить в микропаскалях, округлив до целых (54) .

**166.** Определить площадь излучающей поверхности нагретого тела, если мощность излучения равна  $W = 0,8$  кВт, а максимум испускательной способности приходится на длину волны  $\lambda_m = 1,443$  мкм. Коэффициент нечёрности для данного тела равен  $k = 0,176$ . Ответ выразить в см<sup>2</sup> и округлить до целых чисел (50).

**167.** Фотон с длиной волны  $\lambda = 19,89$  пм рассеялся на свободном электроны, в результате чего угол рассеяния составил  $60^\circ$ . Какую энергию получил электрон отдачи? Ответ выразить в фемтоджоулях (1 фДж =  $1 \cdot 10^{-15}$  Дж), округлив до десятых долей (0,6).

**168.** Частица с зарядом  $q = 3,2 \cdot 10^{-19}$  Кл движется по окружности радиусом  $R = 0,01$  м в однородном магнитном поле индукцией  $B = 0,02$  Тл. Определить длину волны де Бройля  $\lambda$  для частицы. Ответ выразить в пм и округлить до целого числа (10).

**169.** Первоначально покоившийся электрон ускорен электрическим полем. Ускоряющее напряжение  $U$ , элементарный заряд  $e$  и энергия покоя электрона  $E_0$  связаны равенством  $eU = 0,5E_0$ . Найти длину волны де Бройля ускоренного электрона. Ответ, выраженный в метрах, умножить на  $10^{12}$  и полученное число округлить до сотых.

**170.** Переход электрона в атоме водорода из состояния с номером  $n$  в основное состояние сопровождается испусканием фотона с длиной волны  $\lambda = 102,6$  нм. Найти отношение радиуса электронной орбиты с номером  $n$  к радиусу первой боровской орбиты (9).

**171.** Состояние частицы в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной  $\ell$  с бесконечно высокими стенками описывается нормированной (на единицу) волновой функцией  $\psi(x) = \sqrt{2/\ell} \sin(\pi x/\ell)$ . Найти вероятность того, что частица находится в области  $x \in (0, \ell/3)$ . Ответ округлить до сотых (0,20).

**172.** Состояние частицы в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной  $\ell$  с бесконечно высокими стенками описывается нормированной (на единицу) волновой функцией  $\psi(x) = \sqrt{2/\ell} \sin(\pi x/\ell)$ . Найти вероятность того, что частица находится в области  $x \in (\ell/3, 2\ell/3)$ . Ответ округлить до сотых.

## СОДЕРЖАНИЕ

Колебания и волны.....	3
Волновая оптика.....	15
Квантовые свойства излучения.....	28
Основы квантовой механики.....	42
Задачи с числовым ответом по темам «Оптика» и «Квантовая физика»	52

**Колпачева Ольга Валерьевна  
Колпачев Алексей Борисович  
Погорелов Евгений Николаевич**

**ТЕСТЫ  
для контроля знаний  
по дисциплине  
ФИЗИКА  
Часть 3**

Ответственный за выпуск Колпачев А.Б.  
Редактор Селезнева Н.И.  
Корректор Надточий З.И.

Подписано к печати 27.09.2016 г.

Заказ № Тираж 30 экз.

Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Усл. п.л. – 3,5. Уч.-изд. л. –3,3.

---

Издательство Южного федерального университета  
344091, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 200/1.  
Тел. (863)2478051.

Отпечатано в Секторе обеспечения полиграфической  
продукцией кампуса в г. Таганроге отдела полиграфической,  
корпоративной и сувенирной продукции  
ИПК КИБИ МЕДИА ЦЕНТРА ЮФУ.  
ГСП 17А, Таганрог, 28, Энгельса, 1.  
Тел. (8634)371717, 371655