

(平 24 前)

理 科

	ページ
物 理.....	1～ 6
化 学.....	7～14
生 物.....	15～24
地 学.....	25～30

・ ページ番号のついていない白紙は下書き用紙である。

注意 解答はすべて答案用紙の指定のところに記入しなさい。

物 理	75 点
化 学	75 点
生 物	75 点
地 学	75 点

物 理

I 図1のように地面に対して水平に一定の速さで回転する摩擦のある円盤の上に小物体が置かれている。次の問1～4に答えなさい。なお、解答の導出過程も示しなさい。ただし、重力加速度を g とし、文中に与えられた物理量の他に解答に必要な物理量があれば、それらを表す記号はすべて各自で定義し、解答欄に明示しなさい。
(配点 25 点)

問 1 円盤は1分間当たり10回転している。このときの周期と角速度を求めなさい。

問 2 問1の場合について、小物体の円軌道上での速さを求めなさい。ただし、この時点では円盤に対して小物体は動かないものとする。

問 3 円盤の角速度を徐々に増大させたところ、ある角速度 ω_0 で小物体は円盤に対して動き始めた。円盤に乗った観測者から見た場合の、小物体が動き出す直前に小物体にはたらく力の名称と方向を解答欄の図に記入しなさい。また、円盤に対する小物体の静止摩擦係数を μ_0 を用いて答えなさい。

問 4 小物体を元の位置にもどし、問3と同じことを円盤の回転軸を θ だけ鉛直方向から傾けておこなった。この場合、小物体が動き始めるときの角速度は、水平に円盤を回転させた場合の何倍か静止摩擦係数を用いて答えなさい。ただし、円盤が止まっている場合、 θ は小物体がすべり落ちない範囲にあるものとする。

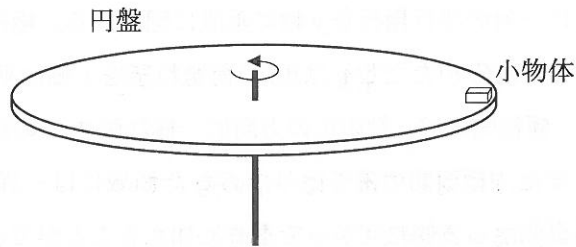


图 1

Ⅱ 図 1 のように一対の平行極板を y 軸に垂直に配置する。極板の x 軸方向の長さを ℓ とし、質量 m 、電荷 q (ただし q は正) の荷電粒子を x 軸に平行に原点 O から速さ v で入射する。極板間には y 軸の正の方向に一樣な強さ E の電場(電界)を加えることができる。また、極板間の薄く塗りつぶした領域には一樣な磁束密度 B の磁場(磁界)を紙面裏側から表側に向かって垂直に加えることができる。電場、磁場の強さは、荷電粒子が極板に衝突せず、極板間の薄く塗りつぶした領域の右端を通過する程度であるものとする。問 1 ～ 4 に答えなさい。なお、荷電粒子の大きさは十分小さく、点とみなせるものとする。また、地磁気の影響や荷電粒子にはたらく重力は無視する。文中に与えられた物理量の他に解答に必要な物理量があれば、それらを表す記号はすべて各自で定義し、解答欄に明示しなさい。また、導出の過程も示しなさい。

(配点 25 点)

問 1 電場のみが加えられている場合、荷電粒子が図 1 の薄く塗りつぶした領域を通過する時間を求めなさい。

問 2 電場のみが加えられている場合、荷電粒子が図 1 の薄く塗りつぶした領域の右端を通過するときの速さを求めなさい。また、荷電粒子の軌跡を図示して、軌跡がそうなる理由を説明しなさい。

問 3 磁場のみが加えられている場合、荷電粒子が図 1 の薄く塗りつぶした領域の右端を通過するときの速さを求めなさい。また、荷電粒子の軌跡を図示して、軌跡がそうなる理由を説明しなさい。

問 4 問 2、問 3 のそれぞれの場合について、荷電粒子の運動エネルギーが図 1 の薄く塗りつぶした領域を通過する間にどれだけ変化するか求めなさい。また、どうしてそうなるのか荷電粒子にはたらく力と運動の関係から定性的に説明しなさい。

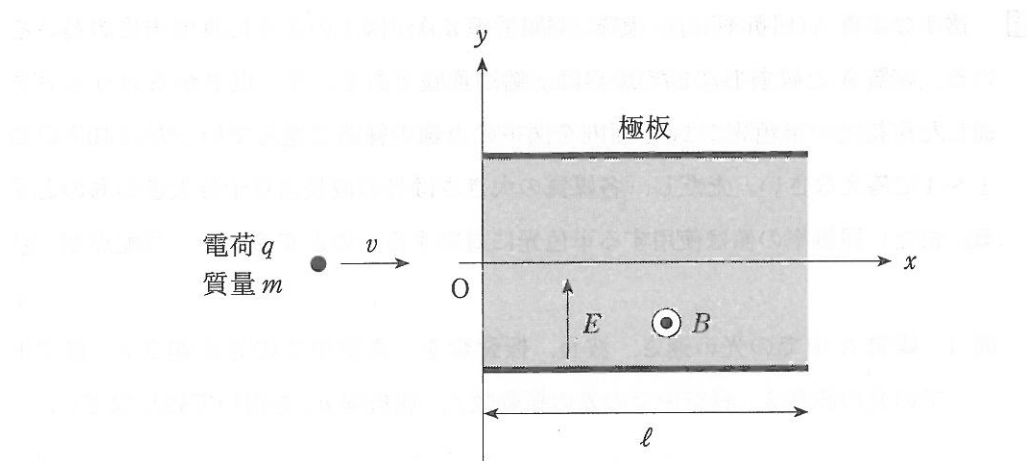


図 1

この系は、電場 E と磁場 B が存在する領域に、電荷 q 、質量 m の粒子が、速度 v で運動している。このとき、粒子の運動方程式は、

$$m \frac{d\mathbf{v}}{dt} = q(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B})$$

