

ハイレベル物理 基礎力確認テスト⑫

1

マイケルソンが考案した干渉計を用いて、空気中の光の波長を測定したい。図の H は x 軸, y 軸と 45° の角度をなすように原点 O におかれた半透明鏡 (ガラスの表面にうすく銀メッキされた鏡) である。光源 S から y 軸方向に進む単色光は, H によって x 軸の負の方向に反射される光と, y 軸方向に透過する光に, 半分ずつの強さに分けられる。x 軸の負の方向に進んだ光は, 鏡 A によって反射され, その半分が H を透過して検出器 D に入る。また y 軸方向に進んだ光は, 鏡 B により反射され再び H に戻って半分が反射されて D に入る。この 2 つの光の干渉を D で検出する。次の問いに答えよ。

(1) 鏡 A を、図の実線の状態から、x 軸の負の方向に Δx だけ平行移動した。検出器 D に入ってくる 2 つの光の光路差を求めよ。

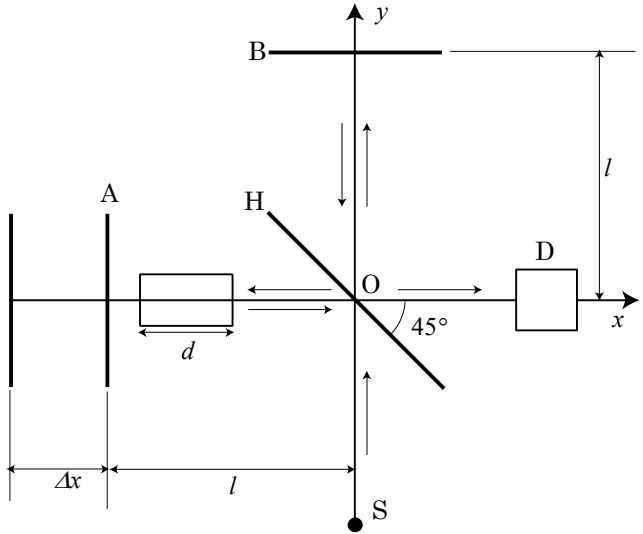
- ア. Δx イ. $2\Delta x$ ウ. $4\Delta x$ エ. $\frac{\Delta x}{2}$

(2) 鏡 A をゆっくり移動していくと、D で検出される干渉光は、最初明るくて 37 回暗くなり、最後に明るくなった。鏡 A の移動距離は $1.0 \times 10^{-5} [\text{m}]$ であった。空気中の光の波長は何 $[\text{m}]$ か。

- ア. $4.4 \times 10^{-7} \text{m}$ イ. $5.4 \times 10^{-7} \text{m}$
 ウ. $6.4 \times 10^{-7} \text{m}$ エ. $7.4 \times 10^{-7} \text{m}$

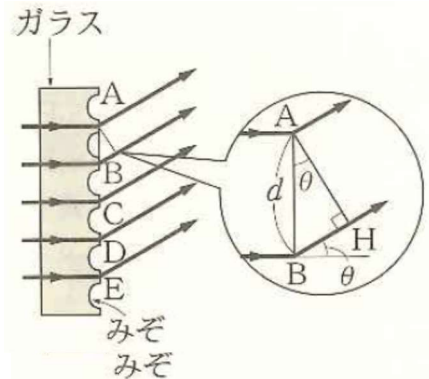
(3) A を最初の位置で固定し、A と H の間に $d = 2.0 \times 10^{-5} [\text{m}]$ の容器を設置した。容器内ははじめ空気で満たされていたが、その後、徐々に容器内に別の気体を入れていくと、容器内が完全に気体で満たされるまでの間、D で検出される干渉光が(2)と同じように 37 回変化した。容器内を満たした気体の屈折率を求めよ。ただし、空気の屈折率を 1 とする。

- ア. 1.2 イ. 1.3 ウ. 1.4 エ. 1.5



2

図に示すようにガラス板の表面に多数の細いみぞを等間隔にきざみ、その裏面から面に垂直に平行光線を入射させる。そしてガラス面の法線と角 θ をなす方向に進む光について考える。みぞの間隔を d としたとき、みぞとみぞの間の隣り合う 2 点 A と B から出た光の光路差は (4) である。光路差が波長 λ の整数 m 倍なら 2 つの光は強め合う。この条件が満たされると、A, B だけでなく、C, D 等から出た光も同じ (5) となるので、光路差が半波長の偶数倍となる方向に強い光が出てくる。このような装置を回折格子という。



