

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности

Приборостроение

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ № 1

по дисциплине:

Физика

Исполнитель:

студент группы 3-1Б11

Суфиева Э.Н.

Томск 2023

Задача №1

Разность фаз колебаний электрического вектора электромагнитной волны в двух точках, лежащих на луче и отстоящих от источника волн на расстояниях 20 м и 45 м, равна 60° . Найти длину волны и период. Считать, что волна распространяется в вакууме.

Дано:

$$l_1=20\text{м}$$

$$l_2=45\text{м}$$

$$\Delta\varphi=60^\circ=\pi/3$$

Найти:

$$T=?$$

$$\lambda=?$$

Решение:

Расстояние между точками:

$$\Delta l=45-20=25\text{м}$$

$$\Delta\varphi=\frac{2\pi}{\lambda}*\Delta l$$

$$\lambda = \frac{2\pi}{\Delta\varphi}*\Delta l = \frac{2\pi}{\pi/3}*25 = 6*25 = 150\text{ м}$$

$$c=\lambda*v$$

c-скорость электромагнитной волны в вакууме ($3*10^8\text{м/с}$).

Отсюда,

$$v=\frac{c}{\lambda}$$

$$v=\frac{3*10^8}{150}=2000000\text{ м/с}$$

$$T=\frac{1}{v}$$

$$T=\frac{1}{2000000}=0.0000005\text{ с}$$

Ответ: $T=0.0000005\text{ с}$

Задача №2

Индуктивность 22,6 мГн и активное сопротивление включены параллельно в цепь переменного тока частотой 50 Гц. Найти сопротивление, если известно, что сдвиг фаз между напряжением и током равен 60° .

Дано:

$$L=22,6 \text{ мГн}=22,6*10^{-3}\text{Гн}$$

$$\nu=50\text{Гц}$$

$$\varphi=60^\circ$$

Найти:

$$R=?$$

Решение:

При параллельном включении R и L сдвиг фаз:

$$\operatorname{tg}\varphi=\frac{R}{X_L}=\frac{R}{\omega L}=\frac{R}{2\pi\nu L}$$

Сопротивление:

$$R=2\pi\nu L\operatorname{tg}\varphi$$

$$R=2*3,14*50*22,6*10^{-3}*\operatorname{tg}60^\circ=12,3 \text{ Ом}$$

Ответ: R=12.3 Ом

Задача №3

В опыте с зеркалами Френеля расстояние между мнимыми источниками света 0,5 мм, расстояние до экрана 5 м. На экране расстояние между интерференционными полосами равно 5 мм. Определить длину волны света.

Дано:

$$d=0.5\text{мм}=5*10^{-4}\text{м}$$

$$L=5\text{м}$$

$$l=5\text{мм}=5*10^{-3}\text{м}$$

Найти:

$$\lambda=?$$

Решение:

Для определения ширины l интерференционных полос можно пользоваться соотношением, полученным для опыта Юнга:

$$l=\frac{L}{d}*\lambda$$

Из этого,

$$\lambda=\frac{ld}{L}$$

$$\lambda=\frac{5*10^{-3}*5*10^{-4}}{5}=5*10^{-7}$$

Ответ: $\lambda=5*10^{-7}\text{м}$

Задача №4

Поверхности стеклянного клина образуют между собой угол $2'$. На клин нормально падает свет длиной волны 560 нм. Определить ширину интерференционных полос.

Дано:

$$\varphi = 2' = 0,00058 \text{ рад}$$

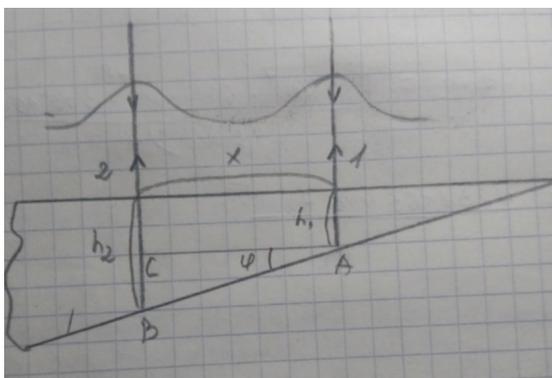
$$\lambda = 560 \text{ нм} = 5,6 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$n = 1,5$$

Найти:

$$x = ?$$

Решение:



Выделим из всей совокупности лучей, падающих на поверхность клина, лучи 1 и 2, расстояние между которыми равно ширине интерференционной полосы x . Допустим, что в точках падения лучей 1 и 2 наблюдаются светлые полосы. Обозначим толщину пленки в месте падения первого луча h_1 , второго – h_2 . Оптическая разность хода когерентных лучей, образованных при отражении луча 1 от верхней и от нижней поверхностей пленки равна:

$$2h_1n + \frac{\lambda_0}{2} = k\lambda_0$$

Второго луча:

$$2h_2n + \frac{\lambda_0}{2} = (k+1)\lambda_0$$

Вычитая первую формулу из второй, получим:

$$2(h_2 - h_1)n = \lambda_0$$

Из треугольника ABC выразим разность расстояний $h_2 - h_1 = x \operatorname{tg} \varphi$

