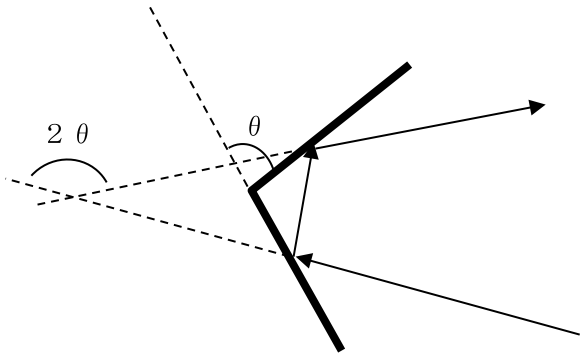
今月は光の問題です。

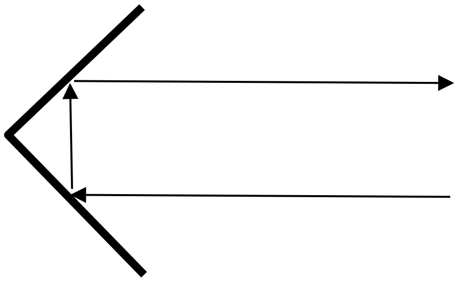
　鏡に光が入射したとき、入射角と反射角は等しい。

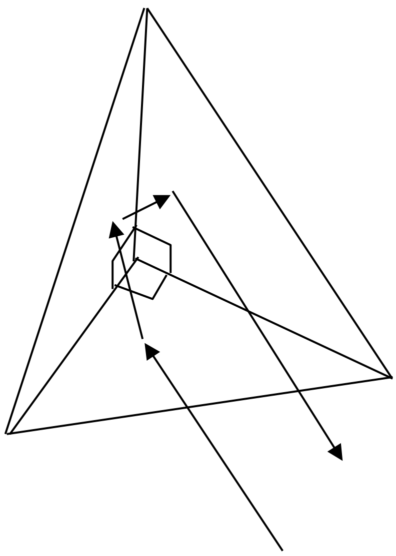
問１　図のように角度θで交わる 2 枚の鏡に入射した光は、この光が 2 枚の鏡の法線が作る平面内にある限り、入射した光とは２θだけ曲げられた方向に出て行くことを示しなさい。



問２：　この 2 枚の鏡が直角（90 度）で交わる時は、上の問題で考えると、180 度だけ曲がる、すなわち元来た方向に帰ることになります。　しかし、2 枚の鏡の法線が作る平面内に無い時は、元には戻りません。　しかし、鏡を 3 枚にし、お互いに直行するように合わせる（丁度立方体のコーナーの形）と、どの方向から入射しても入射光と平行な光となって、元の方向に帰るようにできることを示しなさい。

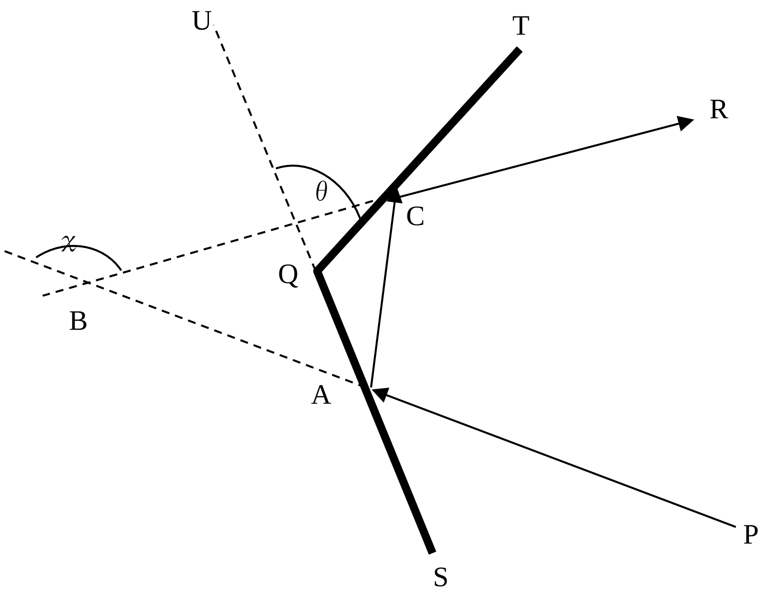
　ヒント：　問 1 は平面的、幾何学的に考えても容易に解けるが、問 2 では光の進行方向を、ベクトルとして考えると解き易い。





