令　和　3　年　度

(ページ数)
3ページ

試験問題(記述式)—理　　科(物理)

(注意)　解答はすべて別紙解答用紙の定められた欄に書くこと。

解答を導くための過程を明示すること。

1

【1】図のように長さがLで質量がMの一様な剛体棒を用意し，左端をO，右端をAとする。Oから剛体棒に沿って距離dの位置Cに十分軽く長さがdの新たな棒をOAと直交方向で図のように固定し，固定されていない端をBとする。棒CBは曲がることが無く，Bには常に鉛直方向上向きに力を作用させる。OAの長さLとCBの長さdには$L > 2d$の関係が成立する。重力加速度の大きさをgとして以下の問いに答えよ。

(1)　Oに力を作用させて棒OAを水平にした状態で静止させる。この場合のOに作用させる力の方向と向きを答えよ。

(2)　問(1)のOに作用させる力の大きさを，問題文中の記号を用いて表せ。

【2】上の【1】で考えた図についてOを原点として水平方向OからAの向きにx軸正符号の向きを，鉛直方向上向きにy軸正符号の向きを設定した後，Bに作用する力の大きさを変えてOを中心に棒を水平に対して鉛直方向下側に角θまわった状態で静止させる。この状態でもOAとCBは直交し，Bには常に鉛直方向上向きに力が作用するとして以下の問いに答えよ。なお，OAの長さLとCBの長さdには$L > 2d$の関係が成立し，重力加速度の大きさをgとすること。必要ならば$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin\alpha\cos\beta \pm \cos\alpha\sin\beta$，$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos\alpha\cos\beta \mp \sin\alpha\sin\beta$の関係を用いよ。

(1)　Bの座標$(x(\theta),\ y(\theta))$を問題文中の記号を用いて表せ。

(2)　Bに作用している力の大きさをRとする。その力のOに対する力のモーメントT_Rを問題文中の記号を用いて表せ。なお，棒をOのまわりに左回り（反時計回り）に回転させる力のモーメントを正とすること。

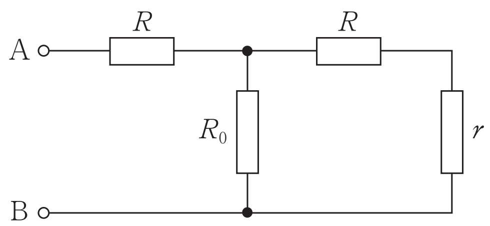
(3)　Bに作用している力の大きさRを，記号T_R以外の問題文中の記号を用いて表せ。

2 電圧 $V = V_0 \sin \omega t$ の交流電源がある。その内部抵抗は r である。以下の問いに答えよ。

(1) この電源に負荷の抵抗 r を接続して閉じた回路としたとき，この負荷の抵抗で消費される電力はいくらか。

(2) 問(1)のとき，負荷の抵抗で消費される電力の時間平均の値はいくらか。必要ならば $\sin^2 x = \frac{1}{2}(1 - \cos 2x)$ の関係を用いよ。