Так как угол маленький $h_2 - h_1 = x\varphi$. Уравнение принимает вид:

$$2x\varphi n = \lambda_0$$

Выражаем ширину интерференционной полосы:

$$x = \frac{\lambda_0}{2n\varphi} = \frac{5,6 \cdot 10^{-7}}{2 \cdot 1,5 \cdot 0,00058} = 0,0003 \text{ м}$$

Ответ: $x=0,0003\text{м}$

Задача №5

Установка для получения колец Ньютона освещена светом ($\lambda = 500 \text{ нм}$), падающим нормально. Радиус кривизны линзы 5 м. Наблюдение в отраженном свете. Определить ширину второго кольца Ньютона.

Дано:

$$\lambda = 500 \text{ нм} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

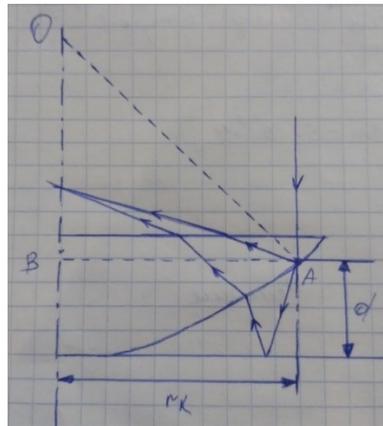
$$R = 5 \text{ м}$$

$$k = 2$$

Найти:

$$\Delta r_2 = ?$$

Решение:



Радиус темных колец Ньютона для отражения света:

$$\Delta r_k = \sqrt{\frac{\lambda R k}{n}}$$

Учитывая, что показатель преломления воздуха равен 1. Радиус будет равен:

$$\Delta r_2 = \sqrt{5 \cdot 10^{-7} \cdot 5 \cdot 2} = 0,002 \text{ м}$$

Ответ: $\Delta r_2 = 0,002 \text{ м}$

Задача №6

На дифракционную решетку падает монохроматический свет. Определить постоянную решетки, выраженную в длинах волн, если максимум третьего порядка наблюдается под углом $36^{\circ}48'$ к нормали.

Дано:

$$\varphi = 36^{\circ}48'$$

$$k = 3$$

Найти:

$$d = ?$$

Решение:

Формула дифракционной решетки:

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

Постоянная d решетки, выраженная в длинах волн падающего света:

$$d = \frac{k}{\sin \varphi} \lambda = \frac{3}{\sin 36^{\circ}48'} \lambda = 5.00815 \lambda$$

Ответ: $d = 5.00815 \lambda$

Задача №7

Определить угловую высоту Солнца над горизонтом, если солнечный луч, отраженный от поверхности воды, полностью поляризован. Показатель преломления воды 1,33.

Дано:

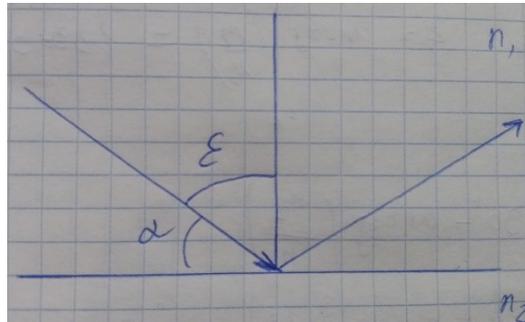
$$n_1=1$$

$$n_2=1.33$$

Найти:

$$\alpha=?$$

Решение:



Отраженный луч максимально поляризован, если для угла ϵ его падения выполняется условие Брюстера:

$$\operatorname{tg}\epsilon=n$$

где n – относительный показатель преломления двух сред.

Тогда:

$$\epsilon=\operatorname{arctg}\frac{n_2}{n_1}$$

где, n_1 - абсолютный показатель преломления воздуха; n_2 – абсолютный показатель преломления воды.

$$\epsilon=\operatorname{arctg}\frac{1.33}{1}=53^\circ$$

Солнце находится к горизонту под углом α . Значит:

$$\alpha=90^\circ-53^\circ=37^\circ$$

Ответ: $\alpha=37^\circ$

Задача №8

На дифракционную решетку, постоянная которой 4 мкм, нормально падает пучок белого света. Определить протяженность видимого участка спектра первого порядка, спроектированного на экран линзой с фокусным расстоянием 50 см. Длины волн границ видимого света принять равными 380 нм и 760 нм.

