

**Министерство образования Республики Беларусь**

**Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого»**

**Кафедра «Физика и электротехника»**

**ФИЗИКА  
ОПТИКА, АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА**

**ПРАКТИКУМ  
по выполнению тестовых заданий  
для студентов технических специальностей  
заочной формы обучения**

**Гомель 2020**

УДК 535+539.18(075.8)  
ББК 22.34я73  
Ф50

*Рекомендовано научно-методическим советом  
энергетического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого  
(протокол № 6 от 26.02.2019 г.)*

Составители: *П. А. Хило, И. И. Злотников*

Рецензент: доц. каф. «Высшая математика» ГГТУ им. П. О. Сухого  
канд. физ.-мат. наук *В. И. Лашкевич*

**Физика.** Оптика, атомная и ядерная физика : практикум по выполнению тестовых заданий для студентов техн. специальностей заоч. формы обучения / сост.: П. А. Хило, И. И. Злотников. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2020. – 46 с. – Систем. требования: РС не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Содержит подборку типовых тестовых заданий различной степени сложности по разделу курса физики «Оптика, атомная и ядерная физика» и краткий теоретический материал.  
Для студентов технических специальностей заочной формы обучения.

УДК 535+539.18(075.8)  
ББК 22.34я73

© Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2020

## Предисловие

Практикум по разделу «Оптика, атомная и ядерная физика» курса «Физика» содержит краткий теоретический материал, основные формулы и подборку тестовых задач различной степени сложности. Приводится так же справочный материал.

Тестовые задания составлены в соответствии с требованиями общеобразовательных стандартов и типовых учебных программ по курсу «Физика» для студентов технических специальностей.

Практикум направлен на проверку знаний основных законов и положений данного раздела физики и может использоваться на экзаменах, зачетах, а также на практических занятиях и для самостоятельной работы студентов заочного отделения.

Практикум послужит дополнительным источником для самостоятельной работы студентов заочной формы обучения, будет способствовать повышению их уровня знаний. Тестовые задания содержат задачи с ответами, один или несколько из которых являются правильными. Часть задач предполагает установление правильного соответствия между понятиями и формулами двух множеств физических величин.

## Основные законы и формулы

Условие максимума интерференции	$\Delta = \pm m\lambda$ ( $m = 0, 1, 2, \dots$ ), $\lambda$ – длина волны в вакууме, $\Delta$ – оптическая разность хода
Условие минимума интерференции	$\Delta = \pm(2m - 1)\frac{\lambda}{2}$ , ( $m = 1, 2, \dots$ )
Оптическая разность хода в опыте Юнга	$\Delta = \frac{xd}{L}$ , $x$ – координата точки экрана, $d$ – расстояние между источниками, $L$ – расстояние до экрана.
Ширина интерференционных полос в опыте Юнга	$\Delta x = \frac{\lambda L}{d}$
Оптическая разность хода в тонких пленках в отраженном свете	$\Delta = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i} \pm \frac{\lambda}{2}$ , $d$ – толщина пленки, $n$ – показатель преломления среды, $i$ – угол падения
Радиусы светлых и темных колец Ньютона в проходящем (или темных и светлых – в отраженном)	$r_m = \sqrt{m\lambda R}$ , ( $m = 1, 2, \dots$ )  $r_m = \sqrt{(2m - 1)\frac{\lambda}{2}R}$ , ( $m = 1, 2, \dots$ )
Радиус $k$ -ой зоны Френеля для сферической волны	$r_k = \sqrt{\frac{ab}{a+b}k\lambda}$ , ( $k = 1, 2, \dots$ ) $a$ – расстояние от источника до фронта волны, $b$ – расстояние от фронта волны до экрана

Радиус  $k$ -ой зоны Френеля для плоской волны

$$r_k = \sqrt{bk\lambda}$$

( $k = 1, 2, \dots$ )

Условие максимума интенсивности при дифракции плоской волны на щели

$$b \sin \varphi = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$$

( $k = 1, 2, \dots$ ),  
 $b$  – ширина щели,  $\varphi$  – угол дифракции

Условие минимума интенсивности при дифракции на щели

$$b \sin \varphi = k\lambda$$

( $k = 1, 2, \dots$ )

Условие главных максимумов при дифракции на дифракционной решетке

$$d \sin \varphi = \pm k\lambda$$

( $k = 0, 1, 2, \dots$ ),  
 $d$  - период решетки,  $\varphi$  - угол дифракции

Закон Малюса

$$I = I_0 \cos^2 \alpha$$

$I$  – интенсивность поляризованного света, прошедшего через поляризатор,  $I_0$  – интенсивность поляризованного света, падающего на поляризатор,  $\alpha$  – угол между вектором  $\vec{E}$  и осью поляризатора

Степень поляризации

$$P = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}}$$

$I_{max}, I_{min}$  – максимальная и минимальная интенсивности света, пропускаемого поляризатором

Закон Стефана-Больцмана

$$R = \sigma T^4$$

$R$  – энергетическая светимость,  $T$  - абсолютная температура,  $\sigma$  – постоянная Стефана-Больцмана

Закон Вина

$$\lambda_{max} = \frac{b}{T},$$

$\lambda_{max}$  – длина волны, на которую приходится максимум испускательной способности,  $b$  – постоянная Вина

Закон Брюстера

$$\operatorname{tg} i_{op} = \frac{n_2}{n_1}$$

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта

$$h\nu = A + T_{max},$$

$h\nu$  – энергия кванта,  $A$  – работа выхода электрона из металла,  $T_{max}$  – максимальная кинетическая энергия электрона,  $h$  – постоянная Планка

Красная граница фотоэффекта

$$\nu_{min} = \frac{A}{h},$$

Задерживающий потенциал

$$eU_s = T_{max} = \frac{m\nu_{max}^2}{2}$$

Закон радиоактивного распада

$$N = N_0 \exp[-\lambda t],$$

$N$  – число нераспавшихся ядер к моменту времени  $t$ ,  $N_0$  – первоначальное число ядер,  $\lambda$  – постоянная распада,

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T},$$

$T$  – период полураспада числа ядер, распавшихся за время  $t$

$$A = +\lambda N = N_0 \exp[-\lambda t]$$

Активность изотопа

### Вариант 1

1. Под каким углом  $\alpha$  должен упасть луч на стекло (показатель преломления стекла  $n=1,73$ ), чтобы угол преломления  $\beta$  оказался в два раза меньше угла падения?

- а)  $20^\circ$       б)  $30^\circ$       в)  $45^\circ$       г)  $60^\circ$

2. Установите соответствие между определением и его математическим выражением.

Определение	Математическое выражение
а) оптическая разность хода	1) $\frac{2\pi}{\lambda} \Delta$
б) разность фаз колебаний	2) $(n_2 - n_1) l$
в) фаза колебания	3) $\frac{2\pi}{\lambda}$
г) волновое число	4) $(\omega t - kx)$

3. На стеклянный клин ( $n=1,5$ ) нормально к его грани падает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda=600$  нм. В возникшей при этом интерференционной картине на отрезке длиной  $l=1$  см наблюдается 10 полос. Определить угол при вершине клина.

- а)  $2 \cdot 10^{-4}$  рад      б)  $1,6 \cdot 10^{-3}$  рад      в)  $1 \cdot 10^{-3}$  рад      г)  $5 \cdot 10^{-4}$  рад

4. От двух когерентных источников  $S_1$  и  $S_2$  ( $\lambda = 0,8 \cdot \text{мкм}$ ) лучи попадают на экран. На экране наблюдается интерференционная картина. Когда на пути одного из лучей перпендикулярно ему поместили мыльную пленку ( $n = 1,33$ ), интерференционная картина изменилась на противоположную. При какой наименьшей толщине  $d_{\min}$  пленки это возможно?

- а) 4,22 мкм      б) 3,73 мкм      в) 2,58 мкм      г) 1,21 мкм

5. На дифракционную решетку в направлении нормали к ее поверхности падает монохроматический свет. Период решетки  $d=2$  мкм. Определить наибольший порядок дифракционного максимума, который дает эта решетка в случае красного ( $\lambda_1 = 0,7 \cdot \text{мкм}$ ) света.

- а) 2      б) 3      в) 4      г) 5

6. Угол между плоскостями поляризации двух поляризаторов  $\varphi=70^\circ$ . Как изменится интенсивность прошедшего через них света, если этот угол уменьшится в 5 раз?

- а) возрастет в 9 раз   б) возрастет в 8,5 раз   в) возрастет в 8 раз  
г) возрастет в 7,8 раз

7. Принимая Солнце за абсолютно чёрное тело и учитывая, что его максимальной спектральной плотности энергетической светимости соответствует длина волны  $\lambda=500$  нм определите температуру поверхности Солнца.

- а) 3600 К   б) 4700 К   в) 5800 К   г) 7200 К

8. Чему равна максимальная кинетическая энергия электрона, выбитого с поверхности натрия светом с длиной волны  $\lambda=410$  нм. Работа выхода электрона для натрия  $A= 2,28$  эВ.

- а)  $E_k=2,5 \cdot 10^{-19}$  Дж   б)  $E_k=1,5 \cdot 10^{-19}$  Дж   в)  $E_k=6 \cdot 10^{-19}$  Дж   г)  $E_k=8 \cdot 10^{-19}$  Дж

9. При переходе электронов в атомах водорода с 4-ой орбиты на 2-ую излучаются фотоны с энергией  $E=4,04 \cdot 10^{-19}$  Дж. Чему равна длина волны излучения?

- а) 490 нм   б) 600 нм   в) 740 нм   г) 880 нм

10. Сколько  $\alpha$ - и  $\beta$ -частиц выбрасывается при превращении ядра  ${}_{92}^{233}\text{U}$  в ядро висмута  ${}_{83}^{209}\text{Bi}$ ?

- а)  $2\alpha, 3\beta$    б)  $6\alpha, 3\beta$    в)  $2\alpha, 6\beta$    г)  $4\alpha, 2\beta$

### Вариант 2

1. При переходе луча света из одной среды в другую угол падения равен  $30^\circ$ , а угол преломления  $60^\circ$ . Каков относительный показатель преломления второй среды относительно первой?

- а) 1,33   б) 1,73   в) 0,58   г) 0,75

2. Радиусы светлых колец Ньютона в проходящем свете определяются формулой:

- а)  $r_k = \sqrt{kR\lambda}$ ; б)  $r_k = \sqrt{(2k-1)\frac{R\lambda}{2}}$ ; в)  $r_k = \sqrt{(k-1)kR}$ ; г)  $r_k = \sqrt{kR\frac{\lambda}{2}}$ .



3. Какой минимальной толщины прозрачное покрытие ( $n_1=1,25$ ) необходимо нанести на линзу ( $n_2=1,5$ ), чтобы отраженные зеленые лучи ( $\lambda=550$  нм) были полностью погашены вследствие интерференции. Считать, что свет падает на линзу нормально.

- а) 80 нм      б) 110 нм      в) 240 нм      г) 500 нм

4. На круглое отверстие диаметром  $d = 4$  мм падает нормально параллельный пучок лучей ( $\lambda=0,5$  мкм). Точка наблюдения находится на оси отверстия на расстоянии  $r_0 = 1$  м от него. Сколько зон Френеля укладывается в отверстии? Темное или светлое пятно будет в центре дифракционной картины, если в месте наблюдения поместить экран?

- а)  $m = 7$ , пятно темное; б)  $m = 8$ , пятно темное;  
в)  $m = 4$ , пятно темное; г)  $m = 5$ , пятно темное.

5. На дифракционную решетку в направлении нормали к ее поверхности падает монохроматический свет. Период решетки равен  $d=2$  мкм. Определить наибольший порядок дифракционного максимума, который дает эта решетка в случае фиолетового ( $\lambda=0,41$  мкм) света.

- а) 2      б) 3      в) 4      г) 5

6. Определите, во сколько раз ослабится интенсивность света, прошедшего через два николя, расположенные так, что угол между их главными плоскостями  $\alpha=60^\circ$ , а в каждом из николей теряется 8% интенсивности падающего на него света.

- а) 2,55      б) 4,36      в) 9,45      г) 12,3

7. Во сколько раз увеличится поток излучения абсолютно черного тела, если его температура увеличится с 400 К до 800 К.

- а) в 4 раза      б) в 8 раза      в) в 16 раз      г) в 32 раза

8. Максимальная кинетическая энергия вырываемых с поверхности металла фотоэлектронов пропорциональна:

- 1) интенсивности света; 2) плотности светового потока энергии;  
3) напряжению между катодом и анодом; 4) частоте света.

- а) 1      б) 2      в) 2,3      г) 4      д) 3,4.

9. Вычислить скорость электрона на первой орбите атома водорода (первый борковский радиус равен  $r_1=0,053$  нм).