(4) の選択肢

- ア. $d \sin \theta$ イ. $2d \sin \theta$ ウ. $d \cos \theta$ エ. $2d \cos \theta$

(5) の選択肢

- ア. 周期 イ. 位相 ウ. 振幅 エ. 振動数

(6) 1.00cm 当たり 4325 本のみぞをきざんだガラス板に、黄色の平行光線を垂直に当てたところ、入射方向から 30° の方向に 2 次 ($m=2$) の明るい線が現れた。この光の波長を次から選べ。

- ア. $5.79 \times 10^{-7} \text{m}$ イ. $5.78 \times 10^{-7} \text{m}$ ウ. $5.77 \times 10^{-7} \text{m}$ エ. $5.00 \times 10^{-7} \text{m}$

(7) 1.00cm 当たり 5000 本のみぞをきざんだガラス板に、白色光 (波長 $4.00 \times 10^{-7} \text{m} \sim 7.00 \times 10^{-7} \text{m}$) を垂直に入射させたとき、スペクトルの一部が重なり始めるのは何次からか。

- ア. 1 次 イ. 2 次 ウ. 3 次 エ. 4 次

3

水平な床の上に、図1-1に示す質量 M の丸い穴のあいた円板が置かれている。円板の半径は R で厚さの無視できる様な材料でできており、変形しないものとする。穴の中心は直径 AB の中央から点 A の方向に $\frac{R}{3}$ の位置で、穴の半径は $\frac{R}{2}$ である。いま、点 A に糸をつけ、図1-2のようにこの糸を常に円板に垂直になる方向にゆっくり引っ張って、円板を床に対して垂直になるまで引き起こす作業をする。重力加速度を g として以下の間に答えよ。

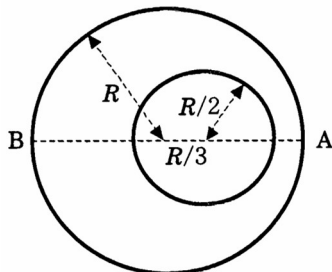


図1-1

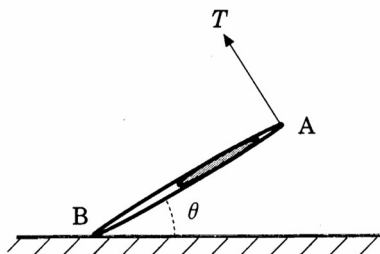


図1-2

(8) 円板の重心の位置を点 B からの距離で求めよ。

- ア. $\frac{3R}{4}$ イ. $\frac{5R}{6}$ ウ. $\frac{4R}{9}$ エ. $\frac{8R}{9}$

(9) 点 B で円板と床とのなす角度 θ が非常に小さいとき ($\theta \ll 1$)、糸の張力 T を求めよ。ただし、 $\theta \ll 1$ のとき、 $\cos \theta \approx 1$ とする。

- ア. $\frac{2Mg}{9}$ イ. $\frac{4Mg}{9}$ ウ. $\frac{8Mg}{9}$ エ. $\frac{Mg}{2}$

4

図のような2つの円筒容器1, 2が、コックで連結されている。最初、コックは閉じていて、容器1には、単原子分子からなる理想気体 n モルが入れられて、断面積 S 、質量の無視できるピストンで閉じられている。大気圧は p_0 で容器1の気体の体積が V_1 、体積 V_2 の容器2の内部は真空である。容器の熱容量と連結部の体積は無視できるものとする。ただし、外部の圧力は一定で、断りのない場合にはなめらかに動くことができるものとする。気体定数を R とし、問題文中に使用されている文字を用いて、以下の問いに答えよ。

容器とピストンが熱を通さず、断熱的に状態が変化する場合を考える。コックを静かに開けると、2つの容器の気体が平衡状態になった。

(10) 気体の温度変化を、温度が増加する場合を正として求めよ。

- ア. $\frac{p_0 V_2}{nR}$ イ. $\frac{3p_0 V_2}{2nR}$ ウ. $\frac{5p_0 V_2}{2nR}$ エ. $\frac{2p_0 V_2}{5nR}$

(11) ピストンが下向きに移動した距離を求めよ。

- ア. $\frac{3V_2}{5S}$ イ. $\frac{2V_2}{5S}$ ウ. $\frac{3V_2}{2S}$ エ. $\frac{V_2}{S}$

