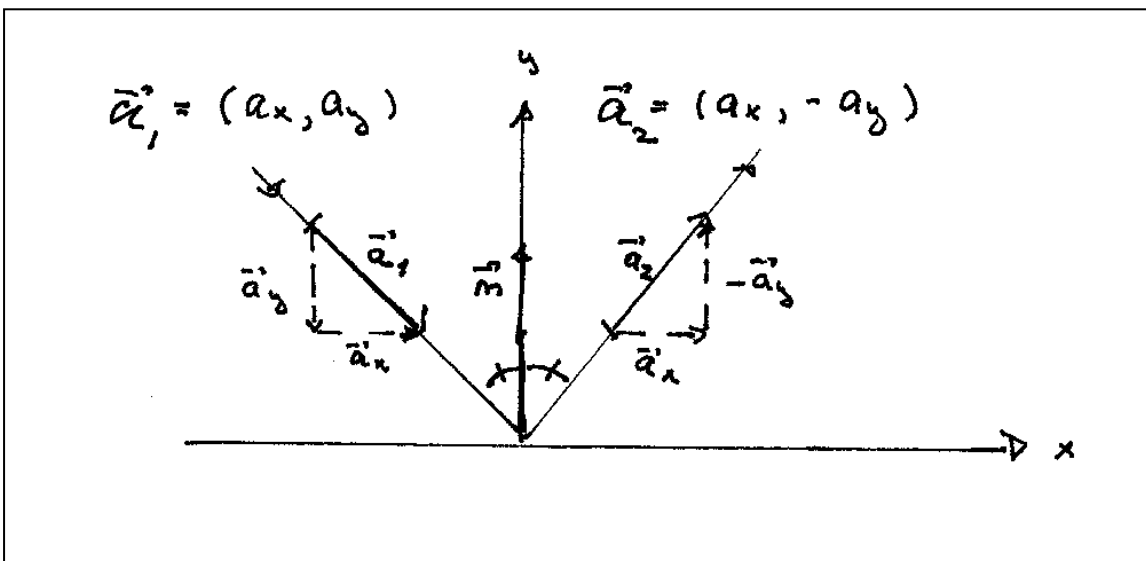


Det tre retvinklede hjørne og refleksionsbrikken
Lidt elementær vektorregning

Da jeg gik til fysiske undervisningsforsøg hos K.G. Hansen på HCØ i 1972, kan jeg huske at han fortalte om det tre retvinklede hjørne. Altså 3 (total)reflekterende flader, anbragt vinkelret på hinanden, som et hjørne (en oktant) af et tre retvinklet koordinatsystem. Han fortalte, at ligegyldig, hvordan en stråle, rammer det tre retvinklede hjørne, så vil den reflekteres i den modsatte retning af den indkommende.

Det er det enkle princip i en refleksbrik – eller i et katteøjle, som det hed dengang.

Jeg mener ikke at han gav en analytisk forklaring, hvilket heller ikke er særlig simpelt, hvis man forsøger sig med analytisk geometri. Det var først mange år senere, da vektorregningen var blevet grundlaget for matematikundervisningen i gymnasiet, at jeg begyndte at spekulere over en simpel forklaring på egenskaberne ved det tre retvinklede hjørne. Med anvendelse af vektorregning er forklaringen nu helt simpel.