а)  $v = 1,47 \cdot 10^6 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ ; б)  $v = 2,18 \cdot 10^6 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ ; в)  $v = 2,87 \cdot 10^6 \frac{\text{М}}{\text{с}}$ ;

г)  $v = 3,51 \cdot 10^6 \frac{\text{М}}{\text{с}}$

10. При бомбардировке  $\alpha$ -частицами ядер алюминия  ${}_{13}\text{Al}^{27}$  образуется новое ядро неизвестного элемента  $X$  и  $n^1$ . Этим элементом является

а)  ${}_{10}\text{B}^{20}$    б)  ${}_{11}\text{Na}^{23}$    в)  ${}_{15}\text{P}^{30}$    г)  ${}_{14}\text{Si}^{32}$ .

### Вариант 3

1. Угол падения луча света на стекло равен  $60^\circ$ , а угол преломления  $30^\circ$ . Определить показатель преломления стекла.

а) 0,58   б) 1,3   в) 0,3   г) 1,73

2. Для интерференционной картины от двух когерентных световых волн установите соответствие между определением и его математическим выражением.

Определение	Математическое выражение
а) ширина интерференционной полосы	1) $\Delta = \pm m \lambda$
б) оптическая разность хода	2) $\Delta x = \frac{\lambda L}{d}$
в) условие минимума	3) $\Delta = \pm (2m - 1) \frac{\lambda}{2}$
г) условие максимума	4) $(n_2 - n_1) l$

3. В какой цвет (указать длину волны  $\lambda$ ) будет окрашена мыльная пленка ( $n=1,3$ ) если она освещается белым светом. Свет падает нормально, толщина пленки  $d=100$  нм.

а) 720 нм   б) 680 нм   в) 520 нм   г) 460 нм

4. На щель шириной  $a = 0,05$  мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны 600 нм. Определить угол между первоначальным направлением пучка и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.

а)  $\varphi = 2^\circ 45'$    б)  $\varphi = 1^\circ 30'$    в)  $\varphi = 3^\circ 15'$    г)  $\varphi = 5^\circ 05'$

5. Определить степень поляризации  $P$  света, являющегося смесью естественного света с плоско поляризованным, если интенсивность поляризованного света и естественного равны.

- а)  $P = 0,6$    б)  $P = 0,45$    в)  $P = 0,7$    г)  $P = 0,5$

6. Температура внутренней поверхности электрической печи  $T=700^{\circ}\text{C}$ . Определите мощность излучения печи через небольшое отверстие диаметром  $d=5\text{см}$ , рассматривая его как излучение абсолютно черного тела.

- а)  $N = 85,6\text{Вт}$  ; б)  $N = 99,7\text{Вт}$  ; в)  $N = 121\text{Вт}$  ; г)  $N = 94,2\text{Вт}$  .

7. Работа выхода электрона зависит от: 1) природы металла; 2) состояния поверхности металла; 3) частоты падающего света; 4) интенсивности падающего света.

- а) 1   б) 2   в) 1, 2   г) 3, 4

8. В эффекте Комптона угол рассеяния фотона с энергией  $E=1,2\text{МэВ}$  на электроне  $\theta=60^{\circ}$ . Найти длину волны рассеянного фотона.

- а)  $\lambda' = 2,25 \cdot 10^{-9}\text{м}$ ; б)  $\lambda' = 2,25 \cdot 10^{-12}\text{м}$ ;  
в)  $\lambda' = 1,25 \cdot 10^{-12}\text{м}$ ; г)  $\lambda' = 4,5 \cdot 10^{-12}\text{м}$ .

9. Вычислить энергию фотона, испускаемого при переходе электрона в атоме водорода с третьего энергетического уровня на первый.

- а)  $\varepsilon = 15,3\text{эВ}$    б)  $\varepsilon = 12,1\text{эВ}$    в)  $\varepsilon = 14,2\text{эВ}$    г)  $\varepsilon = 13,6\text{эВ}$

10. Определить период полураспада радиоактивного изотопа, если  $\frac{5}{8}$  начального количества его ядер распалось за время  $t=849\text{с}$ .

- а)  $T_{\frac{1}{2}} = 2\text{мин}$    б)  $T_{\frac{1}{2}} = 5\text{мин}$    в)  $T_{\frac{1}{2}} = 10\text{мин}$    г)  $T_{\frac{1}{2}} = 15\text{мин}$

#### Вариант 4

1. Уравнение  $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$  выражает закон

- а) отражения   б) Малюса   в) преломления   г) Брюстера

2. Пучок белого света падает нормально на пластинку, толщина которой  $h = 1\text{мкм}$ . Показатель преломления стекла  $n = 1,5$ . Какая область видимого спектра будет усиливаться в отраженном пучке?

- а) красная   б) желтая   в) зеленая   г) фиолетовая

3. На щель шириной  $a = 4\lambda$  падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны  $\lambda$ . Сколько минимумов будет наблюдаться на экране в дифракционном спектре?

- а)  $N=4$     б)  $N=6$     в)  $N=10$     г)  $N=8$

4. Дифракционная решетка, освещенная нормально падающим светом, отклоняет максимум второго порядка на угол  $\varphi_1=30^\circ$ . На какой угол  $\varphi_2$  она отклонит максимум третьего порядка.

- а)  $48,6^\circ$     б)  $31,2^\circ$     в)  $18,4^\circ$     г)  $65,7^\circ$

5. Анализатор в два раза уменьшает интенсивность света, проходящего к нему от поляризатора. Определить угол  $\varphi$  между главными плоскостями поляризатора и анализатора.

- а)  $0^\circ$     б)  $30^\circ$     в)  $45^\circ$     г)  $60^\circ$

6. Мощность излучения расплавленного свинца, площадь поверхности которого  $S = 40 \text{ см}^2$ , при температуре плавления  $T_{пл.}=327^\circ\text{C}$ , равна  $N = 17,6 \text{ Вт}$ . Найти отношение энергетических светимостей свинца и абсолютно черного тела для данной температуры.

- а)  $a_t=0,2$     б)  $a_t=0,6$     в)  $a_t=0,3$     г)  $a_t=0,8$

7. Красная граница фотоэффекта для металла  $\lambda_k = 6,2 \cdot 10^{-5} \text{ см}$ . Найти величину задерживающего напряжения  $U_3$  для фотоэлектронов при освещении металла светом длиной волны  $\lambda = 330 \text{ нм}$ .

- а)  $U_3 = 1,761 \text{ В}$     б)  $U_3 = 2,761 \text{ В}$     в)  $U_3 = 1,231 \text{ В}$ ;    г)  $U_3 = 0,621 \text{ В}$

8. Атом водорода испустил фотон с длиной волны  $4,86 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ . На сколько изменилась энергия электрона в атоме?

- а)  $\Delta E = 1,28 \text{ эВ}$     б)  $\Delta E = 2,56 \text{ эВ}$     в)  $\Delta E = 5,12 \text{ эВ}$     г)  $\Delta E = 10,24 \text{ эВ}$

9. Утверждение: «в любом квантовом состоянии может находиться не более одного электрона» получило название

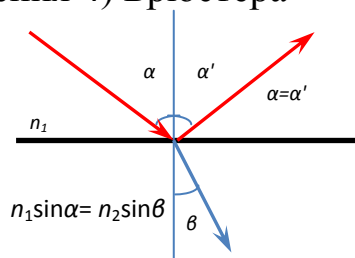
- а) принципа неопределенности    б) принципа Паули  
в) принципа суперпозиции    г) принципа минимума энергии

10. В какой элемент превращается  ${}_{92}^{238}\text{U}$  после трех  $\alpha$ -распадов и двух  $\beta$ -распадов?

- а)  $X = {}_{87}^{222}\text{Rn}$  б)  $X = {}_{88}^{226}\text{Ra}$  в)  $X = {}_{84}^{210}\text{Po}$  г)  $X = {}_{82}^{207}\text{Pb}$

### Вариант 5

1. На рисунке изображены законы: 1) отражения 2) Малюса 3) преломления 4) Брюстера



- а) 1 и 2 б) 2 и 3 в) 3 и 4 г) 1 и 3

2. В какой цвет (указать длину волны  $\lambda$ ) будет окрашена мыльная пленка ( $n=1,3$ ) если она освещается белым светом. Свет падает нормально, толщина пленки  $d=100$  нм.

- а) 320 нм б) 380 нм в) 400 нм г) 520 нм д) 640 нм

3. На щель шириной  $a = 0,1$  мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 0,5$  мкм. Дифракционная картина наблюдается на экране, расположенном параллельно щели. Определить расстояние  $l$  от щели до экрана, если ширина центрального дифракционного максимума  $h = 1$  см.

- а)  $l=2$  м б)  $l=1$  м в)  $l=4$  м г)  $l=1,5$  м

4. Дифракционная решетка содержит  $N=200$  штрихов на 1 мм. На нее нормально падает свет с длиной волны  $\lambda=0,6$  мкм. Максимум, какого наибольшего порядка  $k_{max}$  дает эта решетка?

- а) 6 б) 7 в) 8 г) 9

5. Угол между главными осями поляризатора и анализатора равен  $\varphi_1=45^\circ$ . Во сколько раз уменьшится интенсивность света, выходящего из анализатора, если угол увеличить до  $\varphi_2=60^\circ$ .

- а) в 2 раза б) в 3 раза в) в 4 раза г) в 6 раз

6. Угол Брюстера при падении света из воздуха на кристалл каменной соли  $\varphi_B=57^\circ$ . Определить скорость света в этом кристалле.

- а) 152000 км/с б) 195000 км/с в) 255000 км/с г) 300000 км/с

7. Пренебрегая потерями тепла, подсчитать мощность электрического тока, необходимую для накаливания вольфрамовой нити диаметром 1 мм и длиной 20 см до температуры 3500 К. Коэффициент черноты вольфрама для данной температуры  $a_T=0,35$ .

- а)  $N = 2560$  Вт   б)  $N = 1240$  Вт   в)  $N = 2125$  Вт   г)  $N = 1870$  Вт

8. Красная граница фотоэффекта для никеля равна  $\lambda_0=0,257$  мкм. Найти длину волны света  $\lambda$ , падающего на никелевый электрод, если фототок прекращается при задерживающем напряжении  $U_3=1,5$  В.

- а)  $\lambda = 0,394$  мкм   б)  $\lambda = 0,196$  мкм   в)  $\lambda = 0,124$  мкм   г)  $\lambda = 0,684$  мкм

9. Атом водорода поглотил фотон с длиной волны  $\lambda=490$  нм. На сколько увеличилась энергия атома водорода?

- а)  $0,14 \cdot 10^{-19}$  Дж   б)  $0,48 \cdot 10^{-19}$  Дж   в)  $1,05 \cdot 10^{-19}$  Дж   г)  $4,04 \cdot 10^{-19}$  Дж

10. Из ядра  ${}_{88}\text{Ra}^{226}$  после двух альфа-распадов и определенного числа бета-распадов образовалось ядро с порядковым номером 86. Определить число бета-распадов.

- а) 1   б) 2   в) 3   г) 4

### Вариант 6

1. Определить скорость света в стекле с абсолютным показателем преломления  $n=1,5$ . Ответ дать в км/с.

- а) 150000   б) 200000   в) 250000   г) 300000

2. Оптическая разность хода лучей, отраженных от плоскопараллельной пластики толщины  $h$  при нормальном падении, равна:

- а)  $hn$    б)  $2hn$    в)  $2hn + \frac{\lambda}{2}$ ;   г)  $2hn + \lambda$

3. Расстояние между вторым и первым темными кольцами Ньютона в отраженном свете равно  $\Delta r_{1,2}=1$  мм. Определить расстояние между десятым и девятым кольцами  $\Delta r_{9,10}$ .

- а) 0,15 мм   б) 0,21 мм   в) 0,25 мм   г) 0,39 мм

4. На щель падает нормально параллельный пучок монохроматического света. Ширина щели  $a$  в шесть раз больше длины волны  $\lambda$ . Под каким углом  $\varphi$  будет наблюдаться третий дифракционный минимум интенсивности света?

- а)  $20^\circ$    б)  $30^\circ$    в)  $45^\circ$    г)  $60^\circ$

5. Найти постоянную дифракционной решетки  $d$ , если при наблюдении в монохроматическом свете ( $\lambda = 600$  нм) максимум пятого порядка отклонен на угол  $\varphi = 18^\circ$ . Какое число штрихов  $N$  нанесено на единицу длины этой решетки?

- а)  $d = 1070$  нм,  $N = 93$  мм<sup>-1</sup>; б)  $d = 970$  нм,  $N = 103$  мм<sup>-1</sup>;  
в)  $d = 9,7$  мм,  $N = 10,3$  мм<sup>-1</sup>; г)  $d = 8700$  нм,  $N = 203$  мм<sup>-1</sup>.