(3) 図のように，抵抗を接続した回路がある。AB 間の合成抵抗はいくらか。



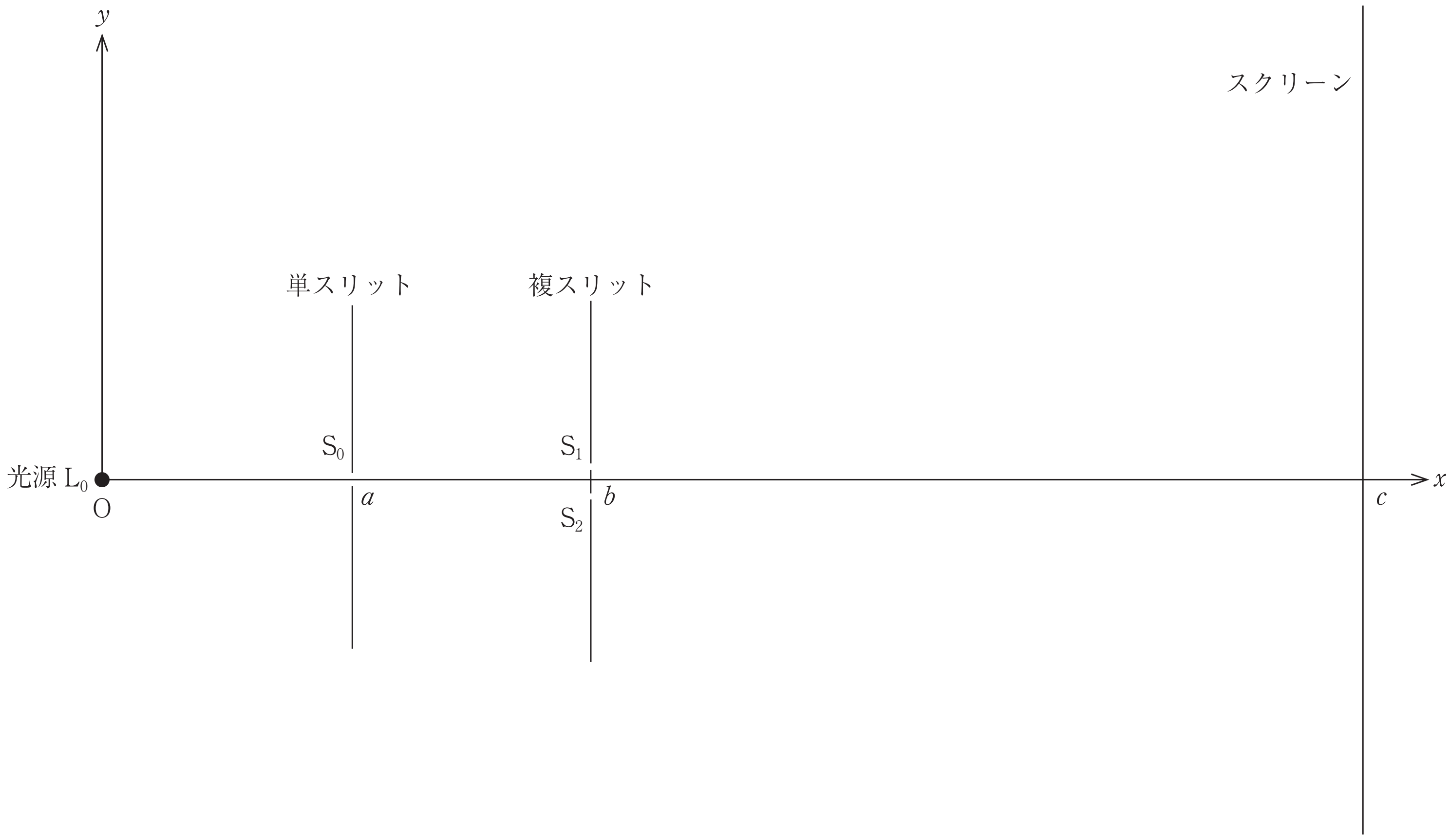
(4) 問(3)で求めた AB 間の合成抵抗の値が r に等しいとき，R，R_0，r 間に成り立つ関係は何か。

(5) 図の回路の AB 間に問(1)で用いた電源に接続すると，流れる全電流は問(1)の値と同じであった。このとき，図の抵抗のうち r で消費される電力の時間平均の値は問(2)の値の $\frac{1}{2}$ であった。R，R_0，r 間に成り立つ関係は何か。

(6) 問(4)，問(5)の 2 つの関係から，R_0 を r で表せ。

(7) 問(4)，問(5)の 2 つの関係から，R を r で表せ。

3 真空中に以下の図のように装置を設置して実験を行った。単色光の光源 L_0 を原点として，図のように光の放射される向きに x 軸正の向きをとる。x 軸上の原点から距離 a の位置に単スリット S_0 を置き，距離 b の位置に複スリット S_1，S_2 を配置する（$0 < a < b$）。3つのスリット S_0，S_1，S_2 は x 軸に垂直で互いに平行である。スリットの方向に z 軸をとり，x 軸，z 軸に垂直に y 軸をとる。スリット S_1 と S_2 は y 軸方向に $\frac{1}{2}d$，$-\frac{1}{2}d$ の位置にある。スリットから，スリット間距離 d に比べて x 方向に十分離れた距離 c の位置に yz 平面上にあるスクリーンを設置した。光源 L_0 から出た光は単スリット，複スリットを経てスクリーン上に縞模様を映し，単スリットを取り去ると縞が消失した。以下の問いに答えよ。



(1)　スクリーン上に生じたこの縞を何というか。

(2)　この縞は x 軸，y 軸，z 軸のどれと平行か。

(3)　光源 L_0 と単スリットを x 軸の負の向きに同じ距離だけ平行移動させた。このとき縞はどのように変化するか，またその理由を述べよ。

(4)　単スリットを取り去り縞が消失した状態で，光源を別の単色光の光源 L_1 に交換するとまた縞が見えるようになった。L_0 と L_1 の違いは何か。

(5)　問(1)のときスクリーンの x 軸上の点を P とすると，P は明線上にあった。光源から P までの距離をもとにこの現象の起こる理由を説明せよ。

(6)　問(1)の状態から光源を二種の単色光を同時に出すことのできる光源 L_2 に交換した。ひとつの波長は 500 nm でもうひとつの波長は 600 nm である。複スリットからスクリーンまでの距離を 1.00 m として，複スリットのスリット間隔 d を 0.200 mm とする。P から最も近く，両方の波長の光の明線が重なる位置までの P からの距離を求めよ。