

Lektion 7: Dobbeltbrydning, Optisk egenskaber & Optiske indikatorer



Et refraktometer

Du husker fra lektionerne om optiske egenskaber, at lysstråler bremser, bøjer og kan deles, når de går igennem en ædelsten. Den vinkel, der skabes mellem strålernes originale vej, når de går ind i stenen og de brudte (bøjede) veje kan måles og indtegnes på en skala.

Disse målinger af stenen, der bremser og bøjer lyset, kaldes lysbrydningsvinkler, og værdien kalder man stenens lysbrydnings-indeks også kaldet refraktive indeks (RI).

Et gemmologisk instrument kaldet et refraktometer anvendes til at finde lysbrydende indikatorer. (Bemærk: Du vil lære, hvordan man bruger refraktometeret og polariseringsfilteret i næste lektion.)

Lyset går ind i refraktometeret og ledes ind i eller på den sten, der besigtiges, igennem et polariseringsfilter. Strålerne projekteres på en aflæsningsskala på refraktometeret, og ud fra disse aflæsninger får vi den information, som vi skal bruge til at finde dobbeltbrydning.

Inden for gemmologi er dobbeltbrydning en måling af forskellen mellem de lysbrydende indikatorer af en dobbelt refraktivt eller dobbelt lysbrydende ædelsten, en måling af hvor meget lyset bøjer.

Optiske egenskaber, optiske indikatorer og dobbeltbrydning er ekstremt værdifulde egenskaber for den praktiserende gemmolog.

Disse egenskaber er konstante, og det er denne konsekvens fra sten til sten inden for en type, der muliggør, at en gemmolog kan indsnævre mulighederne af en stens identitet.



Refraktometrets aflæsningskala ved brug af polariseringsfilter.

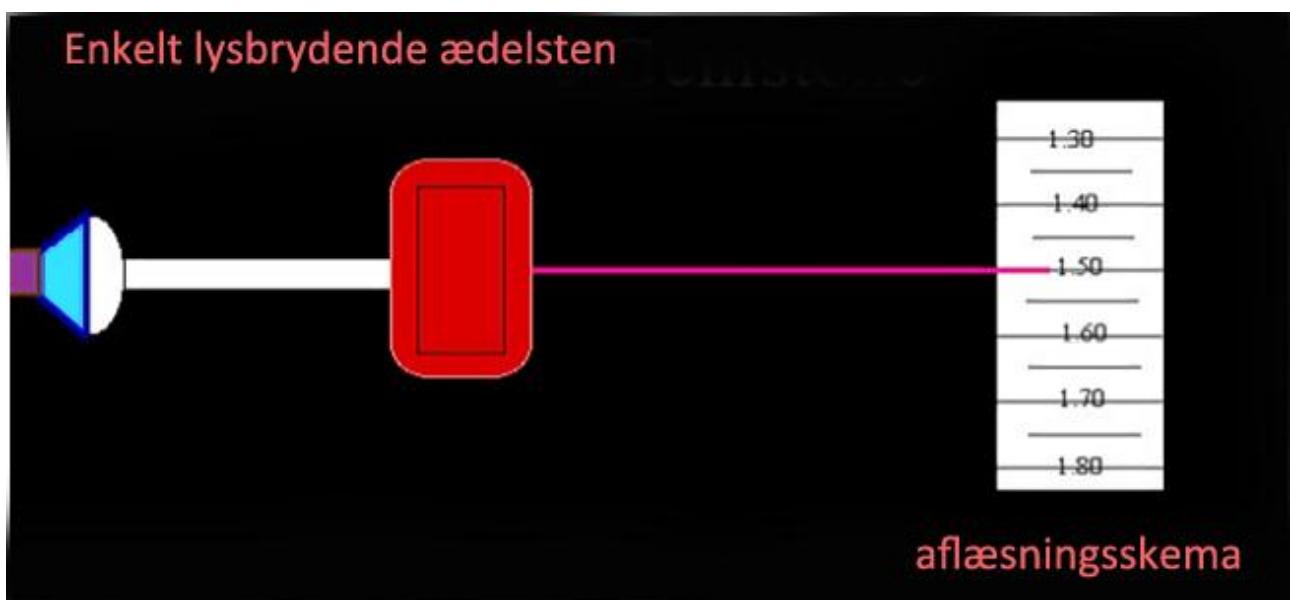
For eksempel, forestil dig, at du har to sten. Du ved, at den ene er naturlig og den anden en efterligning, men du ved ikke, hvilken der er hvad. Stenene ser ikke blot ens ud, men du synes, at deres lysbrydende indikatorer er meget lig hinanden. Fordi intervallet af dobbeltbrydning er konstant for alle slags ædelsten, så vil forskellen i deres dobbeltbrydning afsløre, hvilken sten der er naturlig, og hvilken der er en efterligning. Som du kan se, så vil en grundig forståelse af optiske egenskaber og en evne til hurtigt at huske en stens RI og dobbeltbrydning spare tid og frustrationer i løbet af en gemmologs karriere.