6. Степень поляризации  $P$  частично поляризованного света равна 0,5. Во сколько раз отличается максимальная интенсивность света  $I_{max}$ , пропускаемого через поляризатор, от минимальной  $I_{min}$ .

- а) 1,5                      б) 2                      в) 3                      г) 4

7. Температура черного тела  $T_2 = 3000$  К. При остывании тела длина волны, соответствующая максимальному значению спектральной плотности энергетической светимости, изменилась на  $\Delta\lambda = 8$  мкм. Определить температуру  $T_2$ , до которой тело охладилось.

- а)  $T = 264$  К    б)  $T = 323$  К    в)  $T = 679$  К    г)  $T = 1873$  К

8. Определить максимальную кинетическую энергию электронов, вырываемых с поверхности цинка ( $A_{вых.} = 4$  эВ) монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda = 220$  нм.

- а) 1,6 эВ            б) 2,2 эВ            в) 3,8 эВ            г) 4,2 эВ

9. Если электрон в атоме водорода переходит с энергетического уровня с энергией  $E_m$  на уровень с энергией  $E_n$  ( $E_m < E_n$ ), то при этом:

- а) излучается фотон с энергией  $E_m - E_n$   
б) излучается фотон с энергией  $E_n - E_m$   
в) поглощается фотон с энергией  $E_m - E_n$   
г) поглощается фотон с энергией  $E_n - E_m$

10. Из ядра  ${}_{88}\text{Ra}^{226}$  после двух альфа-распадов и определенного числа бета-распадов образовался элемент с порядковым номером 86. Определите число бета-распадов.

- а) 1                      б) 2                      в) 3                      г) 4

### Вариант 7

1. Под каким углом  $\alpha$  должен упасть луч на стекло (показатель преломления стекла  $n = 1,73$ ), чтобы преломленный луч оказался перпендикулярным к отраженному?

- а)  $20^\circ$                       б)  $30^\circ$                       в)  $45^\circ$                       г)  $60^\circ$

2. На пленку с показателем преломления  $n=1,5$  падает нормально свет с длиной волны  $\lambda=5,5 \cdot 10^{-7}$  м. Отраженный свет имеет наибольшую интенсивность. Какова минимальная толщина пленки?

- а) 600 нм    б) 700 нм    в) 800 нм    г) 900 нм

3. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом. Наблюдение ведется в отраженном свете. Радиусы  $r$  двух соседних темных колец равны 4,0 и 4,38 мм. Радиус кривизны линзы  $R=6,4$  м. Найти порядковые номера колец.

- а) 3 и 4    б) 4 и 5    в) 5 и 6    г) 6 и 7

4. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет. Определить угол дифракции для линии  $\lambda_1 = 550$  нм в четвертом порядке, если этот угол для линии  $\lambda_2 = 600$  нм в третьем порядке составляет  $30^\circ$ .

- а)  $\varphi_1 = 37^\circ 42'$     б)  $\varphi_1 = 47^\circ 42'$     в)  $\varphi_1 = 57^\circ 42'$     г)  $\varphi_1 = 17^\circ 42'$

5. Естественный свет падает на поверхность стекла под углом Брюстера. Чему равна степень поляризации отраженных лучей?

- а) 0    б) 0,25    в) 0,5    г) 1

6. Принимая Солнце за абсолютно черное тело, и учитывая, что максимальное значение его плотности энергетической светимости приходится на длину волны  $\lambda_{max}=500$  нм определить температуру поверхности Солнца.

- а) 3600 К    б) 4700 К    в) 5800 К    г) 7200 К

7. Какую энергию  $W$  излучает в течение суток каменная стена общей площадью  $S=100$  м<sup>2</sup>, если температура ее поверхности равна  $t=0$  °С? Отношение излучательности каменной стены и абсолютно черного тела равно  $\alpha=0,8$

- а) 218 МДж    б) 470 МДж    в) 580 МДж    г) 720 МДж

8. Какую часть энергии фотона составляет энергия, которая пошла на совершение работы выхода электронов из металла, если красная граница для этого металла равна  $\lambda=0,54$  мкм? Кинетическая энергия фотоэлектронов  $E=0,5$  эВ.

- а) 100%    б) 82%    в) 41%    г) 20,5%



9. Радиус первой орбиты электрона в атоме водорода равен  $a_1=0,053$  нм. Чему равен радиус второй орбиты?  
а)  $a_2=0,544$  нм   б)  $a_2=0,366$  нм   в)  $a_2=0,212$  нм   г)  $a_2=0,128$  нм

10. Определить период полураспада (в сутках) радиоактивного вещества, если за  $t = 3$  суток количество ядер этого вещества уменьшилось в 8 раз.  
а) 1      б) 2      в) 3      г) 4

### Вариант 8

1. Два световых луча распространяются в стекле с показателем преломления  $n=1,5$ . Геометрическая разность хода лучей  $l=1,6 \cdot 10^{-3}$  мм. Чему равна оптическая разность хода этих волн.  
а)  $2,4 \cdot 10^{-3}$  мм   б)  $1,6 \cdot 10^{-3}$  мм   в)  $1,07 \cdot 10^{-3}$  мм   г)  $0,1 \cdot 10^{-3}$  мм

2. Условие максимумов интенсивности в интерференционной картине при отражении световой волны от плоскопараллельной пластики толщины  $h$  имеет вид:

а)  $2h\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_1} = (2m + 1)\frac{\lambda}{2}$ ;      б)  $2h\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_1} = \lambda m$ ;  
в)  $2hn \cos \theta_2 = (2m + 1)\frac{\lambda}{2}$ ;      г)  $2hn \cos \theta_2 = m\lambda$ .

3. При освещении дифракционной решетки белым светом спектры второго и третьего порядков отчасти перекрывают друг друга. На какую длину волны в спектре второго порядка накладывается фиолетовая граница ( $\lambda_2 = 0,4$  мкм) спектра третьего порядка?  
а)  $\lambda_1 = 700$  нм;   б)  $\lambda_1 = 550$  нм;   в)  $\lambda_1 = 500$  нм;   г)  $\lambda_1 = 600$  нм.

4. Угол Брюстера при падении света из воздуха на некоторое вещество равен  $\varphi_B = 60^\circ$ . Определить скорость света в этом веществе.  
а)  $3 \cdot 10^8$  м/с   б)  $1,4 \cdot 10^8$  м/с   в)  $2,2 \cdot 10^8$  м/с   г)  $1,73 \cdot 10^8$  м/с

5. Пучок естественного света падает на систему из четырех поляризаторов, плоскость пропускания каждого из которых повернута на  $\varphi=30^\circ$  по отношению к плоскости пропускания предыдущего. Какая доля интенсивности света пройдет через всю систему?  
а) 0,866      б) 0,750      в) 0,563      г) 0,316

6. Исследование спектра излучения Солнца показывает, что максимум спектральной плотности энергетической светимости соответствует длине волны  $\lambda=500$  нм. Принимая Солнце за абсолютно черное тело, определить энергетическую светимость Солнца.

а)  $R_s = 32 \frac{\text{МВт}}{\text{м}^2}$ , б)  $R_s = 64 \frac{\text{МВт}}{\text{м}^2}$ , в)  $R_s = 89 \frac{\text{МВт}}{\text{м}^2}$ , г)  $R_s = 72 \frac{\text{МВт}}{\text{м}^2}$ ,

7. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла равна  $\lambda_0=560$  нм. Определить максимальную энергию фотоэлектронов при освещении металла светом с частотой  $\nu=7,3 \cdot 10^{14}$  Гц.

а)  $1,3 \cdot 10^{-19}$  Дж б)  $2,4 \cdot 10^{-19}$  Дж в)  $4,2 \cdot 10^{-19}$  Дж г)  $7,7 \cdot 10^{-19}$  Дж

8. Угол рассеяния фотона с энергией  $E=1,2$  МэВ на свободном электроном  $\theta=60^\circ$ . Найти длину волны рассеянного фотона.

а)  $\lambda' = 2,25 \cdot 10^{-9}$  м б)  $\lambda' = 2,25 \cdot 10^{-12}$  м

в)  $\lambda' = 1,25 \cdot 10^{-12}$  м г)  $\lambda' = 4,5 \cdot 10^{-12}$  м

9. Указать недостающее обозначение в ядерной реакции  ${}_1H^2 + {}_1H^3 \rightarrow ? + {}_2He^4$ .

1)  ${}_1H^1$  2)  ${}_0n^1$  3)  ${}_1H^2$  4)  ${}_1p^1$

10. Что представляет собой  $\gamma$ -излучение?

а) поток электронов б) поток протонов в) электромагнитные волны г) поток ядер атома гелия

### Вариант 9

1. При переходе луча света из одной среды в другую угол падения равен  $30^\circ$ , а угол преломления  $60^\circ$ . Каков относительный показатель преломления второй среды относительно первой?

а) 1,33 б) 1,73 в) 0,58 г) 0,75

2. Разность фаз колебаний двух интерферирующих лучей монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 500$  нм равна  $\Delta\varphi = \frac{3\pi}{2}$ .

Определить разность хода этих лучей.

а) 500 нм б) 385 нм в) 380 нм г) 375 нм

3. Какой минимальной толщины прозрачное покрытие ( $n_1=1,25$ ) необходимо нанести на линзу ( $n_2=1,5$ ), чтобы отраженные зеленые лучи ( $\lambda=550$  нм) были полностью погашены вследствие интерференции. Свет падает на линзу нормально.

- а) 600 нм   б) 550 нм   в) 280 нм   г) 110 нм

4. На дифракционную решетку длиной  $l = 15$  мм, содержащую  $N = 3000$  штрихов, падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 570$  нм. Определить максимально возможный порядок спектра, наблюдаемый с помощью этой решетки.

- а)  $m_{\max} = 8$    б)  $m_{\max} = 9$    в)  $m_{\max} = 7$    г)  $m_{\max} = 6$

5. Чему равен угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света, прошедшего через поляризатор и анализатор, уменьшается в четыре раза.

- а)  $30^\circ$    б)  $45^\circ$    в)  $50^\circ$    г)  $60^\circ$

6. В результате охлаждения черного тела длина волны, отвечающая максимуму спектральной плотности энергетической светимости, сместилась с  $\lambda_{1\max} = 0,8$  мкм до  $\lambda_{2\max} = 2,4$  мкм. Определить, во сколько раз изменится энергетическая светимость тела.

- а) уменьшится в 9 раз   б) уменьшится в 81 раз  
в) уменьшится в 18 раз   г) увеличится в 81 раз

7. Поверхность платиновой пластинки освещают светом с длиной волны  $2,04 \cdot 10^{-7}$  м. Величина задерживающего потенциала оказалась равна 0,8 В. Определите максимальную длину волны, при которой еще возможен фотоэффект.

- а)  $1,35 \cdot 10^{-7}$  м   б)  $1,53 \cdot 10^{-7}$  м   в)  $2,06 \cdot 10^{-7}$  м   г)  $2,35 \cdot 10^{-7}$  м

8. В результате эффекта Комптона фотон рассеялся на покоившемся свободном электроны на угол  $\theta = 90^\circ$ . Энергия рассеянного фотона  $\varepsilon' = 400$  кэВ. Определить энергию фотона до рассеяния.

- а) 0,65 МэВ   б) 0,95 МэВ   в) б) 1,85 МэВ   г) б) 2,55 МэВ

9. Квантовым числам поставьте в соответствие значения, которые они принимают

Квантовое число	Значение
а) главное квантовое число, $n$	1) 0, 1, 2, ... $n - 1$
б) орбитальное квантовое число, $l$	2) $\pm 1, \pm 2, \dots \pm l$

в) магнитное квантовое число,  $m_j$

3)  $-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}$

г) спиновое квантовое число,  $m_s$

4) 1, 2, 3, ...

10. Какая часть начального количества атомов распадается за один год в радиоактивном изотопе тория  ${}_{90}\text{Th}^{229}$ ? Период полураспада тория  $T_{1/2} = 7 \cdot 10^3$  лет.

а)  $10^{-4}$     б)  $10^{-3}$     в)  $10^{-2}$     г)  $10^{-1}$

### Вариант 10

1. На пути световой волны, идущей в воздухе, поставили стеклянную пластинку (показатель преломления стекла  $n=1,5$ ) толщиной  $d=1$  мм. На сколько изменится оптическая длина пути, если волна падает на пластинку нормально?

а) 0,1 мм    б) 0,5 мм    в) 1,0 мм    г) 1,5 мм

2. В опыте с зеркалами Френеля расстояние между мнимыми изображениями источника света равно  $d=0,5$  мм, расстояние от них до экрана  $L=5$  м. В красном свете ширина интерференционных полос равна  $\Delta x=5,5$  мм. Определить длину волны  $\lambda$  красного света.