と表される。ここで、 $\mathbf{v}$ は粒子の速度ベクトル、 $\mathbf{E}$ は電場ベクトル、 $\mathbf{B}$ は磁場ベクトルである。この方程式を解くことで、粒子の軌道や速度の時間変化を求めることができる。

この系は、電場 E と磁場 B が存在する領域に、電荷 q 、質量 m の粒子が、速度 v で運動している。このとき、粒子の運動方程式は、

$$m \frac{d\mathbf{v}}{dt} = q(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B})$$

と表される。ここで、 $\mathbf{v}$ は粒子の速度ベクトル、 $\mathbf{E}$ は電場ベクトル、 $\mathbf{B}$ は磁場ベクトルである。この方程式を解くことで、粒子の軌道や速度の時間変化を求めることができる。

Ⅲ 透明な媒質 A (屈折率 n_A)、媒質 B (屈折率 n_B) が図 1 のように真空中に置かれている。媒質 A と媒質 B の間の境界は y 軸に垂直である。今、点 P からスリットを通した可視光の単色光が xy 平面内を図中の点線の経路で進んでいった。以下の問 1 ～ 4 に答えなさい。ただし、各媒質の大きさは光の波長より十分大きいものとする。また、屈折率の値は使用する単色光に対応するものとする。 (配点 25 点)

問 1 媒質 A 中での光の速さ、波長、振動数を、真空中での光の速さ c 、真空中での光の波長 λ 、真空中での光の振動数 f 、屈折率 n_A を用いて表しなさい。

問 2 図 1 から、屈折率 n_A と n_B を有効数字 2 けたでそれぞれ求めなさい。なお、解答の導出過程も示しなさい。

問 3 媒質 A を媒質 C (屈折率 2.0) へ、媒質 B を媒質 D (屈折率 1.5) へ入れ替えて、点 P から同様にスリットを通した可視光の単色光を入射した。光が媒質中から真空中に透過するまでの進路を解答用紙の図中に示しなさい。なお、解答の導出過程を示し、媒質 C と媒質 D の境界上で光の到達した Q 点の座標と、媒質から真空中へ透過する際の屈折角を計算して求めなさい。

問 4 媒質中での屈折率は波長に依存する。問 3 の実験で単色光を白色光に変えた。 $x > 4$ の位置に置いた x 軸に垂直な平面のスクリーン上で、光はどのように観察されるか説明しなさい。

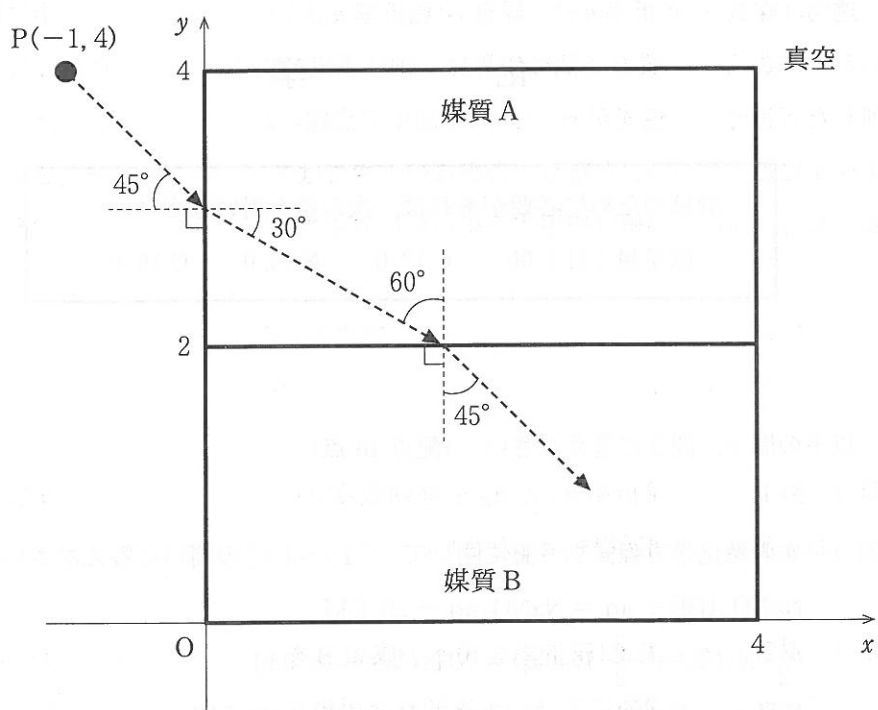


圖 1