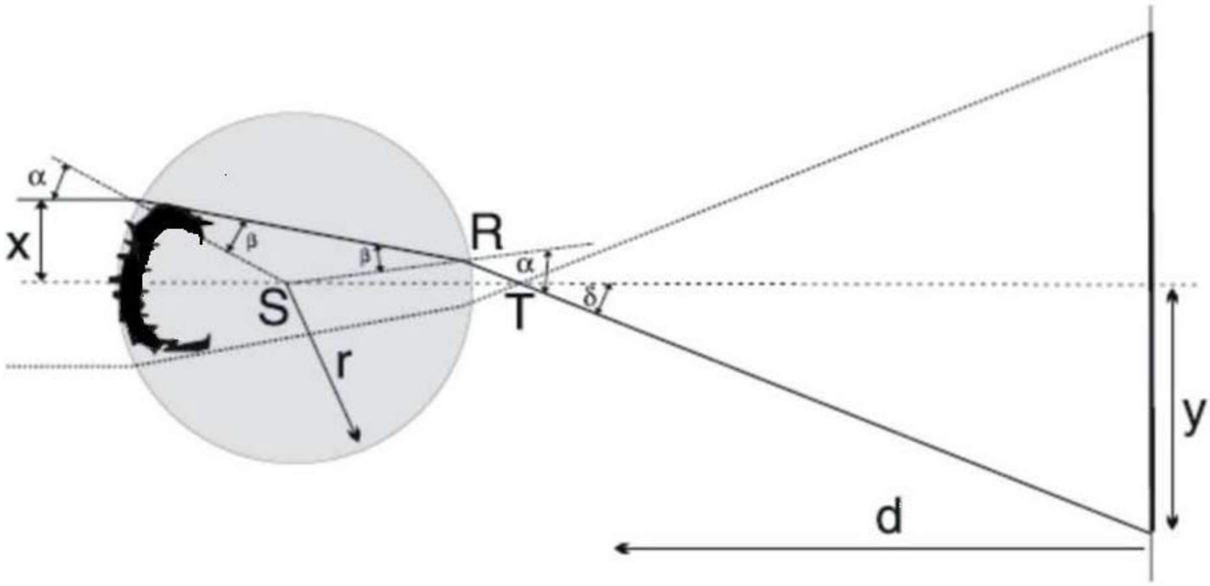
Princip projekce

Kapka na konci stříkačky sice není dokonalá koule, ale může být považována za sférickou čočku. Světelný paprsek, který dopadne na kapku, se lomí v obou případech, kdy prochází rozhraním vody a vzduchu.



Paprsek, který vstoupil do kapky těsně nad útvarem, který plave ve vodě v malé vzdálenosti ***x*** od geometrické osy (viz obrázek), se dvakrát zlomí a dorazí na plátno ve vzdálenosti **y** pod geometrickou osou. Vzdálenost ***y*** je určena vzdáleností kapky od plátna ***d*** a úhlem δ, který může být vypočítán následovně: $\delta = 2(\alpha-\beta)$

Pro výpočet zvětšení použijeme Snellův zákon lomu: $n_0 \cdot \sin\alpha = n \cdot \sin\beta$, kde pro vodu je index lomu n = 1,33, pro vzduch $n_0 = 1$ a $\sin\alpha = x/r$.

Úhel δ je tedy dán rovnicí $\delta = 2\left(\arcsin\frac{x}{r} - \arcsin\frac{n_0 x}{nr}\right)$

Pro paprsky, které jsou blízko geometrické osy /paraxiální oblast/, jsou všechny úhly v předchozím výpočtu velmi malé, proto vyjádření úhlu může být zjednodušeno arsin(z) ≈ z, tzn. $\delta = 2\left(\frac{x}{r} - \frac{n_0 x}{nr}\right) = 2\frac{x}{r}\left(1-\frac{1}{n}\right)$

Promítané obrázky na plátně jsou zvětšené stíny organismů a jejich zvětšení se rovná $M = \frac{y}{x} = \frac{d \cdot tg\delta}{x} \approx 2\frac{d}{r}\left(1-\frac{1}{n}\right)$, v paraxiální oblasti platí tg $\delta \approx \delta$.

Pro kapku vody v průměru 2 mm je obraz na plátně 2 m, což značí, že zvětšení je tisícinásobné.

Všimněte si, že na počátku předpokládáme, že objekt bude plavat v části kapky, která je blíž k laseru. Je možné ale vypozorovat, že stejně velký stín vytvoří menší objekt, který je umístěn na straně k plátnu, nebo kdekoli mezi. Je jasné, že zvětšení je největší pro objekty, které plavou na straně kapky, která je blíž plátnu. V tomto případě je maximální zvětšení v paraxiální oblasti $M_{MAX} = \frac{d}{2r} \cdot \frac{n}{2-n}$. Pro parametry, které jsou dány nad tímto textem, je zvětšující faktor 1985.

Výsledek ukazuje, že v paraxiální oblasti zvětšení záleží na pozici objektu podél geometrické osy, ale ne na vzdálenosti objektu od osy.

Pokud ovšem je velikost objektu srovnatelná s kapkou, nebo leží-li objekt mimo geometrickou osu, všechny tři úhly α, β a δ už nejsou tak malé. V tomto případě, zvětšení je vyjádřeno přesným vyjádřením úhlu:

$$M = \frac{d}{r}\left[\frac{1}{u} tg\left(2\left(\arcsin u - \arcsin \frac{u}{n}\right)\right)\right]$$, kde u = x/r.

Předchozí odvozování je založeno na předpokladu, že kapka vody je perfektní pravidelná koule. Ačkoliv spodní část kapky lze považovat za část pravidelné koule, vršek, kde kapka visí ze stříkačky, je vážně zdeformovaný. Světlo, které prochází skrz tento nepravidelný povrch, vytváří různé úkazy, které narušují naše pozorování, ale zároveň jsou samy o sobě velmi zajímavým objektem ke zkoumání.

Výhodou této metody je jednoduchá výroba a skutečnost, že v injekční stříkačce můžete mít mnoho různých živých organismů.