Дано:

$$d=4 \text{ мкм} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ м}$$

$$k=1$$

$$L=50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$$

$$\lambda_{\text{ф}}=380 \text{ нм} = 3,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

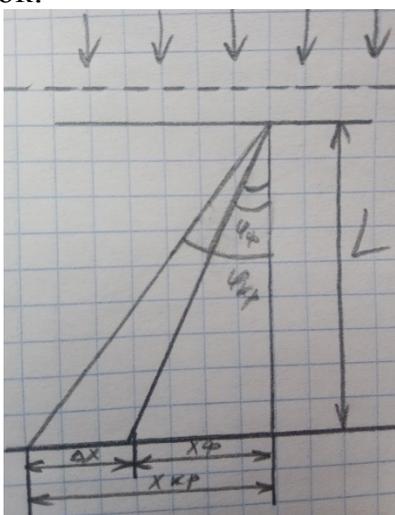
$$\lambda_{\text{к}}=760 \text{ нм} = 7,6 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

Найти:

$$\Delta x = ?$$

Решение:

Протяженность видимого участка спектра первого порядка можно определить, используя рисунок:



$$\Delta x = x_{\text{к}} - x_{\text{ф}}$$

Расстояние:

$$x = L \operatorname{tg} \varphi$$

где, φ – угол дифракции. Для максимума первого порядка этот угол очень мал. А для малых углов выполняется соотношение:

$$\operatorname{tg} \varphi = \sin \varphi$$

Тогда,

$$x = L \sin \varphi$$

А $\sin \varphi$ найдем из условия максимума на дифракционной решетке:

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

$$\sin\varphi = \frac{k\lambda}{d}$$

Тогда,

$$x = \frac{Lk\lambda}{d}$$

$$x_{\phi} = \frac{0,5 * 1 * 3,8 * 10^{-7}}{4 * 10^{-5}} = 0,00475 \text{ м}$$

$$x_{\kappa} = \frac{0,5 * 1 * 7,6 * 10^{-7}}{4 * 10^{-5}} = 0,0095 \text{ м}$$

$$\Delta x = 0,0095 - 0,00475 = 0,00475 \text{ м}$$

Ответ: $\Delta x = 0,00475 \text{ м}$

Задача №9

Найти, на сколько уменьшится масса Солнца за год вследствие излучения. Солнце считать абсолютно чёрным телом. Температура Солнца равна 5800 К.

Дано:

$$t = 1 \text{ год} = 31536000 \text{ с}$$

$$T = 5800 \text{ К}$$

Найти:

$$\Delta m = ?$$

Решение:

Из связи энергии и массы:

$$\Delta W = \Delta m c^2$$

Уменьшение массы:

$$\Delta m = \frac{\Delta W}{c^2}$$

Энергия, излучаемая Солнцем:

$$W = R_{\odot} S t$$

По закону Стефана-Больцмана энергетическая светимость абсолютно черного тела:

$$R_{\odot} = \sigma T^4$$

Площадь поверхности Солнца:

$$S = 4\pi R^2$$

Тогда,

$$\Delta m = \frac{R_{\odot} S t}{c^2} = \frac{\sigma T^4 4\pi R^2 t}{c^2} = 5.67 \cdot 10^{-8} \cdot 5800^4 \cdot 4 \cdot 3.14 \cdot \dots = 1.3686 \cdot 10^{17} \text{ кг}$$

Ответ: $\Delta m = 1.3686 \cdot 10^{17} \text{ кг}$

Задача №10

Кванты света с энергией 4,9 эВ вырывают электроны из металла с работой выхода 4,5 эВ. Найти максимальный импульс, передаваемый поверхности металла при вылете каждого электрона.

Дано:

$$\varepsilon = 4,9 \text{ эВ} = 7,84 * 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$A_{\text{вых}} = 4,5 \text{ эВ} = 7,2 * 10^{-19} \text{ Дж}$$

Найти:

$$P_{\text{max}} = ?$$

Решение:

Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта:

$$\varepsilon = A_{\text{вых}} + W_{\text{Kmax}}$$

Кинетическая энергия:

$$W_{\text{Kmax}} = \frac{m v_{\text{max}}^2}{2} = \varepsilon - A_{\text{вых}}$$

Максимальная скорость вылетающих электронов:

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2 W_{\text{Kmax}}}{m}} = \sqrt{\frac{2(\varepsilon - A_{\text{вых}})}{m}}$$

Максимальный импульс, передаваемый поверхности металла:

$$P_{\text{max}} = m v_{\text{max}} = m \sqrt{\frac{2 W_{\text{Kmax}}}{m}} = \sqrt{2 m (\varepsilon - A_{\text{вых}})} = \dot{c}$$

$$\dot{c} = \sqrt{2 * 9,1 * 10^{-31} * (7,84 * 10^{-19} - 7,2 * 10^{-19})} = 3,413 * 10^{25} \frac{\text{кг} * \text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $P_{\text{max}} = 3,413 * 10^{25} \frac{\text{кг} * \text{м}}{\text{с}}$