Enkelt-lysbrydende (single refraktivt) ædelsten

Lad mig først forklare til dem der har arbejdet med gemmologi før at betegnelsen lysbrydende også kaldes refraktivt, fra engelsk refractive. Så hvis du i andre forbindelse i denne uddannelse hører ordet refraktivt ved du at det er det samme som lysbrydende. Vi vil bruge begge betegnelser i denne uddannelse.

Illustrationen nedenfor viser en hypotetisk isotrop stens RI (= refraktivt indeks). Husk på, at diagrammerne i denne lektion er fra hypotetiske sten for på den bedst mulige måde at vise koncepterne, så du må ikke forvente at finde rigtige røde ædelsten med disse imaginære lysbrydende indikatorer og dobbeltbrydning.

Læs diagrammet nedenfor (og alle andre diagrammer i denne lektion) fra venstre mod højre som følger: (1) lyset går ind i refraktometeret, (2) lyset reagerer på stenen, (3) stenen besigtiges/besigtiges ikke igennem et polariseringsfilter, og (4) lysbrydningsresultatet kommer frem på skalaen.



Da lysets stråler ikke brydes, når de passerer igennem en Enkelt-lysbrydende (single refraktivt) ædelsten, så vil de ikke have dobbeltbrydning. Der vil kun være én stråle, én vinkel der projekteres hen på refraktometerets aflæsningsskala. Der er kun én stråle, der går fra stenen til skalaen. Den måling viser 1,50. Der er kun én stråle, én aflæsning — RI 1,50. Der er ingen dobbeltbrydning, som man skal beregne. Fordi der kun er ét enkelt resultat, ved vi, at det er en Enkelt-lysbrydende (single refraktivt) ædelsten.

Da dette er en enkelt-lysbrydende (single refraktivt) sten vil en gemmolog, der er bekendt med krystalsystemerne, straks vide, at denne sten blev dannet i det kubiske krystalsystem. Alle sten fra alle andre systemer kan elimineres, således at mulighederne for identificering nu er nede på en sten dannet i det kubiske system med et lysbrydningsresultat på ca. 1,50.

Dobbelt-lysbrydende (dobbelt refraktivt) en-akset ædelsten (uniaksial)