а)  $\lambda = 550$  нм    б)  $\lambda = 580$  нм    в)  $\lambda = 540$  нм    г)  $\lambda = 570$  нм

3. При нормальном падении света на дифракционную решётку красная линия ( $\lambda = 630$  нм) в спектре второго порядка наблюдается под углом  $\varphi = 11^\circ$ . Определить постоянную решетки.

а)  $d = 6,6$  мкм;    б)  $d = 6,8$  мкм;    в)  $d = 6,3$  мкм;    г)  $d = 6,0$  мкм

4. Степень поляризации  $P$  частично поляризованного света равна 0,5. Во сколько раз отличается максимальная интенсивность света  $I_{max}$ , пропускаемого через анализатор, от минимальной  $I_{min}$ .

а) 1    б) 2    в) 3    г) 4

5. На щель падает нормально параллельный пучок монохроматического света. Ширина щели  $a$  в шесть раз больше длины волны  $\lambda$ . Под каким углом  $\varphi$  будет наблюдаться третий дифракционный минимум интенсивности света

а)  $30^\circ$     б)  $45^\circ$     в)  $50^\circ$     г)  $60^\circ$

6. Металлическая деталь имеет температуру  $T=500$  К. Какую энергию излучает деталь за  $t=1$  с, если площадь ее поверхности равна  $S=100$  см<sup>2</sup>?

- а) 20 Дж    б) 35 Дж    в) 90 Дж    г) 140 Дж

7. На поверхность металла падает монохроматическое излучение с длиной волны  $\lambda=0,1$  мкм. Красная граница фотоэффекта  $\lambda_0=0,3$  мкм. Какая часть энергии падающего фотона расходуется на сообщение электрону кинетической энергии?

- а) 75%    б) 67%    в) 50%    г) 30%

8. При переходе электронов в атомах водорода с 4-ой орбиты на 2-ую излучаются фотоны с энергией  $4,04 \cdot 10^{-19}$  Дж. Чему равна длина волны излучения?

- а) 490 нм    б) 600 нм    в) 740 нм    г) 880 нм

9. Закон радиоактивного распада записывается в виде:

- а)  $N = N_0 \exp[-\lambda t]$     б)  $h\nu = A + T_{max}$     в)  $\Delta m = Zm_p + (A-Z)m_n - m_\alpha$     г)  $R = \sigma T^4$

10. Указать недостающее обозначение в ядерной реакции  ${}_{13}\text{Al}^{27} + {}_0n^1 \rightarrow ? + {}_2\text{He}^4$ .

- а)  ${}_{11}\text{Na}^{24}$     б)  ${}_2\text{He}^4$     в)  ${}_{12}\text{Mg}^{24}$     г)  ${}_{11}\text{Na}^{22}$

### Вариант 11

1. Луч света падает на стекло под углом  $\alpha = 60^\circ$ . Преломленный луч оказался перпендикулярным к отраженному. Чему равен показатель преломления среды?

- а) 1,33    б) 1,73    в) 0,58    г) 0,75

2. При каком значении разности хода  $\Delta$  двух когерентных волн будет наблюдаться максимум интенсивности при их интерференции.

- а)  $\Delta = \pm(2m-1)\frac{\lambda}{2}$     б)  $\Delta = \pm k\lambda$     в)  $\Delta x = \frac{\lambda L}{d}$     г)  $\Delta = 2dn \cos \alpha$

3. На экране наблюдают интерференционную картину от двух когерентных лучей с длиной волны  $\lambda=500$  нм. На пути одного из лучей перпендикулярно к нему поместили стеклянную пластинку с показателем преломления  $n=1,6$  толщиной  $h=5$  мкм. Определить, на сколько полос при этом сместится интерференционная картина.

- а)  $m = 7$     б)  $m = 6$     в)  $m = 5$     г)  $m = 8$

4. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет. Постоянная дифракционной решетки  $d$  в 4,6 раза больше длины световой волны  $\lambda$ . Найти максимальное число дифракционных максимумов  $m$ , которые можно наблюдать в данном случае.

- а) 6      б) 5      в) 4      г) 3

5. Естественный свет проходит через два поляризатора, плоскости колебания которых образуют угол  $\varphi=60^\circ$ . Во сколько раз уменьшится интенсивность света, по выходе из второго поляризатора?

- а) 1,3 раза      б) 2 раза      в) 4 раза      г) 8 раз

6. Определить количество теплоты, излучаемой  $50 \text{ см}^2$  поверхности расплавленной платины ( $T_{\text{плавл}} = 1770 \text{ }^\circ\text{C}$  за 1 мин, если поглощательная способность платины  $a_T = 0,8$ ).

- а)  $Q = 137 \text{ кДж}$       б)  $Q = 357 \text{ кДж}$       в)  $Q = 284 \text{ кДж}$       г)  $Q = 237 \text{ кДж}$ .

7. Фотон с длиной волны  $\lambda=0,2 \text{ мкм}$  вырывает с поверхности натрия фотозлектрон, кинетическая энергия которого  $E=7,2 \text{ эВ}$ . Определить красную границу  $\lambda_0$  фотоэффекта.

- а) 400 нм      б) 500 нм      в) 600 нм      г) 700 нм

8. Электрон в атоме водорода перешел с четвертого уровня на второй. Определить энергию испущенного при этом фотона.

- а) 2,05 эВ;      б) 2,55 эВ;      в) 3,85 эВ;      г) 5,25 эВ.

9. Импульс фотона определяется выражением

- а)  $h\nu/c$       б)  $mc^2$       в)  $h\nu$       г)  $h\nu/c^2$

10. Два ядра гелия  ${}^4_2\text{He}$  слились в одно, при этом был выброшен протон. Ядро, какого элемента образовалось?

- а)  ${}^{24}_{11}\text{Na}$       б)  ${}^4_2\text{He}$       в)  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$       г)  ${}^7_3\text{Li}$

### Вариант 12

1. Высота Солнца над горизонтом составляет  $\varphi=50^\circ$ . Каким должен быть угол падения лучей на плоское зеркало, чтобы отразившиеся от него солнечные лучи пошли вертикально вверх?

- а)  $20^\circ$       б)  $30^\circ$       в)  $45^\circ$       г)  $60^\circ$

2. При каком значении разности хода  $\Delta$  двух когерентных волн будет наблюдаться минимум интенсивности при их интерференции.

а)  $\Delta = \pm(2k+1)\frac{\lambda}{2}$  б)  $\Delta = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i} \pm \frac{\lambda}{2}$  в)  $\Delta = \pm k\lambda$  г)  $\Delta = 2dn \cos \alpha$

3. Расстояние между двумя когерентными источниками света  $d = 0,9$  мм. Расстояние от источников до экрана  $l = 3,5$  м. Длина световой волны  $\lambda = 640$  нм. Определить число светлых полос, располагающихся на 1 см длины экрана.

а)  $\frac{m}{x} = 420\text{м}^{-1}$  б)  $\frac{m}{x} = 390\text{м}^{-1}$  в)  $\frac{m}{x} = 400\text{м}^{-1}$  г)  $\frac{m}{x} = 400\text{м}$

4. На узкую щель падает нормально параллельный пучок монохроматического света. Ширина щели  $a$  в шесть раз больше длины световой волны  $\lambda$ . под каким углом  $\varphi$  будет наблюдаться третий дифракционный минимум интенсивности света?

а)  $20^\circ$  б)  $30^\circ$  в)  $45^\circ$  г)  $60^\circ$

5. Естественный луч падает на стеклянную пластинку. Найти угол полной поляризации  $\theta$  отраженного луча. Показатель преломления стекла  $n = 1,52$ .

а)  $32,2^\circ$  б)  $47,5^\circ$  в)  $45^\circ$  г)  $56,7^\circ$

6. Чему равен угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света, прошедшего через поляризатор и анализатор, уменьшается в 2 раза.

а)  $60^\circ$  б)  $30^\circ$  в)  $0^\circ$  г)  $90^\circ$

7. Найти температуру  $T$  печи, если известно, что излучение из отверстия площадью  $S = 6,1$  см<sup>2</sup> имеет мощность  $P = 34,6$  Вт. Излучение считать близким к излучению абсолютно чёрного тела.

а)  $T = 300$  К б)  $T = 500$  К в)  $T = 1000$  К г)  $T = 1500$  К

8. На металлическую пластинку направлен монохроматический пучок света с частотой  $\nu = 7,3 \cdot 10^{14}$  Гц. Красная граница фотоэффекта для данного металла равна  $\lambda_0 = 560$  нм. Определить максимальную скорость фотоэлектронов.

а)  $2,8 \cdot 10^5$  м/с б)  $5,7 \cdot 10^5$  м/с в)  $7,6 \cdot 10^5$  м/с г)  $9,8 \cdot 10^5$  м/с

9. Атом водорода поглотил фотон с длиной волны  $\lambda=490$  нм. На сколько увеличилась энергия атома водорода?

- а)  $0,48 \cdot 10^{-19}$  Дж   б)  $1,05 \cdot 10^{-19}$  Дж   в)  $2,10 \cdot 10^{-19}$  Дж   г)  $4,04 \cdot 10^{-19}$  Дж

10. Чему равен период полураспада (в сутках) радиоактивного элемента, если за  $t=3$  суток количество ядер этого вещества уменьшилось в 8 раз.

- а) 1                      б) 2                      в) 3                      г) 4

### Вариант 13

1. При переходе луча света из одной среды в другую угол падения равен  $\alpha=30^\circ$ , а угол преломления  $\beta=60^\circ$ . Каков относительный показатель преломления второй среды относительно первой?

- а) 1,33                      б) 1,73                      в) 0,58                      г) 0,75

2. Оптическая разность хода лучей, отраженных от плоскопараллельной пластики толщины  $h$  при нормальном падении, равна:

- а)  $hn$     б)  $2hn$     в)  $2hn + \frac{\lambda}{2}$ ;    г)  $2hn + \lambda$

3. Для уменьшения потерь света при отражении на поверхность объектива с показателем преломления  $n_1=1,7$  нанесена тонкая прозрачная пленка с показателем преломления  $n_2=1,3$ . При какой наименьшей ее толщине  $h$  произойдет максимальное ослабление света с длиной волны  $\lambda=0,56$  нм? Лучи падают нормально.

- а)  $h = 108$  нм    б)  $h = 110$  нм    в)  $h = 100$  нм    г)  $h = 112$  нм

4. При освещении дифракционной решетки белым светом спектры третьего и четвертого порядков отчасти перекрывают друг друга. На какую длину волны в спектре третьего порядка накладывается фиолетовая граница ( $\lambda_1 = 360$  нм) спектра четвертого порядка?

- а)  $\lambda_1 = 700$  нм;    б)  $\lambda_1 = 550$  нм;    в)  $\lambda_1 = 480$  нм;    г)  $\lambda_1 = 600$  нм

5. Соседние зоны Френеля находятся от точки наблюдения на расстоянии, отличающемся на

- а)  $\lambda/2$     б)  $m\lambda$     в)  $3\lambda/2$     г)  $\lambda/4$



6. Степень поляризации  $P$  частично поляризованного света равна 0,33. Во сколько раз отличается максимальная интенсивность света, пропускаемого через анализатор, от минимальной.

- а) 1      б) 2      в) 3      г) 4

7. Какую энергетическую светимость имеет затвердевший свинец ( $T_{\text{плавл}} = 327^\circ\text{C}$ )? Отношение энергетических светимостей свинца и абсолютно чёрного тела для данной температуры  $\alpha = 0,6$ .

- а)  $N = 2,6\text{кВт/м}^2$    б)  $N = 4,4\text{кВт/м}^2$    в)  $N = 6,6\text{кВт/м}^2$   
г)  $N = 3,2\text{кВт/м}^2$ .

8. На поверхность никеля падает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 200$  нм. Красная граница фотоэффекта для никеля  $\lambda_0 = 248$  нм. Определить максимальную кинетическую энергию электронов  $E_{\text{max}}$ .

- а)  $0,4 \cdot 10^{-19}$  Дж   б)  $1 \cdot 10^{-19}$  Дж   в)  $2 \cdot 10^{-19}$  Дж   г)  $5 \cdot 10^{-19}$  Дж

9. Определить скорость электрона на 2-й орбите атома водорода.

- а)  $1,1 \cdot 10^6$  м/с   б)  $2,3 \cdot 10^6$  м/с   в)  $2,9 \cdot 10^6$  м/с   г)  $3,5 \cdot 10^6$  м/с

10. На сколько процентов снизится активность  $A$  изотопа иридия  ${}^{192}_{77}\text{Ir}$  за время  $t = 30$  суток, если его период полураспада  $T_{0,5} = 75$  суток.