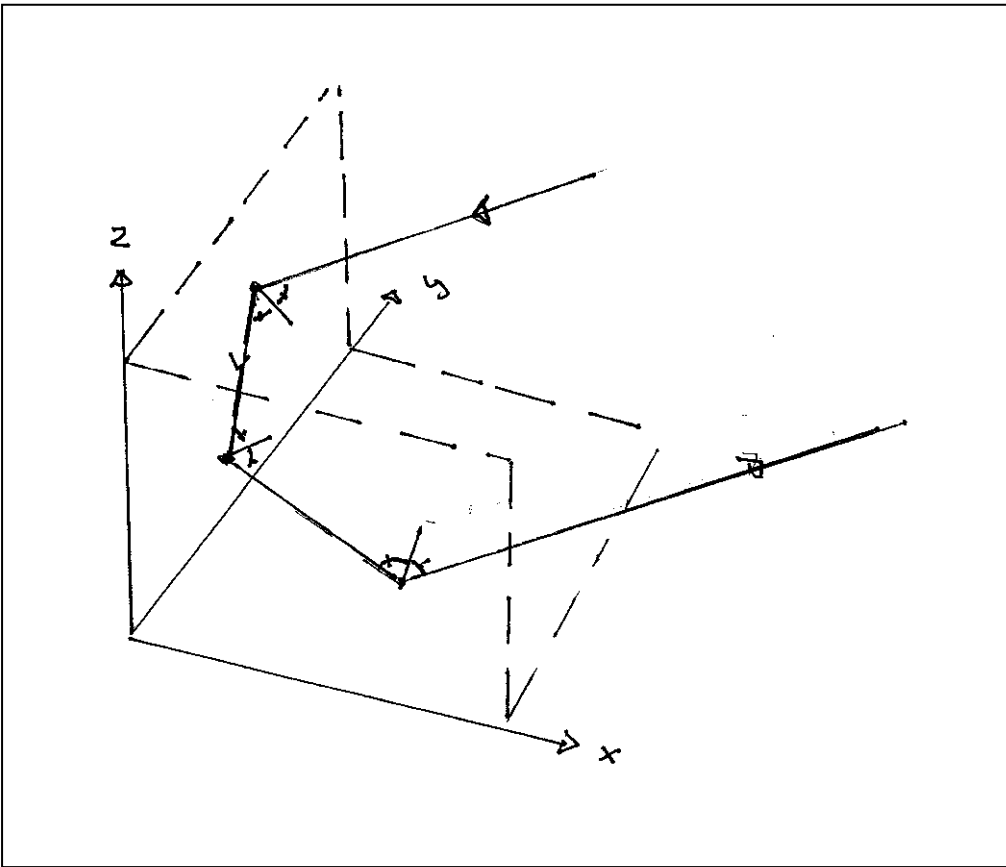
Figuren ovenfor illustrerer refleksionsloven: Den indkommende og den reflekterede stråle ligger i samme plan som indfaldsloppet n , således at indfaldsvinkel er lig med refleksionsvinkel.

Hvis $\vec{a}_1 = (a_x, a_y)$ er en vektor i den indkommende stråles retning, så ses af figuren (symmetrien), at det der sker ved refleksionen er, at koordinaten i indfaldsloppet skifter fortegn, mens de øvrige koordinater er uforandrede.

Dette er faktisk det eneste vi behøver at vide for at forstå, hvorfor en refleksbrik altid reflekterer i den samme (modsatte) retning af den indkommende stråle.

Nedenfor er vist en figur, der illustrerer dette efterfulgt af en forklaring.

Det tre retvinklede hjørne og refleksionsbrikken
Lidt elementær vektorregning



Det tre retvinklede hjørne kan repræsenteres af et hjørne i et tre retvinklet koordinatsystem.

Lad $\vec{a}_0 = (a_x, a_y, a_z)$ være en vektor i den indkommende stråles retning.

Ved refleksion med y - z planen, som har x -retning som normalvektor (indfaldslo), vil x -koordinaten ifølge det foregående skifte fortegn, mens de øvrige koordinater vil være uforandrede. Den nye retning af strålen er derfor $\vec{a}_1 = (-a_x, a_y, a_z)$.

Ved den følgende refleksion med x - z planen, som har normalvektor i y retningen, vil y koordinaten skifte fortegn mens de øvrige koordinater er uforandrede. Derefter vil strålen have retning: $\vec{a}_2 = (-a_x, -a_y, a_z)$. Endelig vil strålen efter refleksion med x - y planen (normalvektor i z -retningen), have retning af $\vec{a}_3 = (-a_x, -a_y, -a_z) = -\vec{a}_0$ (modsat rettet den indkommende stråle).

Man ser altså, at en gentagen anvendelse af refleksionsloven formuleret med vektorer, fører til bevis for at den reflekterede stråle altid vil være modsat rettet den indkommende stråle, ved refleksion i et tre retvinklet hjørne – en refleksbrik.

Ole Witt-Hansen

7. april - 2014