

解答はすべて解答用紙に書きなさい。

- [1] 下の図1のようなX線管によって、陰極から初速度0で放出された電子を、加速電圧  $V[V]$  で加速して陽極に衝突させると、図2のようなスペクトルをもつX線が発生した。このX線は、連続X線と波長  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  に鋭いピークをもつ特性X線からなる。このとき、次の(1)～(5)の問いに答えなさい。ただし、電子の質量を  $m [kg]$ 、電気素量を  $e [C]$ 、光速を  $c [m/s]$ 、プランク定数を  $h [J \cdot s]$  とする。
- (1) 陽極に衝突する直前の電子の速さ  $v$  を、 $V$ 、 $e$ 、 $m$  を用いて表せ。
  - (2) 陽極に衝突する直前の電子の物質波としての波長  $\lambda$  を、 $V$ 、 $e$ 、 $m$ 、 $h$  を用いて表せ。
  - (3) X線の最短波長  $\lambda_0$  を、 $V$ 、 $e$ 、 $c$ 、 $h$  を用いて表せ。
  - (4) 加速電圧  $V$  を  $\Delta V [V]$  だけ増やすと、図2の  $\lambda_0$ 、 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  の値は変化するか。変化するものについては、その波長の差を求めよ。
  - (5) 陽極原子内の電子のエネルギー準位のうち、最低準位のエネルギーを  $E_K$ 、その上の準位のエネルギーを  $E_L$  とする。特性X線が最低準位への電子の遷移によって生じたとすると、 $E_K$  と  $E_L$  のエネルギー差はいくらか、求めよ。

図1

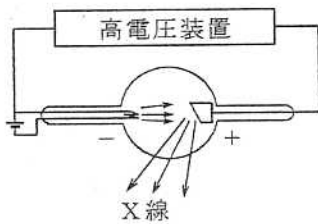
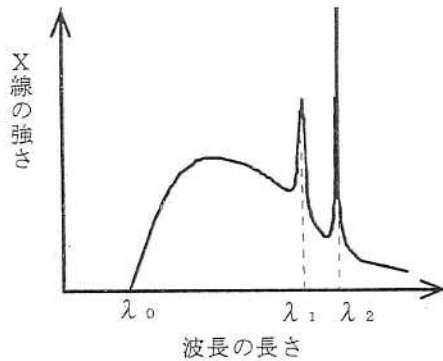
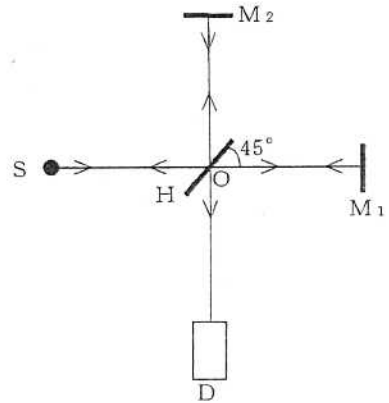


図2



- [2] 右の図のような干渉装置がある。Sは任意の波長の単色平行光線を取り出せる光源、Hは光の一部を通し一部を反射する厚さが無視できる半透明鏡、 $M_1$ 、 $M_2$ は光線に垂直に置かれた平面鏡、Dは光の検出器である。Sから出た波長  $\lambda_1$  の光線は、Hで2つに分けられ、一方は  $M_1$  に、他方は  $M_2$  にそれぞれ垂直に入射して反射し、再びHを経てDに入り、干渉する。光線がHに入射した点をOとし、 $OM_1$ 間の距離を  $L_1$ 、 $OM_2$ 間の距離を  $L_2$  とする。装置全体が真空中に置かれているものとして、次の(1)～(5)の問いに答えなさい。



- (1) Dにおいて干渉光が強めあうときの、 $L_1$ 、 $L_2$ の関係を  $\lambda_1$ 、整数  $m$  ( $m=0, 1, 2, \dots$ ) を用いて表せ。
- (2)  $L_1=L_2$  に調整した後に、 $M_1$  をOから遠ざかる方向に  $1.4 \times 10^{-6} m$  だけゆっくり平行移動したところ、Dにおいて干渉光が5回強めあうのが観測された。このとき、 $\lambda_1$  の値を求めよ。
- (3) (2)のように、 $M_1$  を  $1.4 \times 10^{-6} m$  だけ平行移動した状態で、光線の波長をゆっくりと増加させると、波長  $\lambda_2$  で干渉光が再び強めあった。このとき、 $\lambda_2$  の値を求めよ。
- (4) 再び、 $L_1=L_2$  に調整した後に、Oと  $M_1$  の間に厚さ  $d$ 、屈折率  $n=1.4$  の薄い平行平面膜を光線に垂直に入れた。波長  $6.6 \times 10^{-7} m$  の光線が強めあっていた状態から、波長をゆっくりと減少させたところ、波長が  $4.4 \times 10^{-7} m$  になったとき再び強めあった。このとき、 $d$  の値を求めよ。
- (5) 19世紀後半に、マイケルソンとモーレーはこの干渉装置を応用して、光を波動として伝える媒質「エーテル」の存在を確かめようと試みた。この実験の概要とその結論を書け。