- а) 12%      б) 48%      в) 30%      г) 24%

#### Вариант 14

1. Скорость света в алмазе равна 120000 км/с. Определить показатель преломления  $n$  алмаза.

- а) 1,33      б) 1,73      в) 2,18      г) 2,50

2. Какую наименьшую толщину должна иметь пленка из скипидара ( $n = 1,41$ ), разлитого на воде, если на нее под углом  $\alpha = 30^\circ$  падает белый свет и она в отраженном свете окажется красной? Длина волны красных лучей  $\lambda = 0,63$  мкм.

- а)  $h_{\text{min}} = 150\text{нм}$    б)  $h_{\text{min}} = 180\text{нм}$    в)  $h_{\text{min}} = 120\text{нм}$    г)  $h_{\text{min}} = 200\text{нм}$

3. При нормальном падении света на дифракционную решётку красная линия ( $\lambda = 630$  нм) в спектре второго порядка наблюдается под углом  $\varphi = 11^\circ$ . Определить постоянную решетки.

- а)  $d = 6,6\text{мкм}$ ;   б)  $d = 6,8\text{мкм}$ ;   в)  $d = 6,3\text{мкм}$ ;   г)  $d = 6,0\text{мкм}$

4. Свет падает на поверхность стекла с показателем преломления 1,73 под углом Брюстера. Чему равен угол отражения?

- а)  $60^\circ$    б)  $45^\circ$    в)  $30^\circ$    г)  $20^\circ$

5. Пучок естественного света падает на систему из четырех поляризаторов, плоскость пропускания каждого из которых повернута на  $\varphi=30^\circ$  по отношению к плоскости пропускания предыдущего. Какая доля интенсивности света пройдет через всю систему?

- а) 0,866   б) 0,750   в) 0,563   г) 0,316

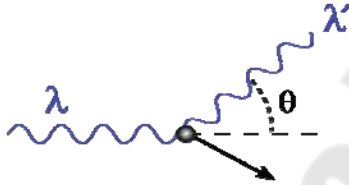
6. Мощность излучения абсолютно чёрного тела составляет  $P=34$  кВт. Найти температуру  $T$  этого тела, если известно, что его поверхность  $S=0,6\text{ м}^2$ .

- а)  $T=1000$  К   б)  $T=2000$  К   в)  $T=500$  К   г)  $T=1500$  К

7. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла равна  $\lambda_0=560$  нм. Определить максимальную скорость фотоэлектронов при освещении металла светом с частотой  $\nu=7,3 \cdot 10^{14}$  Гц.

- а)  $2,8 \cdot 10^5$  м/с   б)  $5,7 \cdot 10^5$  м/с   в)  $7,6 \cdot 10^5$  м/с   г)  $9,8 \cdot 10^5$  м/с

8. Какое явление иллюстрирует приведенный рисунок?



- а) Фотоэффект   б) эффект Комптона  
в) Дифракцию света   г) Поглощение света

9. Определить кинетическую энергию электрона на первой орбите атома водорода (ответ дать в джоулях).

- а)  $0,56 \cdot 10^{-18}$    б)  $1,72 \cdot 10^{-18}$    в)  $2,18 \cdot 10^{-18}$    г)  $5,12 \cdot 10^{-18}$

10. За время  $t=8$  суток распалось 75% начального количества ядер радиоактивного изотопа. Определить период его полураспада.

- а) 2 суток   б) 3 суток   в) 4 суток   г) 5 суток

### Вариант 15

1. Угол падения луча света на стекло равен  $\alpha=30^\circ$ , а угол преломления  $\beta=20^\circ$ . Определить скорость света в стекле.

- а) 205500 км/с   б) 135000 км/с   в) 280700 км/с   г) 300000 км/с

2. На мыльную пленку ( $n=1,33$ ) падает белый свет под углом  $\varphi=45^\circ$ . При какой наименьшей толщине пленки отраженные лучи будут окрашены в желтый свет? Длина волны желтого света  $\lambda=600$  нм.

- а) 550 нм   б) 533 нм   в) 625 нм   г) 510 нм

3. Радиусы темных колец Ньютона в отраженном свете определяются формулой:

а)  $r_k = \sqrt{kR\lambda}$ ; б)  $r_k = \sqrt{(2k-1)\frac{R\lambda}{2}}$ ; в)  $r_k = \sqrt{(k-1)kR}$ ; г)  $r_k = \sqrt{kR\frac{\lambda}{2}}$ .

4. На дифракционную решетку нормально к поверхности падает свет с длиной волны  $\lambda=550$  нм. На экран, находящийся от решетки на расстоянии  $l=1$  м проецируется дифракционная картина, причем первый главный максимум наблюдается на расстоянии  $h=12$  см от центрального. Определить период  $d$  дифракционной решетки.

- а) 5,58 мкм   б) 4,68 мкм   в) 4,88 мкм   г) 4,58 мкм

5. Степень поляризации частично поляризованного света равна  $P=0,33$ . Во сколько раз отличается максимальная  $I_{max}$  интенсивность света, пропускаемого через анализатор, от минимальной  $I_{min}$ .

- а) 1   б) 2   в) 3   г) 4

6. Температура вольфрамовой спирали в 25 – ваттной лампочке  $T=2450$  К. Отношение её энергетической светимости к энергетической светимости абсолютно чёрного тела для данной температуры  $\alpha = 0,3$ . Определить площадь  $S$  излучающей поверхности спирали.

- а)  $S=0,4\text{см}^2$    б)  $S=0,8\text{см}^2$    в)  $S=0,3\text{см}^2$    г)  $S=0,2\text{см}^2$

7. На какую длину волны приходится максимум спектральной плотности излучательности  $r_{\lambda,T}$  абсолютно черного тела при температуре  $t=0$  °С.

- а) 5,5 мкм   б) 10 мкм   в) 16 мкм   г) 23 мкм

8. Длина волны, соответствующая красной границе фотоэффекта для бромистого серебра, равна  $\lambda_0=0,3\cdot 10^{-6}$  м. Определить скорость вылетевшего электрона  $v$ , если на бромистое серебро падает свет с длиной волны равной  $\lambda=0,5\cdot 10^{-7}$  м.

- а)  $2,6 \cdot 10^5$  м/с   б)  $5,2 \cdot 10^5$  м/с   в)  $6,8 \cdot 10^5$  м/с   г)  $9,1 \cdot 10^5$  м/с

9. Атом водорода испустил фотон с длиной волны  $4,86 \cdot 10^{-7}$  м. На сколько изменилась энергия электрона в атоме?

- а)  $\Delta E = 1,28 \text{ эВ}$    б)  $\Delta E = 2,56 \text{ эВ}$    в)  $\Delta E = 5,12 \text{ эВ}$    г)  $\Delta E = 10,24 \text{ эВ}$

10. При бомбардировке  $\alpha$ -частицами ядер алюминия  ${}_{13}\text{Al}^{27}$  образуется ядро неизвестного элемента  $X$  и  $n^1$ . Этим элементом является

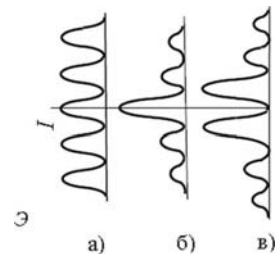
- а)  ${}_{10}\text{B}^{20}$    б)  ${}_{11}\text{Na}^{23}$    в)  ${}_{15}\text{P}^{30}$    г)  ${}_{14}\text{Si}^{32}$

### вариант 16

1. Луч света падает на грань треугольной стеклянной призмы с преломляющим углом (угол при ее вершине)  $\theta = 30^\circ$  перпендикулярно к ее поверхности и выходит в воздух из противоположной грани отклонившись на угол  $\gamma = 20^\circ$  от первоначального направления. Определить показатель преломления стекла.

- а) 1,33   б) 1,63   в) 2,18   г) 2,50

2. На рисунке изображена интерференционная схема опыта Юнга с двумя щелями, излучающими волны с длиной  $\lambda$ . Какой из приведенных графиков  $I = f(x)$  описывает изменение интенсивности в интерференционной картине?



3. Установка для получения колец Ньютона освещается белым светом, падающим нормально. Найти радиус четвертого синего кольца ( $\lambda = 400$  нм). Наблюдение производится в проходящем свете. Радиус кривизны линзы равен  $R = 5$  м.

- а) 1,9 мм   б) 2,8 мм   в) 3,8 мм   г) 5,5 мм

4. При освещении дифракционной решетки белым светом спектры третьего и четвертого порядков отчасти перекрывают друг друга. На какую длину волны в спектре третьего порядка накладывается фиолетовая граница ( $\lambda_1 = 360$  нм) спектра четвертого порядка?

- а)  $\lambda_1 = 700$  нм;   б)  $\lambda_1 = 550$  нм;   в)  $\lambda_1 = 480$  нм;   г)  $\lambda_1 = 600$  нм

5. На щель шириной  $a=0,05$  мм падает нормально свет с длиной волны  $\lambda=0,6$  мкм. Определить угол  $\varphi$  между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.

а)  $2^\circ 45'$  б)  $3^\circ 25'$  в)  $4^\circ 50'$  г)  $5^\circ 75'$

6. Чему равен угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света, прошедшего через поляризатор и анализатор уменьшается в четыре раза.

а)  $60^\circ$  б)  $45^\circ$  в)  $30^\circ$  г)  $20^\circ$

7. Мощность излучения абсолютно черного тела  $P=34$  кВт. Найти температуру тела, если поверхность его равна  $S=0,6$  м<sup>2</sup>.

а)  $T=1000$  К б)  $T=2000$  К в)  $T=500$  К г)  $T=1500$  К

8. На цинковую пластинку направлен монохроматический пучок света. Фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов  $U = 1,5$  В. Определить длину волны  $\lambda$  света, падающего на пластинку. Работа выхода для цинка равна  $A_e=6,4 \cdot 10^{-19}$  Дж.

а) 190 нм б) 250 нм в) 380 нм г) 550 нм

9. Определить частоту обращения электрона на 2-ой орбите атома водорода. Первый боровский радиус равен  $r_1=0,053$  нм.

а)  $4,22 \cdot 10^{14}$  с<sup>-1</sup> б)  $6,59 \cdot 10^{14}$  с<sup>-1</sup> в)  $8,19 \cdot 10^{14}$  с<sup>-1</sup> г)  $10,2 \cdot 10^{14}$  с<sup>-1</sup>

10. Ядро радия  ${}_{88}\text{Ra}^{226}$  претерпевает  $\alpha$ -распад. Какое ядро образуется в результате радиоактивного распада?

а)  ${}_{84}\text{Po}^{209}$  б)  ${}_{86}\text{Rn}^{222}$  в)  ${}_{90}\text{Th}^{232}$  г)  ${}_{92}\text{U}^{235}$

### Вариант 17

1. Определите показатель преломления  $n$  скипидара, если известно, что при угле падения  $\alpha=45^\circ$  угол преломления равен  $\beta=30^\circ$ .

а) 1,33 б) 1,41 в) 1,55 г) 1,73

2. Свет проходит последовательно через воздух - воду - стекло. Каково соотношение между скоростями распространения света в различных средах?

а)  $v_1 > v_2 > v_3$ ; б)  $v_1 > v_2 < v_3$ ; в)  $v_1 < v_2 > v_3$ ; г)  $v_1 < v_2 < v_3$ .

где  $v_1, v_2, v_3$  – скорости света в воздухе, воде и стекле соответственно.

3. Разность хода двух интерферирующих лучей монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 500$  нм равна  $\Delta = 3,75 \cdot 10^{-7}$  м. Определить разность хода фаз колебаний этих лучей.

а)  $D\varphi = \frac{p}{2}$ ;   б)  $D\varphi = \frac{3p}{5}$ ;   в)  $D\varphi = \frac{3p}{2}$ ;   г)  $D\varphi = \frac{3p}{8}$

4. От двух источников  $S_1$  и  $S_2$  ( $\lambda=0,8$  мкм) на экране наблюдается интерференционная картина. Когда на пути одного из лучей поместили мыльную пленку ( $n=1,33$ ), картина изменилась на противоположную. При какой наименьшей толщине  $d_{min}$  пленки это возможно?

а) 0,5 мкм   б) 1,21 мкм   в) 3,6 мкм   г) 5,23 мкм

5. Какое из приведенных выражений определяет положения главных максимумов интенсивности в дифракционной картине от дифракционной решетки?

а)  $d \sin \varphi = \pm \frac{k}{N} \lambda$ ;   б)  $d \sin \varphi = \pm \left( m + \frac{k}{N} \right) \frac{\lambda}{2}$ ;

в)  $d \sin \varphi = \pm m \lambda$ ;   г)  $d \sin \varphi = \pm (2m + 1) \frac{\lambda}{2}$ .

