

**Федеральное агентство по образованию  
Федеральная заочная физико-техническая школа  
при Московском физико – техническом институте  
(государственном университете)**

## **ФИЗИКА**

**Оптика  
Физическая оптика.  
Элементы квантовой физики**

Задание №6 для 11-х классов

(2006-2007 учебный год)



г. Долгопрудный, 2007

*Составитель:* В.П. Слободянин, доцент кафедры общей физики МФТИ.

Физика: задание №6 для 11-х классов (2006-2007 учебный год). - М.: МФТИ, 2007, 32с.

Составитель:

**Слободянин Валерий Павлович**

Изд. лиц. №040060 от 21.08.96г. Подписано 09.03.07

Формат 60x90 1/16. Бумага типографская. Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,0

Уч.-изд. л. 1,77. Тираж 1600. Заказ №15-з.

Федеральная заочная физико-техническая школа  
Московский физико-технический институт  
(государственный университет)  
«ФИЗТЕХ-ПОЛИГРАФ»

141700, Москов. обл., г. Долгопрудный, Институтский пер., 9  
ФЗФТШ при МФТИ, тел./факс (495) 408-5145 – **заочное отделение**  
тел./факс (495) 409-9351 – **очно-заочное отделение**  
тел. 409-9583 – **очное отделение**

***E.mail: zftsh@pop3.mipt.ru***

**Наш сайт: [www.school.mipt.ru](http://www.school.mipt.ru)**

©ФЗФТШ при МФТИ, 2007

### Контрольные вопросы

1. В направлении оси  $Ox$  или против нее распространяются гребни волн вида  $A = A_0 \cos(\omega t - kx + \varphi_0)$ ? Чему равна скорость этих волн?
2. В чем заключается сущность дополнения Френеля к принципу Гюйгенса?
3. 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.
4. На тонкий прозрачный клин падает параллельный пучок монохроматического света. На пути отраженного или прошедшего света следует поставить экран, чтобы лучше и четче видеть интерференционную картину?
5. На тонкую мыльную пленку падает узкий пучок белого света. В отраженном свете пленка кажется окрашенной в зеленый цвет. Угол падения уменьшили. В сторону красного или синего цвета сместится видимая окраска пленки?
6. Пучок моноэнергетических электронов падает на антикатод рентгеновской трубки. Почему сплошной рентгеновский спектр, испускаемый этой трубкой, имеет резкую границу со стороны коротких волн?
7. Металлическая пластина толщиной 6 см ослабляет поток параллельных  $\gamma$  – лучей в два раза. Какой должна быть толщина пластинки, чтобы ослабить этот поток  $\gamma$  – лучей в три раза?
8. Может ли атом водорода самопроизвольно перейти из состояния, в котором на электронной орбите укладывается три волны де Бройля в состояние, в котором на орбите электрона укладывается четыре длины волны де Бройля.
9. Исходя из модели атома Бора, оцените ускорение, которое испытывает электрон в атоме водорода, находясь в основном состоянии.
10. Ядра  ${}^3_2\text{He}$  – ... являются изобарами. Ядро какого элемента следует вписать вместо многоточия?

### Задачи

1. Оцените длину волны излучения, нормально падающего на дифракционную

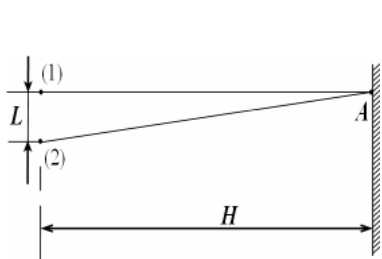


Рис. 1

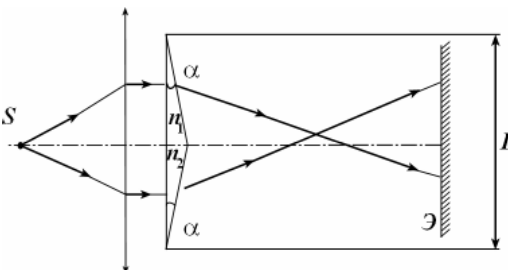


Рис. 2

решетку (постоянная решетки  $d = 5$  мкм), если угол между спектрами второго и третьего порядка равен  $5^\circ 6'$ . Углы отклонения считайте малыми.

2. Два точечных когерентных монохроматических источника света расположены на расстоянии  $L$  друг от друга. В точке  $A$  экрана, отстоящей от источника (1) на расстоянии  $H = 8i$  наблюдается интерференция (рис.1). Минимальное расстояние  $L$ , при котором в точке  $A$  наблюдается потемнение, равно  $L_1 = 2i$ . Следующее потемнение наблюдается при  $L = L_2$ . Найдите это расстояние.