解答

問１



簡単な三角形の図形を考察することにより入射光と反射光の間の角を求める。

右図のように各点に名前を付けておく。

Ａ、Ｃで鏡面反射するので、

入射角と反射角が等しいことから、

$\angle PAS = \angle CAQ = \angle BAQ$　（１）

$\angle ACQ = \angle RCT = \angle QCB$　（２）

三角形 AQC において、

$\angle CAQ + \angle ACQ = \theta$（外角)（３）

三角形ＡＢＣにおいて

$\angle CAB + \angle ACB = \chi$（外角）　（４）

（１）から

$\angle CAB = \angle CAQ + \angle BAQ = 2\angle CAQ$　（５）

（２）から

$\angle ACB = \angle ACQ + \angle QCB = 2\angle ACQ$　（６）

（４)、(５)、(６）から

$\chi = 2\angle CAQ + 2\angle ACQ = 2\theta$

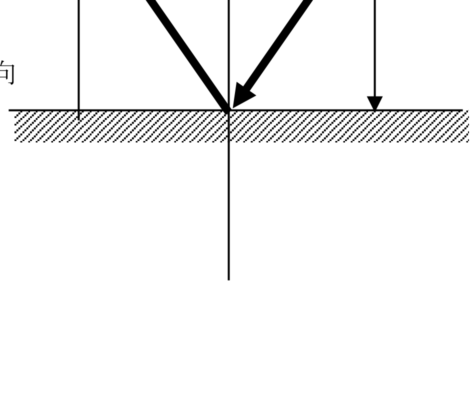
すなわち反射光は、入射光に対して２枚の鏡の間の角 θ の２倍だけ方向が変化する。

問２

互いに直交する３枚の鏡の場合を考える。　３次元空間で、任意の方向から入射した光に対して、平面的な幾何を利用して考えるのは複雑なのだが、光の方向をベクトルで表し、鏡によってこのベクトルの方向がどの様に変わるかを考えると分かり易い。

まず、一枚の鏡の法線をＺ軸に取る。すなわち鏡はＸ－Ｙ平面内に在ることになる。この鏡に入射した光と鏡の法線（ここではＺ軸）の間の角が入射角であり、反射光は入射光と鏡の法線の作る平面内（これを入射面という）で、かつ入射光と反対側で、法線と出射光の間の角（出射角）が入射角と等しくなる方向に反射される。図のように入射面内で入射光をベクトルと考えると、ベクトルと考えた出射光の成分は、鏡の法線方向（今の場合Ｚ方向）の符号のみが変化し、面内方向は変わらない。

問題では３枚の鏡を考え、それぞれの法線方向が直交するように組み合わされているので、３枚の鏡それぞれの法線方向をＸ，Ｙ，Ｚ軸方向に取る。入射光の方向を表すベクトルの成分を (p, q, r) とする。最初に法線がＸ方向の鏡に入射すると、入射光のＸ成分の符号のみが反転するので、その成分は (-p, q, r) となる。この光が次に法線がＹ軸方向を向いた鏡に入射すると、同様に考え、Ｙ軸方向の成分のみが反転する。したがって出射光方向を表すベクトルの成分は(-p, -q, r) となる。３枚目の鏡についても同様に考えると、３枚の互いに直交する３枚の鏡によって反射された光の方向は、(-p, -q, -r)、すなわち入射した光の方向と逆の方向（元に戻る方向）に反射されることがわかる。



このような組み合わせの鏡は、道路わきの標識などによく使われ、

ヘッドライトの光が運転者に戻り、夜間に標識をはっきり認識できるようになっている。　また、光学機器でも、光路を折り返す鏡として利用されていて、立方体の隅（コーナー）の部分と同じ構造なので、コーナー・キューブと呼ばれている。