6. Вычислить наибольший угол  $\varphi_{max}$ , на который дифрагирует пучок света, длиной  $\lambda=546$  нм, падающего нормально на дифракционную решетку, имеющую  $N=10000$  штрихов при ширине  $l=4$  см.

а) 3   б) 5   в) 7   г) 9

7. Пучок света переходит из жидкости в стекло. Угол падения  $\alpha=60^\circ$ , угол преломления  $\beta=50^\circ$ . При каком угле падения  $\theta$  пучок света, отраженной от границы раздела этих сред будет максимально.

а)  $23,5^\circ$    б)  $35,3^\circ$    в)  $48,5^\circ$    г)  $63,6^\circ$

8. Найти температуру  $T$  абсолютно чёрного тела, при которой его излучательность равна  $R_T=10$  кВт/м<sup>2</sup>.

а)  $T=532$  К   б)  $T=648$  К   в)  $T=322$  К   г)  $T=940$  К

9. Кванты света с энергией  $E=4,9$  эВ вырывают фотоэлектроны из металла с работой выхода  $A_e=4,5$  эВ. Найти максимальную кинетическую энергию, вырываемых электронов.

а) 0,3 эВ   б) 0,4 эВ   в) 0,5 эВ   г) 0,6 эВ

10. Укажите, какая частица образуется в результате ядерной реакции:  ${}_2\text{He}^4 + {}_3\text{Li}^7 = {}_5\text{B}^{10} + X$ .

а) электрон   б) нейтрон   в) протон   г) дейтрон

### Вариант 18

1. Определите показатель преломления скипидара, если известно, что при угле падения  $\alpha=45^\circ$  угол преломления равен  $\beta=30^\circ$ .

- а) 300000 км/с   б) 290000 км/с   в) 213000 км/с   г) 176000 км/с

2. Отраженный свет какой длины волны  $\lambda$  будет максимально усилен из-за интерференции, если мыльная пленка ( $n=1,3$ ) освещается белым светом. Свет падает нормально, толщина пленки  $d=100$  нм.

- а) 320 нм   б) 380 нм   в) 400 нм   г) 520 нм   д) 640 нм

3. Расстояние между пятым и двадцать пятым светлыми кольцами Ньютона равно 9 мм. Радиус кривизны линзы 15 м. Найти длину волны монохроматического света, падающего нормально на установку. Наблюдение проводится в отраженном свете.

- а)  $7,1 \cdot 10^{-7}$  м   б)  $6,5 \cdot 10^{-7}$  м   в)  $8,4 \cdot 10^{-7}$  м   г)  $4,2 \cdot 10^{-7}$  м

4. Дифракционная решетка содержит  $N=200$  штрихов на 1 мм. На нее нормально падает свет с длиной волны  $\lambda=0,6$  мкм. Максимум, какого наибольшего порядка  $k_{max}$  дает эта решетка?

- а) 6   б) 7   в) 8   г) 9

5. Что будет наблюдаться на экране, если на пути света от точечного источника поставить непрозрачный диск, закрывающий большое число зон Френеля?

а) в центральной части экрана будет темное пятно, а на границе тени будет наблюдаться чередование светлых и темных колец;

б) на экране будет наблюдаться дифракционная картина в виде чередования светлых и темных колец, в центре экрана будет светлое пятнышко;

в) диск отбрасывает на экране тень в соответствии с законами геометрической оптики.

6. Какой угол образуют плоскости поляризации поляризатора и анализатора, если свет, вышедший из анализатора, был ослаблен в 5 раз? Учтите, что поляризатор поглощает 10%, а анализатор – 8% падающего на них света.

- а)  $\varphi = 45^\circ$    б)  $\varphi = 46^\circ$    в)  $\varphi = 48^\circ$    г)  $\varphi = 50^\circ$

7. Какие из приведенных выражений описывают законы Вина?

а)  $\lambda_m = \frac{b}{T}$ ; б)  $R_T = \int_0^{\infty} r_{\lambda T} d\lambda$ ; в)  $R^* = \frac{c}{4} u$ ; г)  $r_{\lambda} = r_{\omega} \frac{\omega^2}{2\pi c}$ .

8. Поток энергии, излучаемой из смотрового отверстия печи равен  $P=34$  Вт. Определить температуру внутри печи, если площадь отверстия  $S=6$  см<sup>2</sup>.

а)  $T=1100$  К б)  $T=1200$  К в)  $T=800$  К г)  $T=1000$  К

9. Фотон с длиной волны  $\lambda=0,2$  мкм вырывает с поверхности натрия фотозлектрон, кинетическая энергия которого  $E=5,2$  эВ. Определить работу выхода  $A_e$  фотоэффекта.

а)  $0,56 \cdot 10^{-19}$  Дж б)  $4,7 \cdot 10^{-19}$  Дж в)  $2,8 \cdot 10^{-19}$  Дж г)  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Дж

10. Атом водорода испустил фотон с длиной волны  $4,86 \cdot 10^{-7}$  м. На сколько изменилась энергия электрона в атоме?

а)  $\Delta E = 1,28$  эВ б)  $\Delta E = 2,56$  эВ в)  $\Delta E = 5,12$  эВ г)  $\Delta E = 10,24$  эВ

### Вариант 19

1. При переходе луча света из одной среды в другую угол падения равен  $\alpha=30^\circ$ , а угол преломления  $\beta=60^\circ$ . Каков относительный показатель преломления второй среды относительно первой?

а) 1,33 б) 1,73 в) 0,58 г) 0,75

2. Расстояние между вторым и первым темными кольцами Ньютона в отраженном свете равно  $\Delta r_{1,2}=1$  мм. Определить расстояние между десятым и девятым кольцами  $\Delta r_{9,10}$ .

а) 0,15 мм б) 0,21 мм в) 0,25 мм г) 0,39 мм

3. На щель падает нормально параллельный пучок монохроматического света. Ширина щели  $a$  в шесть раз больше длины волны  $\lambda$ . Под каким углом  $\varphi$  будет наблюдаться третий дифракционный минимум интенсивности света?

а)  $20^\circ$  б)  $30^\circ$  в)  $45^\circ$  г)  $60^\circ$

4. Найти постоянную дифракционной решетки  $d$ , если при наблюдении в монохроматическом свете ( $\lambda = 600$  нм) максимум пятого



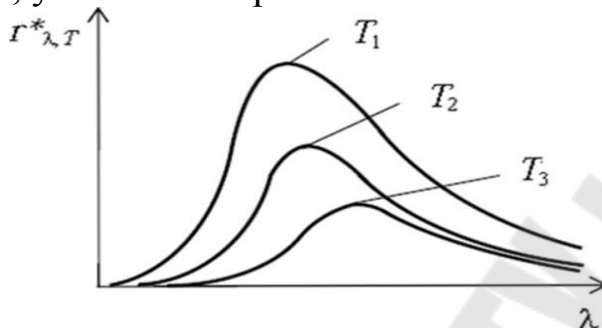
порядка отклонен на угол  $\varphi = 18^\circ$ . Какое число штрихов  $N$  нанесено на единицу длины этой решетки?

- а)  $d = 1070 \text{ нм}$ ,  $N = 93 \text{ мм}^{-1}$ ; б)  $d = 970 \text{ нм}$ ,  $N = 103 \text{ мм}^{-1}$ ;  
 в)  $d = 9,7 \text{ мм}$ ,  $N = 10,3 \text{ мм}^{-1}$ ; г)  $d = 8700 \text{ нм}$ ,  $N = 203 \text{ мм}^{-1}$ .

5. Определить степень поляризации  $P$  света, являющегося смесью естественного света с плоско поляризованным, если интенсивность поляризованного света и естественного равны.

- а)  $P = 0,6$  б)  $P = 0,45$  в)  $P = 0,7$  г)  $P = 0,5$

6. Для изотерм абсолютно черного тела, представленных на рисунке, установите правильное соотношение температур.



- а)  $T_1 > T_2 > T_3$  б)  $T_1 < T_2 < T_3$  в)  $T_1 = T_2 = T_3$ .

7. Определить количество теплоты, излучаемой с поверхности площадью  $S = 50 \text{ см}^2$  расплавленного металла за время  $t = 1 \text{ мин}$ , если поглощательная способность металла  $a = 0,8$ , а температура  $t = 1770 \text{ }^\circ\text{C}$ .

- а)  $Q = 137 \text{ кДж}$  б)  $Q = 357 \text{ кДж}$  в)  $Q = 284 \text{ кДж}$  г)  $Q = 237 \text{ кДж}$

8. Красная граница фотоэффекта для никеля равна  $\lambda_0 = 0,257 \text{ мкм}$ . Найти длину волны света  $\lambda$ , падающего на никель, если фототок прекращается при задерживающем напряжении  $U_3 = 1,5 \text{ В}$ .

- а)  $\lambda = 0,394 \text{ мкм}$  б)  $\lambda = 0,196 \text{ мкм}$  в)  $\lambda = 0,124 \text{ мкм}$  г)  $\lambda = 0,684 \text{ мкм}$

9. Атом водорода испустил фотон с длиной волны  $\lambda = 490 \text{ нм}$ . На сколько изменилась энергия атома водорода?

- а)  $0,14 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$  б)  $0,48 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$  в)  $1,05 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$  г)  $4,04 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

10. Из ядра  ${}_{88}\text{Ra}^{226}$  после двух альфа-распадов и определенного числа бета-распадов образовалось ядро с порядковым номером 86. Определить число бета-распадов.

- а) 1 б) 2 в) 3 г) 4

## Вариант 20

1. Под каким углом  $\alpha$  должен упасть луч на стекло (показатель преломления стекла  $n=1,73$ ), чтобы преломленный луч оказался перпендикулярным к отраженному?

- а)  $20^\circ$       б)  $30^\circ$       в)  $45^\circ$       г)  $60^\circ$

2. Пленка масла с показателем преломления  $n=1,5$  освещена нормально падающим светом с длиной волны  $\lambda=5,5 \cdot 10^{-7}$  м. Какова минимальная толщина пленки если отражённые лучи максимально усилены вследствие интерференции?

- а) 600 нм      б) 700 нм      в) 800 нм      г) 900 нм

3. Радиусы  $r$  двух соседних темных колец Ньютона равны 4,0 и 4,38 мм. Радиус кривизны линзы  $R=6,4$  м. Наблюдение ведется в отраженном свете. Найти порядковые номера колец.

- а) 3 и 4      б) 4 и 5      в) 5 и 6      г) 6 и 7

4. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет. Определить угол дифракции для линии  $\lambda_1 = 550$  нм в четвертом порядке, если этот угол для линии  $\lambda_2 = 600$  нм в третьем порядке составляет  $30^\circ$ .

- а)  $\varphi_1 = 37^\circ 42'$       б)  $\varphi_1 = 47^\circ 42'$       в)  $\varphi_1 = 57^\circ 42'$       г)  $\varphi_1 = 17^\circ 42'$

5. Чему равен угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света, прошедшего через поляризатор и анализатор, уменьшается в 2 раза.

- а)  $60^\circ$       б)  $30^\circ$       в)  $0^\circ$       г)  $90^\circ$

6. Определить температуру абсолютно черного тела, если максимальное значение его плотности энергетической светимости приходится на длину волны  $\lambda_{max}=500$  нм

- а) 3600 К      б) 4700 К      в) 5800 К      г) 7200 К

7. Какую энергию  $W$  излучает в течение суток каменная стена общей площадью  $S=100$  м<sup>2</sup>, если температура ее поверхности равна  $t=0$  °С? Отношение излучательности каменной стены и абсолютно черного тела равно  $\alpha=0,8$

- а) 218 МДж      б) 470 МДж      в) 580 МДж      г) 720 МДж

8. Какую часть энергии фотона составляет энергия, которая пошла на совершение работы выхода электронов из металла, если красная граница для этого металла равна  $\lambda=0,54$  мкм? Кинетическая энергия фотоэлектронов  $E=0,5$  эВ.

- а) 100%    б) 82%    в) 41%    г) 20,5%

9. Радиус первой орбиты электрона в атоме водорода равен  $a_1=0,053$  нм. Чему равен радиус третьей орбиты?

- а)  $a_2=0,477$  нм    б)  $a_2=0,366$  нм    в)  $a_2=0,212$  нм    г)  $a_2=0,128$  нм

10. В какой элемент превращается  ${}_{92}^{238}\text{U}$  после трех  $\alpha$ -распадов и двух  $\beta$ -распадов?