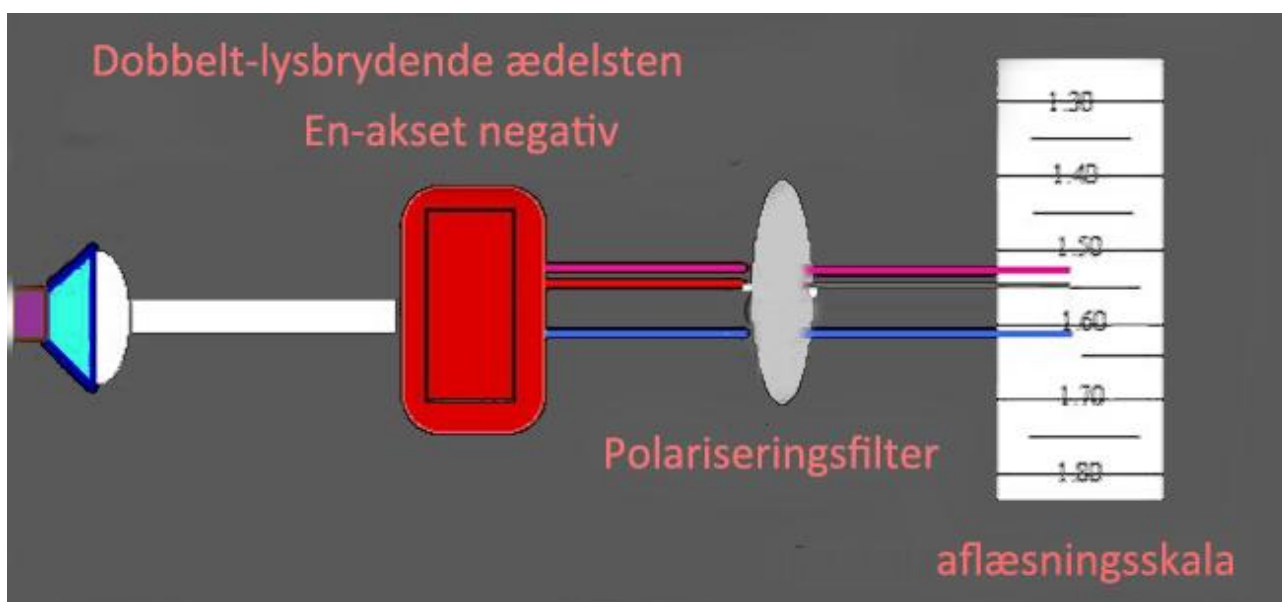
En anisotropisk sten, der deler en lysstråle i to, betragtes som værende en-akset også kaldet uniaksial, baseret på disse to strålers udløste handlinger. Den ene stråle vil give dig et fast tal (aflæsning), fordi denne stråle forbliver på det samme sted, når man roterer polariseringsfilteret og stenen. Den anden stråles tal vil variere. Den variable stråle kan give højere eller lavere resultater end den faste stråle. Forskellen mellem det højeste eller laveste resultat for den variable stråle minus resultatet for den faste stråle er dobbeltbrydningen af en en-akset (uniaksial) ædelsten.

Der findes undergrupper a en-aksede sten, kaldes en-akset negativ og en-akset positiv. Om en sten er positiv eller negativ afhænger af, om den variable stråles tal er højere eller lavere end den faste stråle. Hvis den variable stråle er den laveste af de to, så er stenen en-akset negativ. Sten, som har den variable stråle som det højeste resultat, er en-akset positive.

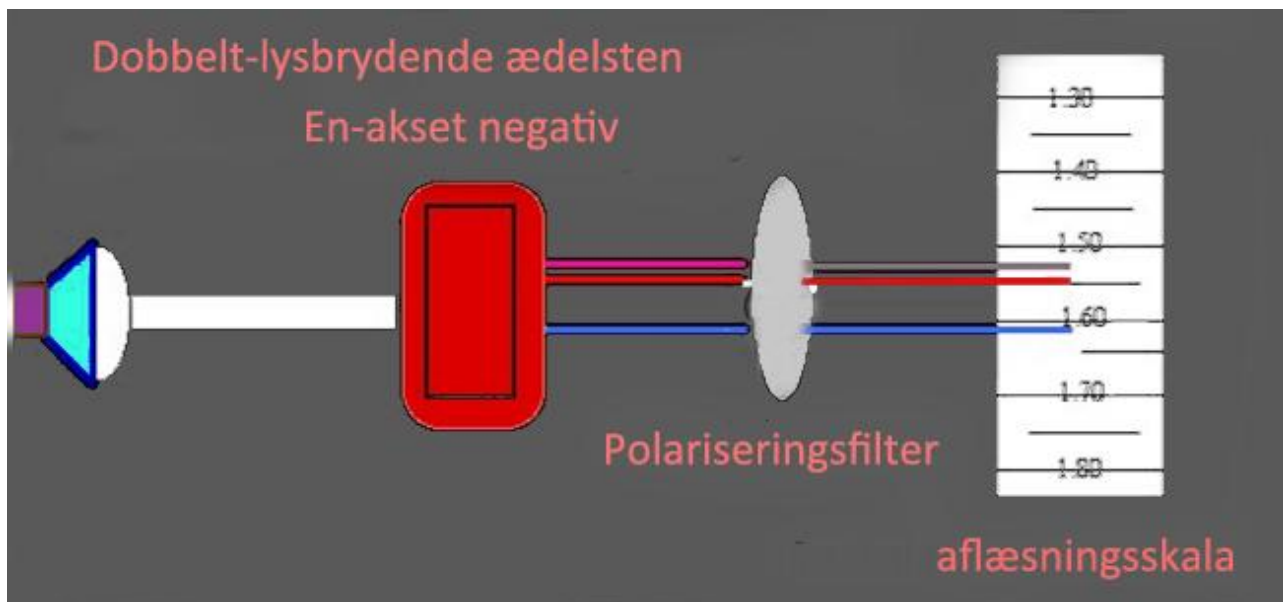
En-akset (uniaksial) negativ optisk egenskab

