

Контрольные вопросы

1. Сформулируйте принцип Гюйгенса.
2. Рассмотрите ход пучка лучей, преломившихся в плоскопараллельной пластинке (задача № 1 из введения к заданию №6). На каком расстоянии F от этой пластинки пучок (или его мысленное продолжение) пересечёт главную оптическую ось?
3. В фокусе тонкой собирающей линзы (фокусное расстояние $F = 24$ см, относительное отверстие $F/D = 8$) установлен точечный источник S монохроматического света с длиной волны $\lambda = 500$ нм. На каком расстоянии от линзы ширина пучка вышедшего из неё удвоится?
Примечание. Здесь D – диаметр линзы.
4. Два когерентных монохроматических пучка одинаковой интенсивности сходятся на экране под малым углом. В результате чего на экране наблюдается интерференционная картина. В некоторой точке экрана разность фаз $\Delta\varphi$ волн из этих пучков равна 3λ . Какой будет освещенность экрана в этой точке?
а) максимальной; б) минимальной.
- 5*. Могут ли создавать интерференционную картину мнимые источники света, которые сами являются изображением некоторого действительного источника? Если – нет, дайте обоснование. Если – да, объясните в каких случаях и приведите соответствующие примеры.
6. На экране получена интерференционная картина от двух щелей, освещенных гелий-неоновым лазером ($\lambda_1 = 633$ нм). Интерференционные максимумы отстоят друг от друга на расстоянии $L_1 = 1$ мм. Каким будет расстояние L_2 между максимумами, если щели осветить аргоновым лазером ($\lambda_2 = 488$ нм)?
- 7*. Почему энергии α – частиц при α – распаде одинаковых ядер одинаковы, а энергии β – частиц при β – распаде одинаковых ядер различны?
- 8*. Возможна ли реакция распада $p \rightarrow n + e^+ + \nu$? Ответ обоснуйте.
Указание. Смотрите материал в §10.
9. В классической механике масса, энергия и импульс – аддитивные величины. Какая из них не является аддитивной величиной?
- 10*. Для боровской модели атома водорода оцените радиус орбиты электрона, центростремительное ускорение которого равно \vec{g} .

Задачи

Задача 1. Свет от точечного источника света S (длина волны излучения λ) после прохождения бипризмы с отклоняющими углами α ($\alpha \ll 1$) и показателем преломления стекла n , создаёт на экране \mathcal{E} интерференционную картину

(рис. 1). Определите ширину интерференционных полос в центре экрана, если расстояние от источника S до бипризмы $-Z$, а до экрана $-L$.

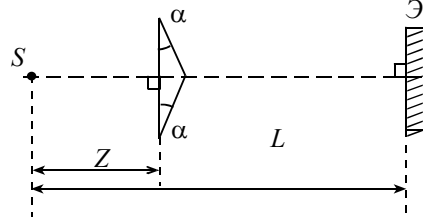


Рис. 1

Задача 2. Прозрачный сосуд прямоугольной формы заполнен солевым раствором с переменной по высоте z плотностью (рис. 2). На боковую поверхность сосуда (вдоль нормали к ней) падает параллельный пучок монохроматического света, для которого зависимость показателя преломления раствора от высоты z имеет вид $n_z = n_0 - (n_0 - n_1)z/H$, где n_0 , n_1 и H – константы. Ширина сосуда L . Определите угол отклонения δ выходящего пучка. Считайте, что угол δ мал.

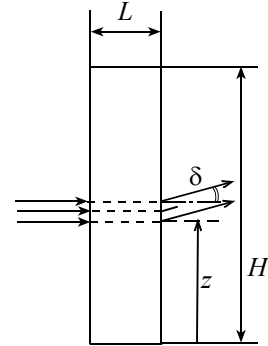


Рис. 2

Задача 3. На стеклянную плоскопараллельную пластинку толщиной $H = 3$ мм падает узкий пучок монохроматического света (рис. 3). Пучок параллелен оптической оси OO' , которая перпендикулярна пластинке и проходит через ее центр. Расстояние R между пучком и осью OO' равно 4 см. Показатель преломления стекла для падающего на пластинку света имеет радиальную зависимость:

$$n(r) = n_0 \left[1 + \left(\frac{r}{r_0} \right)^m \right], \text{ где } n_0 \text{ и } r_0 \text{ – постоянные}$$

($n_0 = 1,4$, $r_0 = 12$ см). Определить угол между выходящим пучком и осью OO' в двух случаях: показатель степени $m = 1$; показатель степени $m = 2$. Для каждого из этих случаев определите, на каком расстоянии от плоскопараллельной пластинки преломлённый пучок лучей (или его мысленное продолжение) пересечёт ось OO' системы.