- а)  $X = {}_{87}^{222}\text{Rn}$     б)  $X = {}_{88}^{226}\text{Ra}$     в)  $X = {}_{84}^{210}\text{Po}$     г)  $X = {}_{82}^{207}\text{Pb}$

### Вариант 21

1. Два световых луча распространяются в воде с показателем преломления  $n=1,33$ . Геометрическая разность хода лучей  $l=1,5 \cdot 10^{-3}$  мм. Чему равна оптическая разность хода этих волн.

- а)  $2,0 \cdot 10^{-3}$  мм    б)  $2,6 \cdot 10^{-3}$  мм    в)  $1,7 \cdot 10^{-3}$  мм    г)  $1,1 \cdot 10^{-3}$  мм

2. Условие максимумов интенсивности в интерференционной картине при отражении световой волны от плоскопараллельной пластики толщины  $h$  имеет вид:

а)  $2h\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_1} = (2m+1)\frac{\lambda}{2}$ ;    б)  $2h\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_1} = \lambda m$ ;

в)  $2hn \cos \theta_2 = (2m+1)\frac{\lambda}{2}$ ;    г)  $2hn \cos \theta_2 = m\lambda$ .

3. При освещении дифракционной решетки белым светом спектры второго и третьего порядков отчасти перекрывают друг друга. На какую длину волны в спектре второго порядка накладывается фиолетовая граница ( $\lambda_2 = 0,4$  мкм) спектра третьего порядка?

- а)  $\lambda_1 = 700$  нм;    б)  $\lambda_1 = 550$  нм;    в)  $\lambda_1 = 500$  нм;    г)  $\lambda_1 = 600$  нм.

4. Степень поляризации  $P$  частично поляризованного света равна 0,33. Во сколько раз отличается максимальная интенсивность света, пропускаемого через анализатор, от минимальной.

- а) 1    б) 2    в) 3    г) 4

5. Пучок естественного света падает на систему из трех поляризаторов, плоскость пропускания каждого из которых повернута на  $\varphi=30^\circ$  по отношению к плоскости пропускания предыдущего. Какая доля интенсивности света пройдет через всю систему?

- а) 0,625      б) 0,750      в) 0,563      г) 0,316

6. Максимум спектральной плотности излучательности Солнца соответствует длине волны  $\lambda=500$  нм. Принимая Солнце за абсолютно черное тело, определить энергетическую светимость Солнца.

а)  $R_9 = 32 \frac{\text{МВт}}{\text{м}^2}$ ,    б)  $R_9 = 64 \frac{\text{МВт}}{\text{м}^2}$ ,    в)  $R_9 = 89 \frac{\text{МВт}}{\text{м}^2}$ ,    г)  $R_9 = 72 \frac{\text{МВт}}{\text{м}^2}$ ,

7. Красная граница фотоэффекта для металла  $\lambda_k = 6,2 \cdot 10^{-5}$  см. Найти величину запирающего напряжения  $U_3$  для фотоэлектронов при освещении металла светом длиной волны  $\lambda = 330$  нм.

- а)  $U_3 = 1,761\text{В}$     б)  $U_3 = 2,761\text{В}$     в)  $U_3 = 1,231\text{В}$     г)  $U_3 = 0,621\text{В}$

8. Какое из приведенных ниже уравнений описывает эффект Комптона?

а)  $n\hbar\omega = A + \frac{m_e v^2}{2}$ ;      б)  $\varphi(\lambda, T) = \left(\frac{2\pi c}{\lambda}\right)^5 F\left(\frac{2\pi c}{\lambda}\right)$ ;  
 в)  $\Delta\lambda = 2\lambda_c \sin^2 \frac{\theta}{2}$ ;      г)  $\frac{2\pi\hbar}{m_e c}$ .

9. Указать недостающее обозначение в ядерной реакции  ${}_1H^2 + {}_1H^3 \rightarrow ? + {}_2He^4$ .

- 1)  ${}_1H^1$       2)  ${}_0n^1$       3)  ${}_1H^2$       4)  ${}_1p^1$

10. Определить период полураспада (в сутках) радиоактивного вещества, если за 3 суток количество ядер этого вещества уменьшилось в 8 раз.

- 1) 1      2) 2      3) 3      4) 4

### Вариант 22

1. Луч света переходит из одного вещества в другое. Угол падения равен  $\alpha=60^\circ$ , а угол преломления  $\beta=45^\circ$ . Каков относительный показатель преломления второго вещества относительно первого?

- а) 1,22      б) 1,53      в) 1,68      г) 1,75

2. Оптическая разность хода лучей, отраженных от плоскопараллельной пластики толщины  $h$  при нормальном падении, равна:

- а)  $hn$     б)  $2hn$     в)  $2hn + \frac{\lambda}{2}$ ;    г)  $2hn + \lambda$ .

3. Какой минимальной толщины прозрачное покрытие ( $n_1=1,25$ ) необходимо нанести на линзу ( $n_2=1,5$ ), чтобы отраженные зеленые лучи ( $\lambda=550$  нм) были полностью погашены вследствие интерференции. Свет падает на линзу нормально.

- а) 600 нм    б) 550 нм    в) 280 нм    г) 110 нм

4. Имеется три дифракционных решетки, имеющие 50, 100 и 200 штрихов на 1 мм длины. Какая из них даст экране более широкий спектр при прочих равных условиях?

а) первая    б) вторая    в) третья    г) ширина спектра не зависит от числа штрихов

5. На дифракционную решетку нормально к ее поверхности падает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda_1 = 0,7 \cdot \text{мкм}$ . Период решетки  $d = 2$  мкм. Определить наибольший порядок дифракционного максимума, который дает эта решетка.

- а) 2    б) 3    в) 4    г) 5

6. Чему равен угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света, прошедшего через поляризатор и анализатор, уменьшается в четыре раза.

- а)  $30^\circ$     б)  $45^\circ$     в)  $50^\circ$     г)  $60^\circ$

7. В результате охлаждения тела длина волны, отвечающая максимуму спектральной плотности энергетической светимости, сместилась с  $\lambda_{1\text{max}} = 0,8 \text{ мкм}$  до  $\lambda_{2\text{max}} = 2,4 \text{ мкм}$ . Во сколько раз изменилась температура тела.

- а) в 2 раза    б) в 3 раза    в) в 4 раза    г) в 8 раз

8. На поверхность металла падает свет с длиной волны  $\lambda = 2,04 \cdot 10^{-7}$  м. Величина задерживающего напряжения равна  $U_3 = 0,8$  В. Определить красную границу фотоэффекта.

- а)  $1,35 \cdot 10^{-7}$  м    б)  $1,53 \cdot 10^{-7}$  м    в)  $2,06 \cdot 10^{-7}$  м    г)  $2,35 \cdot 10^{-7}$  м

8. В результате эффекта Комптона фотон рассеялся на покоившемся свободном электроны на угол  $\theta = 90^\circ$ . Энергия рассеянного фотона  $\varepsilon' = 400 \text{кэВ}$ . Определить энергию фотона до рассеяния.

- а) 0,65 МэВ   б) 0,95 МэВ   в) б) 1,85 МэВ   г) б) 2,55 МэВ

9. Атом водорода поглотил фотон с длиной волны  $\lambda = 490 \text{ нм}$ . На сколько увеличилась энергия атома водорода?

- а)  $0,14 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$    б)  $0,48 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$    в)  $1,05 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$    г)  $2,10 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

10. Указать недостающее обозначение в ядерной реакции  ${}_{13}\text{Al}^{27} + {}_0n^1 \rightarrow ? + {}_2\text{He}^4$ .

- а)  ${}_{11}\text{Na}^{24}$    б)  ${}_2\text{He}^4$    в)  ${}_{12}\text{Mg}^{24}$    г)  ${}_{11}\text{Na}^{22}$

### Вариант 23

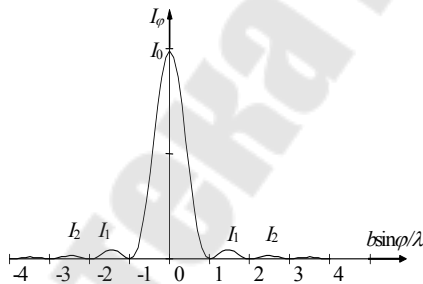
1. Определить показатель преломления  $n$  растительного масла, если, при угле падения  $\alpha = 45^\circ$  угол преломления равен  $\beta = 30^\circ$ .

- а) 1,33   б) 1,41   в) 1,55   г) 1,73

2. В опыте Юнга расстояние между источника света равно  $d = 0,5 \text{ мм}$ , расстояние от них до экрана  $L = 5 \text{ м}$ . Ширина интерференционных полос  $\Delta x = 5,5 \text{ мм}$ . Определить длину волны  $\lambda$  используемого света.

- а)  $\lambda = 550 \text{ нм}$    б)  $\lambda = 580 \text{ нм}$    в)  $\lambda = 540 \text{ нм}$    г)  $\lambda = 570 \text{ нм}$

3. Что изображено на рисунке:



- 1) Распределение интенсивности света при дифракции на щели;
- 2) Изменение интенсивности света при поляризации;
- 3) Метод зон Френеля;
- 4) Зависимость излучательности от длины волны.

4. При нормальном падении света с длиной волны  $\lambda = 630 \text{ нм}$  на дифракционную решётку максимум второго порядка наблюдается под углом  $\varphi = 11^\circ$ . Определить постоянную решетки.

- а)  $d = 6,6 \text{ мкм}$ ;   б)  $d = 6,8 \text{ мкм}$ ; в)  $d = 6,3 \text{ мкм}$ ; г)  $d = 6,0 \text{ мкм}$

5. Угол падения луча на поверхность стекла равен  $\alpha=60^\circ$ . При этом отраженный пучок света оказался максимально поляризованным. Определить угол преломления  $\beta$  луча.

- а)  $20^\circ$       б)  $30^\circ$       в)  $45^\circ$       г)  $60^\circ$

6. Металлическая деталь имеет температуру  $T=500$  К. Какую энергию излучает деталь за  $t=1$  с, если площадь ее поверхности равна  $S=20$  см<sup>2</sup>?

- а) 4 Дж      б) 7 Дж      в) 18 Дж      г) 28 Дж

7. На поверхность металла падает монохроматическое излучение с длиной волны  $\lambda=0,1$  мкм. Красная граница фотоэффекта  $\lambda_0=0,3$  мкм. Какая часть энергии падающего фотона расходуется на сообщение электрону кинетической энергии?

- а) 75%      б) 67%      в) 50%      г) 30%

8. При переходе электронов в атомах водорода с 4-ой орбиты на 2-ую излучаются фотоны с энергией  $4,04 \cdot 10^{-19}$  Дж. Чему равна длина волны излучения?

- а) 490 нм      б) 600 нм      в) 740 нм      г) 880 нм

9. Установите соответствие между определением и его математическим выражением.

Определение

Математическое выражение

а) период полураспада

1)  $\frac{1}{\lambda}$ ;

б) среднее время жизни радиоактивного ядра

2)  $N_0[1 - \exp(-\lambda t)]$ ;

в) число атомов, распавшихся за время  $t$

3)  $\frac{\lambda N}{m}$ ;

г) удельная активность радиоактивного

4)  $\frac{0.693}{\lambda}$ .

10. Чему равен период полураспада  $T_{0,5}$  радиоактивного вещества, если за время  $t=3$  ч количество ядер этого вещества уменьшилось в  $k=8$  раз.

- 1) 1      2) 2      3) 3      4) 4

### Вариант 24

1. Луч света падает на прозрачное вещество под углом  $\alpha = 60^\circ$ . Преломленный луч  $\beta$  оказался перпендикулярным к отраженному. Чему равен показатель преломления  $n$  вещества?

- а) 1,73      б) 1,33      в) 1,55      г) 0,58

2. При каком значении разности хода  $\Delta$  двух когерентных волн будет наблюдаться минимум интенсивности при их интерференции.

- а)  $\Delta = \pm(2m - 1)\frac{\lambda}{2}$       б)  $\Delta = \pm k\lambda$       в)  $\Delta x = \frac{\lambda L}{d}$       г)  $\Delta = 2dn \cos \alpha$

3. Какую наименьшую толщину имеет мыльная плёнка ( $n=1,3$ ), если на нее нормально падает белый свет, а она в отраженном свете кажется зеленой? Длина волны зеленых лучей  $\lambda=550$  нм.

- а) 330 нм      б) 209 нм      в) 180 нм      г) 106 нм

4. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет. Постоянная дифракционной решетки  $d$  в 7,5 раза больше длины световой волны  $\lambda$ . найти максимальное число дифракционных максимумов  $m$ , которые можно наблюдать в данном случае.

- а) 6      б) 7      в) 8      г) 9

5. Неполяризованный свет проходит через поляризатор и анализатор, плоскости пропускания которых образуют угол  $\varphi=60^\circ$ . Во сколько раз уменьшится интенсивность света при выходе из анализатора?

