

## 四訂水谷研究室物理数学基礎知識例題

合格点 = 3

(第7回; 波動光学・幾何光学・光学)

1. 凸レンズを通る光の従う規則。

- 1) 光軸に平行に進んで来た光はレンズを通過すると反対側の焦点を通る。
- 2) レンズの中心を通る光はレンズを通過しても直進する。
- 3) 焦点を通る光はレンズを通過すると光軸に平行にすすむ。
- 4) 物体-レンズ間距離 $a$ , 像-レンズ間距離 $b$ , レンズの焦点距離 $f$ の間には、

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

の関係が成り立つ。

2. 凸レンズから $2f$ 離れて光軸からはずれたところに位置する点がレンズの反対側につくる像を作図せよ。

3. 凹レンズから $f$ 離れて光軸からはずれたところに位置する点がレンズのおなじ側につくる虚像を作図せよ。

4. 可視光はおよそ $400\text{nm}$ から $810\text{nm}$ までの波長の電磁波を言う。虹の7色は波長の長いほうから、赤、橙、黄色、緑、青、藍色、紫である。

5. 媒質1 (屈折率 $n_1$ , 入射角 $\theta_1$ ) から媒質2 (屈折率 $n_2$ , 透過角 $\theta_2$ ) への光の透過の際にはスネルの法則、

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

が成り立つ。また $n_2 < n_1$ の時全反射現象がおこり、その臨界角は

$$\sin^{-1} \frac{n_2}{n_1}$$

である。また、Brewster角

$$\tan^{-1} \frac{n_2}{n_1}$$

で入射するとき、p偏向の反射率は0となる。

6. 光の干渉と回折とは何か。

7. 真空から屈折率 $n$ の媒質に垂直に光が入るときの振幅反射・透過率は

$$\frac{1-n}{1+n}, \frac{2}{1+n}$$

である。

8. p偏光, s偏光の定義を述べよ。

9. オングストロム単位の波長 $\lambda(\text{\AA})$ を光子エネルギー $E(\text{eV})$ に直すには

$$E(\text{eV}) = \frac{12400}{\lambda(\text{\AA})}$$

10. 屈折率  $n$  の媒質中の光の波数ベクトル  $k$ 、周波数  $\omega$  との間には、

$$n\omega = ck$$

の関係が成り立つ。ただし、 $c$  は真空中の光速である。なお、一般に波の位相速度と群速度は

$$\frac{\omega}{k} \quad \frac{d\omega}{dk}$$

と表される。これより、屈折率  $n$  の物質内での光の速度は  $c/n$  である。また、 $k$  と  $\omega$  の関係を分散関係という。

11.  $k$  ベクトルと波長  $\lambda$  の関係は、

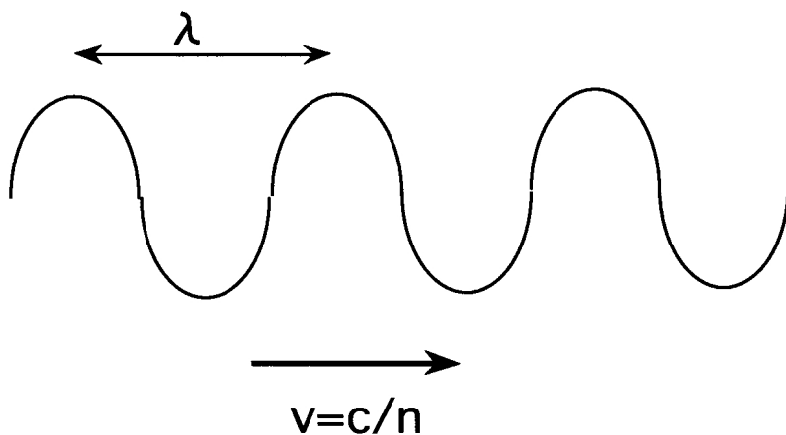
$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

である。従って、問題10. と合わせて考えれば、

$$\lambda = \frac{2\pi c}{n\omega}$$

となる。従って屈折率  $n$  の物質内での光の波長は真空中の  $1/n$  となる。

12. 波は下のような形をしている。



波の周波数が  $\nu$  とする。これは波が通過するとき静止している観測者の位置で1秒に  $\nu$  個の波の山が通過することを意味する。従って波は1秒に波長の  $\nu$  倍の距離進むことになるから、

$$v = \lambda \nu$$

が成り立つ。これは問題11. の結論と等価になる。

13. 近づく音源と遠ざかる音源が静止観測者に聞こえる振動数はドップラー効果により、

$$v = \frac{c}{c-v} v_0, \frac{c}{c+v} v_0$$

14.回折格子の原理と分光器の原理をのべよ。

15.フォトマルの原理をのべよ。

16.CCDのfull nameと原理をのべよ。

17.光パラメトリック発振とは、物質の2次の非線形光学効果により、励起光の光子がエネルギーの低い2つの光子に分裂し、それぞれが増幅されて出力してくることをいう。この時エネルギーが高い方の光子をsignal光低い方の光子をidler光という。スペクトラフィジックスのOPOはQ-switched Nd:YAGレーザーの3倍波の266nmの光を励起光とし、BBOの結晶を用いてmaster oscillatorにより発生したidler光とsignal光をpower oscillatorにより増幅して出力している。

18.光の吸収係数 $\alpha$ は屈折率虚部 $\kappa$ と

$$\alpha = \frac{K\omega}{c}$$

の関係にある。

19.波の位相を説明せよ。

20.屈折率 $n$ と誘電率 $\epsilon$ との間には

$$n = \sqrt{\epsilon}$$

の関係がある。

21.電磁波

$$\vec{E} = E_0 \begin{pmatrix} \cos(kz - \omega t + \phi_x) \\ \cos(kz - \omega t + \phi_y) \\ 0 \end{pmatrix}$$

は、 $\delta = \phi_y - \phi_x$ とした時、

$$\delta = m\pi$$

$$\delta = (2m+1/2)\pi$$

$$\delta = (2m-1/2)\pi$$

$m$ を整数とすると、

直線偏光

左回り円偏光

右回り円偏光