

## Волновая оптика. Домашнее задание

1. Электромагнитная волна с периодом колебаний 32,6 нс переходит из воздуха в сероуглерод. Показатель преломления сероуглерода 1,63. Чему равна длина этой волны в сероуглероде?
2. Два полупрозрачных зеркала расположены параллельно друг другу. На них перпендикулярно плоскости зеркал падает световая волна длиной 660 нм. Каково наименьшее расстояние между зеркалами, при котором наблюдается минимум интерференции проходящих световых волн?
3. На поверхность стекла с показателем преломления 1,80 нанесена плёнка толщиной 150 нм с показателем преломления 1,2. Для какой длины волны видимого света плёнка будет «просветляющей» (т. е. отражённые лучи практически полностью гасятся)?
4. Плоская монохроматическая световая волна с частотой  $8,0 \cdot 10^{14}$  Гц падает по нормали на дифракционную решётку. Параллельно решётке позади неё размещена собирающая линза с фокусным расстоянием 21 см. Дифракционная картина наблюдается на экране в задней фокальной плоскости линзы. Расстояние между её главными максимумами 1-го и 2-го порядка равно 18 мм. Найдите период решётки. Ответ выразите в микрометрах, округлив до десятых. Считать для малых углов ( $\varphi \ll 1$  в радианах)  $\operatorname{tg} \varphi \approx \sin \varphi \approx \varphi$ .

5. На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д. И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе. Определите число нейтронов в ядре алюминия.

|   |     |                                                            |                                                                              |                                                             |
|---|-----|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 2 | II  | <b>Li</b> 3<br>литий<br>7 <sub>93</sub> 6 <sub>7</sub>     | <b>Be</b> 4<br>бериллий<br>9 <sub>100</sub>                                  | <b>B</b> 5<br>бор<br>11 <sub>80</sub> 10 <sub>20</sub>      |
| 3 | III | <b>Na</b> 11<br>натрий<br>23 <sub>100</sub>                | <b>Mg</b> 12<br>магний<br>24 <sub>79</sub> 26 <sub>11</sub> 25 <sub>10</sub> | <b>Al</b> 13<br>алюминий<br>27 <sub>100</sub>               |
| 4 | IV  | <b>K</b> 19<br>калий<br>39 <sub>93</sub> 41 <sub>6,7</sub> | <b>Ca</b> 20<br>кальций<br>40 <sub>97</sub> 44 <sub>2,1</sub>                | <b>Sc</b> 21<br>скандий<br>45 <sub>100</sub>                |
|   | V   | <b>Cu</b> 29<br>медь<br>63 <sub>69</sub> 65 <sub>31</sub>  | <b>Zn</b> 30<br>цинк<br>64 <sub>49</sub> 66 <sub>28</sub> 68 <sub>19</sub>   | <b>Ga</b> 31<br>галлий<br>69 <sub>60</sub> 71 <sub>40</sub> |

6. В результате ядерной реакции синтеза  ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_Z\text{X} + {}^1_0\text{n}$  образуется ядро химического элемента  ${}^4_Z\text{X}$ . Каков заряд  $Z$  образовавшегося ядра (в единицах элементарного заряда)?
7. Ядро европия  ${}^{139}_{63}\text{Eu}$  испытывает позитронный  $\beta$ -распад, при этом образуются позитрон и ядро элемента  ${}^A_Z\text{X}$ . Каков заряд  $Z$  (в единицах элементарного заряда) ядра  $\text{X}$ ?
8. Источник монохроматического света заменили на другой, более высокой частоты. Как изменились при этом длина световой волны и энергия фотона в световом луче?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

|                      |                |
|----------------------|----------------|
| Длина световой волны | Энергия фотона |
|                      |                |

9. Интенсивность монохроматического светового пучка, освещающего фотокатод, плавно увеличивают, не меняя частоты света. Как изменяются при этом количество фотонов, падающих на поверхность фотокатода в единицу времени, и скорость каждого фотона?  
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

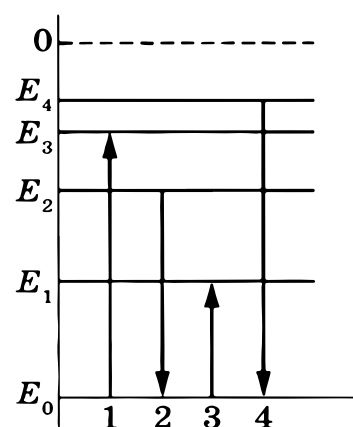
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

| Количество падающих фотонов в единицу времени | Скорость фотона |
|-----------------------------------------------|-----------------|
|                                               |                 |

10. На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением света наибольшей частоты, а какой — с излучением кванта света с наибольшей энергией?

Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



#### ПРОЦЕССЫ

- А) поглощение света наибольшей частоты
- Б) излучение кванта света с наибольшей энергией

#### ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

Ответ:

|   |   |
|---|---|
| А | Б |
|   |   |

11. При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещается через различные светофильтры. В первой серии опытов используется светофильтр, пропускающий только зелёный свет, а во второй — пропускающий только фиолетовый свет. В каждом опыте наблюдают явление фотоэффекта и измеряют запирающее напряжение.

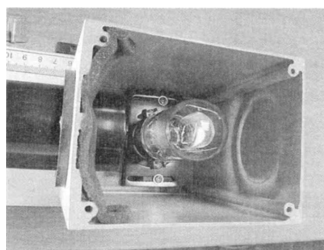
Как изменяются длина световой волны и модуль запирающего напряжения при переходе от первой серии опытов ко второй?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

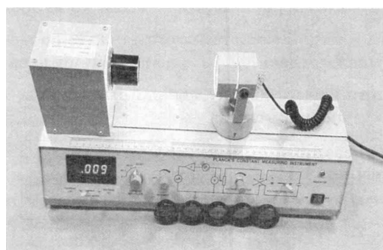
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

| Длина световой волны | Модуль запирающего напряжения |
|----------------------|-------------------------------|
|                      |                               |

12. На установке, представленной на фотографиях (рис. 1 — общий вид; рис. 2 — фотоэлемент), исследуют зависимость кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света. Для этого в прорезь осветителя помещают различные светофильтры и измеряют запирающее напряжение. В первой серии опытов используется светофильтр, пропускающий только красный свет, а во второй — пропускающий только жёлтый свет. Как изменяются модуль запирающего напряжения и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй?



(а) Рис. 1



(b) Рис. 2

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

| Модуль запирающего напряжения | Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов |
|-------------------------------|--------------------------------------------------|
|                               |                                                  |

13. Одним из примеров ядерных превращений является захват ядром одного из ближайших к нему электронов из электронной оболочки атома. Как меняются при этом число протонов в ядре и массовое число ядра?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

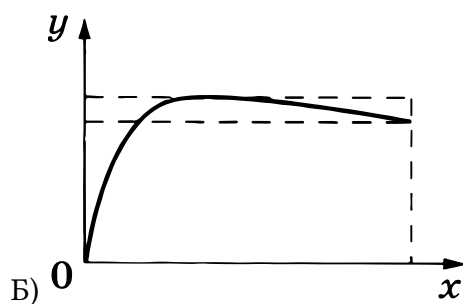
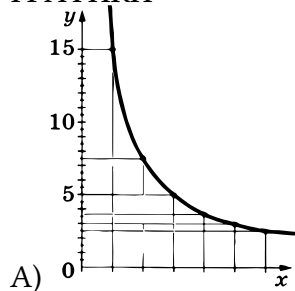
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

| Число протонов в ядре | Массовое число ядра |
|-----------------------|---------------------|
|                       |                     |

14. Установите соответствие между графиками, представленными на рисунках, и законами (зависимостями), которые они могут выражать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ЗАКОНЫ

- 1) зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от частоты света
- 2) зависимость энергии фотонов от длины волны излучения
- 3) зависимость удельной энергии связи ядер от массового числа
- 4) зависимость энергии фотонов от частоты

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
|   |   |

## Ответы

1. 6 м
2. 165 нм
3. 720 нм
4. 4,4 мкм
5. 14
6. 2
7. 62
8. 21
9. 13
10. 14
11. 21
12. 11
13. 23
14. 23