3. Точечный источник  $S$  монохроматического света с длиной волны  $\lambda$  помещен в фокусе собирающей линзы. За линзой находится бипризма шириной  $D$ , составленная из двух одинакового размера стеклянных клиньев с углом  $\alpha$  при вершине и показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$ . Найдите максимальное число полос, которое можно наблюдать на экране, расположенном за бипризмой (рис. 2) перпендикулярно главной оптической оси линзы. Считайте  $\alpha \ll 1$ .

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 распо-

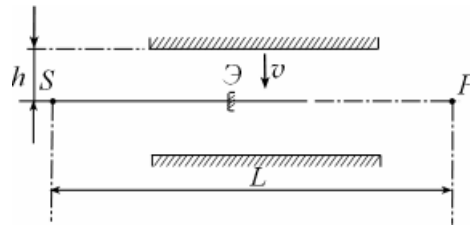


Рис. 3

ложен фотоприемник  $P$  (рис. 3). Одно из зеркал начинает двигаться к другому со скоростью  $v = 0,2$  см/с. Определите частоту колебаний фототока приемника сразу после начала движения зеркала. Между источником  $S$  и приемником  $P$  помещен небольшой экран, перекрывающий путь прямым лучам.

5. Из тонкой длиннофокусной собирающей линзы диаметром  $D$  вырезали узкую центральную полоску шириной  $d$  ( $d \ll D$ ), а оставшиеся части сдвинули вплотную. На расстоянии  $L$  от линзы перпендикулярно ее оси симметрии поместили экран. С другой стороны линзы расположили точечный источник света с длиной волны  $\lambda$ . На экране стали наблюдать интерференционную картину. При изменении расстояния между экраном и линзой число наблюдаемых интерференционных полос изменялось, а их ширина оставалась неизменной. Если величина  $L$  становилась больше  $L_{\max}$  – интерференционная картина исчезала. Найдите максимальное число интерференционных полос, наблюдавшихся на экране.

**6.** Гамма излучением (поглощением) называется электромагнитное излучение (поглощение), возникающее при переходе атомных ядер из возбужденных в более низкие энергетические состояния и наоборот. Ядро атома олова  $^{119}\text{Sn}$  движется со скоростью  $v = 63$  м/с и испускает  $\gamma$ -квант в том же направлении. Этот  $\gamma$ -квант поглощается неподвижным свободным ядром олова. Найдите энергию  $\gamma$ -кванта. Энергия покоя ядра олова  $E_0(\text{Sn}) = 113$  ГэВ. При испускании и поглощении  $\gamma$ -кванта происходит переход между одними и теми же энергетическими уровнями ядра.

**7.**  $\gamma$ -квант, испущенный одним из ядер олова, поглощается движущимся навстречу под углом  $\alpha = 60^\circ$  к направлению его движения ядром олова  $^{119}\text{Sn}$ . Найдите скорость  $v$  движения ядра, если энергия  $\gamma$ -кванта  $E_\gamma = 23,8$  кэВ равна энергии  $E_{12}$  перехода ядра из основного в возбужденное состояние. Энергия покоя ядра олова  $E_0 = 113$  ГэВ. При испускании и поглощении  $\gamma$ -кванта происходит переход между одними и теми же энергетическими уровнями ядра.

**8.** Рентгеновское (тормозное) излучение возникает при бомбардировке быстрыми электронами металлического антикатада рентгеновской трубки. Определите скорость электронов, если длина волны коротковолновой границы спектра тормозного излучения равна  $\lambda = 0,27 \text{ \AA}$ . Энергия покоя электрона  $E_{0(e)} = 0,5$  МэВ.

**9.** При обратном рассеянии рентгеновских лучей на свободных электронах (эффект Комптона) их длина волны изменяется. Определите длину волны рассеянного фотона, если с электроном столкнулся фотон с длиной волны  $\lambda = 0,126 \text{ \AA}$ . Известно, что комптоновская длина волны электрона  $\Lambda = 0,0242 \text{ \AA}$ .

**10.** Катод  $K$  вакуумного фотоэлемента освещают монохроматическим светом длиной волны  $\lambda_1 = 300$  нм и измеряют скорость фотоэлектронов. Затем увеличивают длину волны в два раза. При этом скорость фотоэлектронов тоже изменяется в два раза. Определите красную границу фотоэффекта.