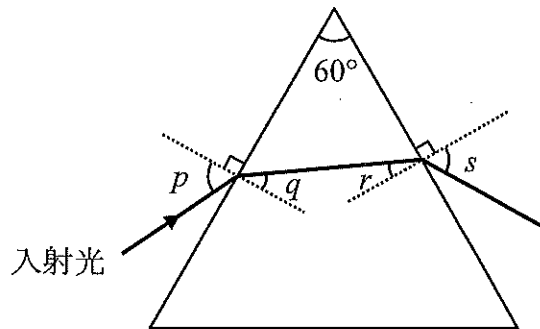


I. 以下の空欄を数値，文字式，語句で埋めよ。

図に示すように，真空中に頂角 60° のプリズムが置かれている。このプリズムの側面に単色光線を入射角 p で入射させる。この光に対するプリズムの屈折率を n で表す。光線の一部は左の側面に入射した後，屈折角 q の方向に進む。ただし， p と q の関係は $\sin q = \boxed{\text{①}}$ である。その後，光線は右の側面に入射角 r で入射する。ただし， r は q を使って $r = \boxed{\text{②}}$ で与えられる。その後，光線の一部は屈折角 s でプリズムの右の側面を出ていく。ただし， r と s の関係は $\sin s = \boxed{\text{③}}$ である。なお， $\sin r > \boxed{\text{④}}$ の場合には $\boxed{\text{⑤}}$ という現象が起きて右の側面から光線が出てこなくなる。

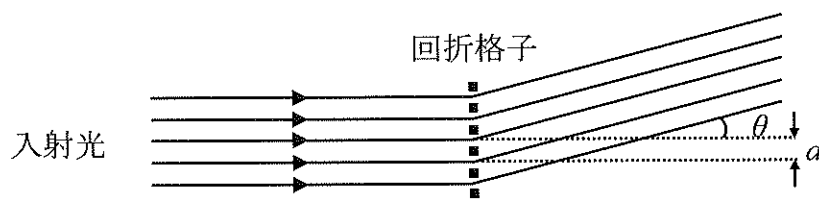


屈折率の値は光の波長で異なる。屈折率が $\sqrt{3}$ となる波長の光線の場合，入射角 60° で入射すると，プリズムを出る屈折角の値は $\boxed{\text{⑥}}$ である。屈折率が より大きい波長の光線は，同じ入射角であっても，プリズムを出る屈折角が $\boxed{\text{⑥}}$ より $\boxed{\text{⑦}}$ 。

このようにして，入射光線が白色光の場合，含まれている互いに異なる波長の光は，それぞれ異なる方向にプリズムから出ていく。このことを光の $\boxed{\text{⑧}}$ といい，プリズ

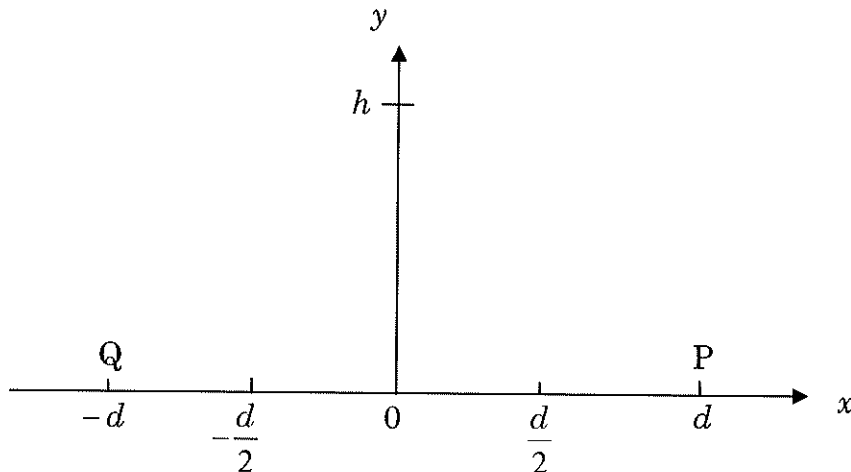
ムを透過後に得られる光の色の並びを光の ⑨ という。

⑨ はプリズムだけでなく回折格子でも生成できる。格子定数 d の回折格子に対して垂直に単色の平行光線を当てたとき、入射光に対してある角 θ をなす向きに光が強められるのは隣りあうスリットを通る光の経路差 ⑩ が波長の ⑪ のときである。青い光の場合は赤い光の場合よりもこの角度が ⑫ 。