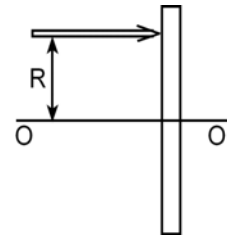


Рис. 3

Задача 4*. Точечный источник S монохроматического света с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм расположен посередине между неподвижными плоскопараллельными зеркалами, расстояние до которых $h = 2$ см. На расстоянии $L = 2$ м от источника расположен экран \mathcal{E}_1

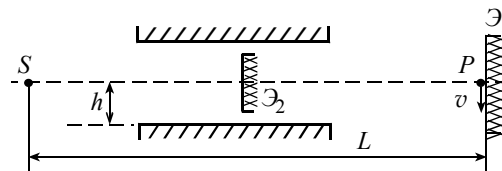


Рис. 4

(рис. 4), на котором наблюдается интерференционная картина, создаваемая двумя пучками света, отражёнными

от зеркал. Прямой пучок света от источника перекрывается экраном \mathcal{E}_2 . В плоскости экрана \mathcal{E}_1 расположен приемник P , сигнал которого пропорционален интенсивности падающего на него света. Размер приемника мал по сравнению с шириной интерференционных полос на экране \mathcal{E}_1 . При равномерном движении приемника вдоль экрана (поперек интерференционных полос) приемник регистрирует переменный сигнал с частотой $f = 80$ Гц. Определите скорость U приемника.

Задача 5. Атом железа ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ ионизовали до такой степени, что вокруг ядра остался двигаться только один электрон. Определите энергию излучения этого атома при переходе электрона из состояния $n_2 = 2$ в состояние с $n_1 = 1$.

Задача 6*. В микрокалориметр теплоемкостью $C = 100$ Дж/град помещен образец изотопа ${}^{61}_{27}\text{Co}$, массой $m = 10$ мг. При распаде ядра этого изотопа выделяется энергия $W = 2 \cdot 10^{-19}$ Дж. Через время $\tau = 50$ мин температура калориметра повышается на $0,06^\circ\text{C}$. Оцените период полураспада изотопа ${}^{61}_{27}\text{Co}$.

Постоянная Авогадро $N_A = 6 \cdot 10^{23}$ моль $^{-1}$. (МФТИ-78)

Задача 7*. В кровь больного человека (её объем составляет 6 л) ввели 2 см^3 физиологического раствора радиоизотопа натрия ($T_{0,5} = 15$ ч). Через двое суток была взята проба крови объемом 1 см^3 . Её активность (число распадов ядер в единицу времени) оказалась равной $0,01$ расп/мин. Какова была активность раствора, введенного в организм больного?

Задача 8. Рубиновый лазер, работающий в импульсном режиме с длительностью импульса $\tau = 5 \cdot 10^{-4}$ с, излучает параллельный пучок света с энергией $E = 1,0$ Дж. Определите силу F светового давления на шарик, освещаемый этим светом, если диаметр шарика равен (или больше) диаметру лазерного пучка, а поверхность шарика полностью поглощает падающее на неё излучение.

Задача 9. Свободный покоящийся атом водорода излучает фотон. Какой окажется длина волны де Бройля этого атома сразу после излучения фотона с длиной волны $0,486$ мкм?

Задача 10. Для измерения постоянной Планка катод K вакуумного фотоэлемента осветили монохроматическим светом (рис. 5) с длиной волны $\lambda = 0,62$ мкм. Фототок прекратился, когда в цепь между катодом K и анодом A подали задерживающую разность потенциалов V_s . Затем длину волны падающего излучения увеличили на 25%.

Чтобы в этом случае фототок появился, пришлось задерживающую разность потенциалов уменьшить на $0,4$ В. Исходя из этих данных определите постоянную Планка.

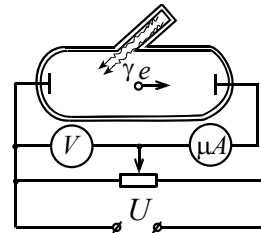


Рис. 5