Når man roterer et refraktometers polariseringsfilter og stenen, kan man se forskel på den faste stråle og den variable stråle. Når den variable stråle altid har et lavere tal end den faste stråle, så har du med en en-akset negativ sten at gøre.

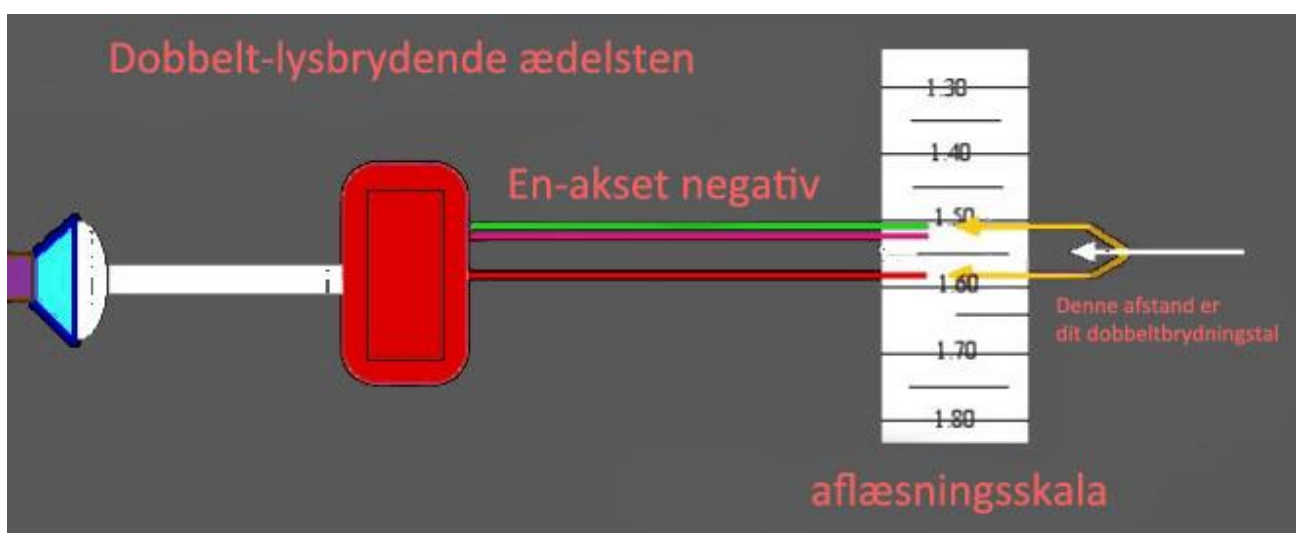
I figuren nedenfor skal du ignorere den røde/grå linje. Formålet med den vil fremgå af det næste diagram. Lige nu skal du kun kigge på stråleresultaterne 1,62 (blå) og 1,53 (pink).



I det næste billede har vi roteret polariseringsfilteret (den grå skive) og stenen, og er nu klar til at aflæse det næste resultat. Her forbliver én stråle det samme på 1,62 (blå), men den anden stråle har nu flyttet sig fra 1,53 (nu markeret med mørkegråt) til 1,55 (rød). Som du kan se, bevæger kun ét af resultaterne sig, så vi ved, at den er en-akset. Aflæsningen, der flytter sig, er lavere end den faste grå; stenen er en-akset negativ.