- а) 1,3 раза      б) 2 раза      в) 4 раза      г) 8 раз

6. Температура абсолютно черного тела  $T=2900$  К. Определить длину волны  $\lambda_m$ , на которую приходится максимум энергии излучения.

- а) 1 мкм      б) 2 мкм      в) 2,9 мкм      г) 5,8 мкм

7. Свет с длиной волны  $\lambda=200$  нм вырывает с поверхности металла электроны с кинетической энергией  $E=11,5 \cdot 10^{-19}$  Дж. Определить красную границу  $\lambda_0$  фотоэффекта.

- а) 400 нм      б) 500 нм      в) 600 нм      г) 700 нм



8. Электрон в атоме водорода перешел с 2-го уровня на 4-й. Определить энергию поглощенного фотона.

- а) 2,05 эВ    б) 2,55 эВ    в) 3,85 эВ    г) 5,25 эВ

9. Масс фотона определяется выражением

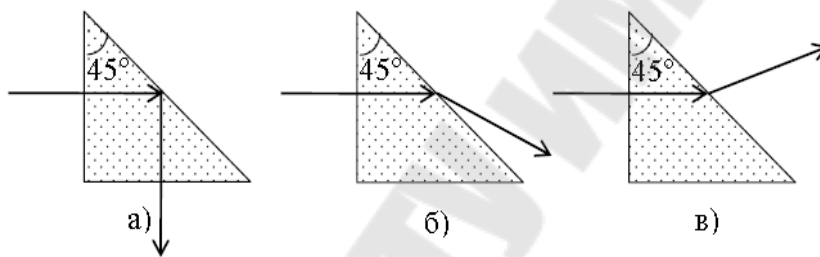
- а)  $h\nu/c$     б)  $mc^2$     в)  $h\nu$     г)  $h\nu/c^2$

10. Два ядра гелия  ${}^4_2\text{He}$  слились в одно, при этом был выброшен протон. Ядро, какого элемента образовалось?

- а)  ${}^{24}_{11}\text{Na}$     б)  ${}^4_2\text{He}$     в)  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$     г)  ${}^7_3\text{Li}$

### Вариант 25

1. На каком из приведенных ниже рисунков дано правильное изображение хода луча в стеклянной призме



2. При каком значении разности хода  $\Delta$  двух когерентных волн будет наблюдаться максимум интенсивности при их интерференции.

- а)  $\Delta = \pm(2k+1)\frac{\lambda}{2}$     б)  $\Delta = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i} \pm \frac{\lambda}{2}$     в)  $\Delta = \pm k\lambda$     г)  $\Delta = 2dn \cos \alpha$

3. В опыте Юнга расстояние между двумя когерентными источниками света  $d = 0,9$  мм. Расстояние от источников до экрана  $l = 3,5$  м. Длина световой волны  $\lambda = 640$  нм. Определить число светлых полос, располагающихся на 1 см длины экрана.

- а)  $\frac{m}{x} = 420\text{м}^{-1}$     б)  $\frac{m}{x} = 390\text{м}^{-1}$     в)  $\frac{m}{x} = 400\text{м}^{-1}$     г)  $\frac{m}{x} = 400\text{м}$

4. На узкую щель падает нормально параллельный пучок монохроматического света. Ширина щели  $a$  в шесть раз больше длины световой волны  $\lambda$ . под каким углом  $\varphi$  будет наблюдаться второй дифракционный минимум интенсивности света?

- а)  $19,5^\circ$     б)  $31,2^\circ$     в)  $44,3^\circ$     г)  $56,5^\circ$

5. Солнечный луч падает на поверхность воды. Найти угол полной поляризации  $\theta$  отраженного луча. Показатель преломления воды  $n=1,33$ .

- а)  $22^\circ$       б)  $37^\circ$       в)  $45^\circ$       г)  $53^\circ$

6. Чему равен угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света, прошедшего через поляризатор и анализатор, уменьшается в 2 раза.

- а)  $60^\circ$       б)  $30^\circ$       в)  $0^\circ$       г)  $90^\circ$

7. Найти температуру  $T$  абсолютно чёрного тела, если известно, что излучение с каждого квадратного сантиметра поверхности тела имеет мощность  $P = 5,67$  Вт.

- а)  $T=360$  К      б)  $T=450$  К      в)  $T=700$  К      г)  $T=1000$  К

8. На металлическую пластинку направлен монохроматический пучок света с частотой  $\lambda=410$  нм. Красная граница фотоэффекта для данного металла равна  $\lambda_0=560$  нм. Определить максимальную скорость фотоэлектронов.

- а)  $2,8 \cdot 10^5$  м/с      б)  $5,7 \cdot 10^5$  м/с      в)  $7,6 \cdot 10^5$  м/с      г)  $9,8 \cdot 10^5$  м/с

9. Электрон находится на 3-й орбите атома водорода. Определите радиус этой орбиты, если первый боровский радиус  $a_1=0,053$  нм.

- а)  $0,48 \cdot 10^{-19}$  Дж      б)  $1,05 \cdot 10^{-19}$  Дж      в)  $2,10 \cdot 10^{-19}$  Дж      г)  $4,04 \cdot 10^{-19}$  Дж

- а)  $0,477$  нм      б)  $0,366$  нм      в)  $0,212$  нм      г)  $0,128$  нм

10. Что представляет собой  $\alpha$ -излучение?

- а) поток электронов      б) поток протонов      в) поток нейтронов  
г) поток ядер атома гелия

## Приложение

### 1. Основные физические постоянные:

скорость света в вакууме –  $c = 3,00 \cdot 10^8$  м/с

постоянная Авогадро –  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>

газовая постоянная –  $R = 8.31$  Дж /моль·К

постоянная Больцмана –  $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$  Дж /К

элементарный заряд –  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл;

масса протона –  $m_p = 1.6 \cdot 10^{-27}$  кг;

масса электрона –  $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$  кг;

удельный заряд электрона –  $e/m = 1,76 \cdot 10^{11}$  Кл/кг;

электрическая постоянная –  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м;

магнитная постоянная –  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м;

постоянная Ридберга –  $R = 1,10 \cdot 10^7$  м<sup>-1</sup>

постоянная Планка –  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  Дж·с

постоянная Стефана-Больцмана –  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$  Вт/(м<sup>2</sup> · К<sup>4</sup>)

постоянная в законе Вина –  $b = 2,89 \cdot 10^{-3}$  м·К

радиус первой боровской орбиты –  $a_0 = 5,29 \cdot 10^{-11}$  м

атомная единица массы –  $1 \text{ а.е.м.} = 1,660 \cdot 10^{-27}$  кг

### 2. Работа выхода электронов из металла

МЕТАЛЛ	A, Дж	A, эВ
Калий	$3,5 \cdot 10^{-19}$	2,2
Литий	$3,7 \cdot 10^{-19}$	2,3
Платина	$10 \cdot 10^{-19}$	6,3
Рубидий	$3,4 \cdot 10^{-19}$	2,1
Серебро	$7,5 \cdot 10^{-19}$	4,7
Цезий	$3,2 \cdot 10^{-19}$	2,0
Цинк	$6,4 \cdot 10^{-19}$	4,0

3. Относительные атомные массы (округленные значения)  $A_r$  и порядковые номера  $Z$  некоторых элементов.

Элемент	Символ	$A_r$	$Z$	Элемент	Символ	$A_r$	$Z$
Азот	N	14	7	Марганец	Mn	55	25
Алюминий	Al	27	13	Медь	Cu	64	29
Аргон	Ar	40	18	Молибден	Mo	96	42
Барий	Ba	137	56	Натрий	Na	23	11
Ванадий	V	60	23	Неон	Ne	20	10
Водород	H	1	1	Никель	Ni	59	28
Вольфрам	W	184	74	Олово	Sn	119	50
Гелий	He	4	2	Платина	Pt	195	78
Железо	Fe	56	26	Ртуть	Hg	201	80
Золото	Au	197	79	Сера	S	32	16
Калий	K	39	19	Серебро	Ag	108	47
Кальций	Ca	40	20	Углерод	C	12	6
Кислород	O	16	8	Уран	U	238	92
Магний	Mg	24	12	Хлор	Cl	35	17

4. Массы атомов легких изотопов

Изотоп	Символ	Масса, а.е.м.	Изотоп	Символ	Масса, а.е.м.
Нейтрон	${}_0^1n$	1,00867	Бериллий	${}_4^7Be$	7,01693
Азот	${}_7^{14}N$	14,00307		${}_4^9Be$	9,01219
Водород	${}_1^1H$	1,00783	Бор	${}_5^{10}B$	10,01294
	${}_1^2H$	2,01410		${}_5^{11}B$	11,00930
	${}_1^3H$	3,01605	Углерод	${}_6^{14}C$	12,00000
Гелий	${}_2^3He$	3,01603		${}_6^{13}C$	13,00335
	${}_2^4He$	4,00260		${}_6^{14}C$	14,00324
Литий	${}_3^6Li$	6,01513	Кислород	${}_8^{16}O$	15,99491
	${}_3^7Li$	7,01601		${}_8^{17}O$	16,99913

### 5. Периоды полураспада радиоактивных изотопов

Изотоп	Символ	Период полураспада
Актиний	${}_{89}^{225}Ac$	10 суток
Иод	${}_{53}^{131}I$	8 суток
Кобальт	${}_{27}^{60}Co$	5,3 года
Магний	${}_{12}^{27}Mg$	10 минут
Радий	${}_{86}^{226}Ra$	1620 лет
Радон	${}_{86}^{222}Rn$	3,8 суток
Стронций	${}_{38}^{90}Sr$	27 лет
Фосфор	${}_{15}^{32}P$	14,3 суток
Церий	${}_{58}^{144}Ce$	285 суток

### 6. Масса и энергия покоя некоторых частиц

Частица	$m_0$		$E_0$	
	кг	а.е.м.	Дж	МэВ
Электрон	$9,11 \cdot 10^{-31}$	0,00055	$8,16 \cdot 10^{-14}$	0,511
Протон	$1,672 \cdot 10^{-27}$	1,00728	$1,50 \cdot 10^{-10}$	938
Нейтрон	$1,675 \cdot 10^{-27}$	1,00867	$1,51 \cdot 10^{-10}$	939
Дейтрон	$3,35 \cdot 10^{-27}$	2,01355	$3,00 \cdot 10^{-10}$	939
$\alpha$ -частица	$6,64 \cdot 10^{-27}$	4,00149	$5,96 \cdot 10^{-10}$	3733
Нейтральный $\pi$ -мезон	$2,41 \cdot 10^{-28}$	0,14498	$2,16 \cdot 10^{-11}$	135

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная литература

1. Савельев И.В. Курс физики. Т. 1-3. - М.: Наука, 1989.
2. Детлаф А. А., Яворский М. Б. Курс физики. - М.: Высш. шк., 1989. - 608с.
3. Трофимова Т. И. Курс физики. - М.: Высш. шк., 1990. - 478 с.
4. Трофимова Т. И. Сборник задач по курсу физики для вузов. - М., 2003. - 303 с.
5. Чертов А. Г., Воробьев А. А. Задачник по физике. - М.: Высш. шк., 1988. - 526 с.
6. Волькенштейн В. С. Сборник задач по общему курсу физики. - Наука, 1988. - 381 с.

### Дополнительная литература

7. Ландсбер Г.С. Оптика. - М.: Наука, 1976. - 936 .
8. Савельев И.В. Сборник задач и вопросов по общей физике.- М.: Наука, 1988.-288 с.
9. Яворский Б. М., Детлаф А. А. Справочник по физике.- М.: Наука, 1990. - 624 с.
10. Кухлинг Х. Справочник по физике. - М.: Мир, 1985. - 520 с.

### Методические указания и пособия

11. 58эл Оптика, атомная и ядерная физика: конспект лекций по курсу «Физика» для студентов дневной формы обучения / А.А. Панков, П.А. Хило. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2009. – 170 с.
12. 235эл Оптика, атомная и ядерная физика: практикум по курсу «Физика» для студентов технических специальностей дневной формы обучения: в 3 ч. Ч.3. / П.А. Хило, А.И. Кравченко, П.Д. Петрашенко. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2011. – 54 с.

**ФИЗИКА**  
**ОПТИКА, АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА**

**Практикум**  
**по выполнению тестовых заданий**  
**для студентов технических специальностей**  
**заочной формы обучения**

Составители: **Хило Петр Анатольевич**  
**Злотников Игорь Иванович**

Подписано к размещению в электронную библиотеку  
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного  
учебно-методического документа 24.01.20.

Рег. № 30Е.  
<http://www.gstu.by>