Ⅱ. 水平な地表面上の P 点から球 A を斜めに打ち上げたところ、水平距離で d だけ進んだところで高さ h の最高点に達し、さらに水平距離 d だけ進んで Q 点に落下した。図のように、最高点の真下の地表面上の点を座標の原点とし、Q 点を通り P 点に向かう直線を x 座標軸にとり、鉛直方向に y 座標軸をとる。A の初速度の向きは図の左上方向であり、その x 方向の大きさは $\frac{1}{2}v_0$ 、 y 方向の大きさは v_0 であった。

重力加速度を g として以下の間に答えよ。ただし、球の大きさと空気抵抗は考えないものとする。問題文にない物理量を用いるときは定義してから用いること。



(1) d を v_0 を用いて表せ。また、 h は d の何倍か。

(2) A が $x = \frac{d}{2}$ まで到達したときの y 座標は d の何倍か。そのときの A の速度の y 成分は v_0 の何倍か。

次に、再び同じように A を打ち上げて A が $x = \frac{d}{2}$ まで到達したときに、原点から球 B を打ち出して、A に衝突させた。B の初速度の向きは図の右上方向であり、 x 方向の大きさは $\frac{1}{2}\alpha v_0$ 、 y 方向の大きさは αv_0 (ただし、 α は正の定数) であった。

(3) B が打ち出されてから A と B の x 座標が一致するまでの時間 T を α を用いて表せ。

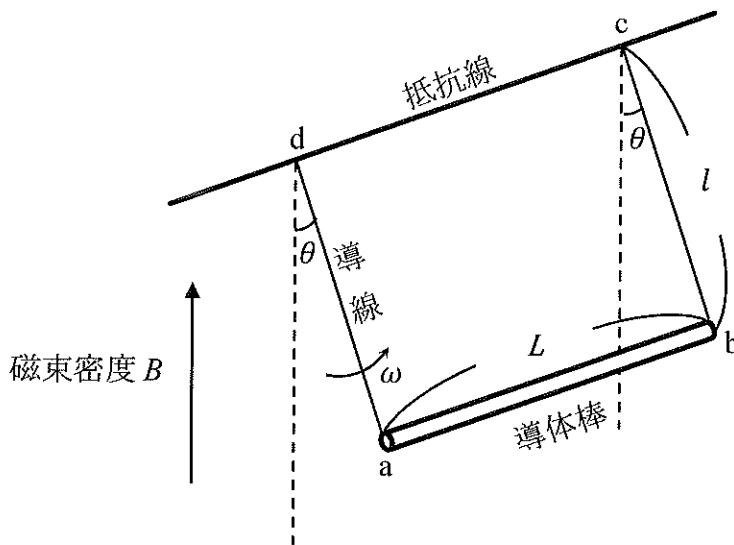
(4) α の値を求めよ。

(5) 衝突点の x 座標、 y 座標はそれぞれ d の何倍か。また、A が打ち上げられてから B が衝突するまでの A、B の軌跡をグラフに描け。

Ⅲ. 磁束密度の大きさが B の鉛直上向きの一様な磁場中で、水平に張られた抵抗線に導体棒を導線でつり下げた。この導体棒を、図に見るように、抵抗線を中心軸とする円筒面にそって、一定の角速度 ω で引き上げた。導線が抵抗線の真下から θ (ただし $\theta < 90^\circ$)の角度を通過する時点を考える。

ただし、抵抗線と導体棒、導線からなる長方形回路abcdにおいて、abとbcの長さは、それぞれ L と l である。また、cd間の電気抵抗の大きさは R であり、導体棒と導線の電気抵抗、および、回路を流れる電流がつくる磁場は無視できるとする。

重力加速度を g 、導体棒の質量を m で表し、導線の質量と空気抵抗は無視できるとして、これまでに述べた物理量を用いて以下の量を求めよ。なお、問題文にない物理量を用いるときは定義してから用いること。



- (1) 回路abcdを貫く磁束 (Φ)。
- (2) 導体棒の移動する速さ (v)。
- (3) cd間の電圧の大きさ (V)。

(4) 磁場と重力により導体棒に働く力の大きさ (それぞれ F_M と F_g)。また, F_M と F_g の向きを側面図に示せ。

(5) 導体棒を一定の角速度 ω で引き上げるのに必要な仕事率 (P)。

次に, 引き上げていた導体棒を一旦静止させ, 静かにはなすと, 導体棒は往復運動を始めた。

(6) その後, 導体棒がもつ力学的エネルギーはどのように変化するか。理由とともに述べよ。