Lad os nu bruge en anden sten til at måle dobbeltbrydning. Når vi kigger på diagrammet for den nye sten nedenfor, kan vi se, at den faste stråle for denne sten er 1,57 (rød). De variable stråler gik fra 1,51 (grøn) til 1,53 (pink). Det laveste resultat, 1,51, er længst væk fra den faste stråle (se de gyldne pile), så dette er de aflæsninger, som vi vil bruge til vores beregninger. Forskellen mellem det laveste resultat for den variable stråle (1,51) og den faste stråle (1,57) er lig med dobbeltbrydningen for denne en-aksede ædelsten: $1,57 - 1,51 = 0,06$. Dobbeltbrydningen for denne sten er $-0,06$.



Den information, som vi får fra diagrammet, fortæller os 6 ting om denne ædelsten.

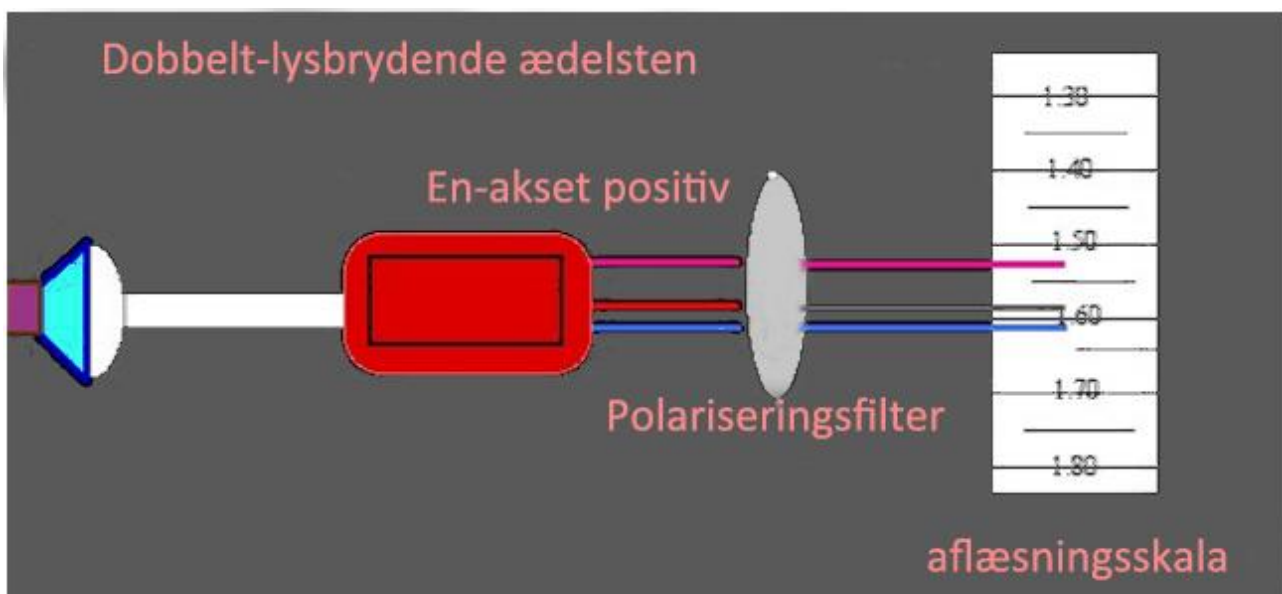
- Stenen er rød.
- Stenen er en-akset (uniaksial) negativ.
- Stenen har en RI på 1,51-1,57.
- Stenen har en dobbeltbrydning på -0,06.
- Stenen er negativ.
- Fordi stenen er en-akset, så må den høre ind under det tetragonale, heksagonale eller trigonale krystalsystem.

Med disse seks ledetråde har vi allerede nu en stærk indikation af, hvad denne sten kunne og ikke kunne være.

En-akset (uniaksial) positiv optisk egenskab

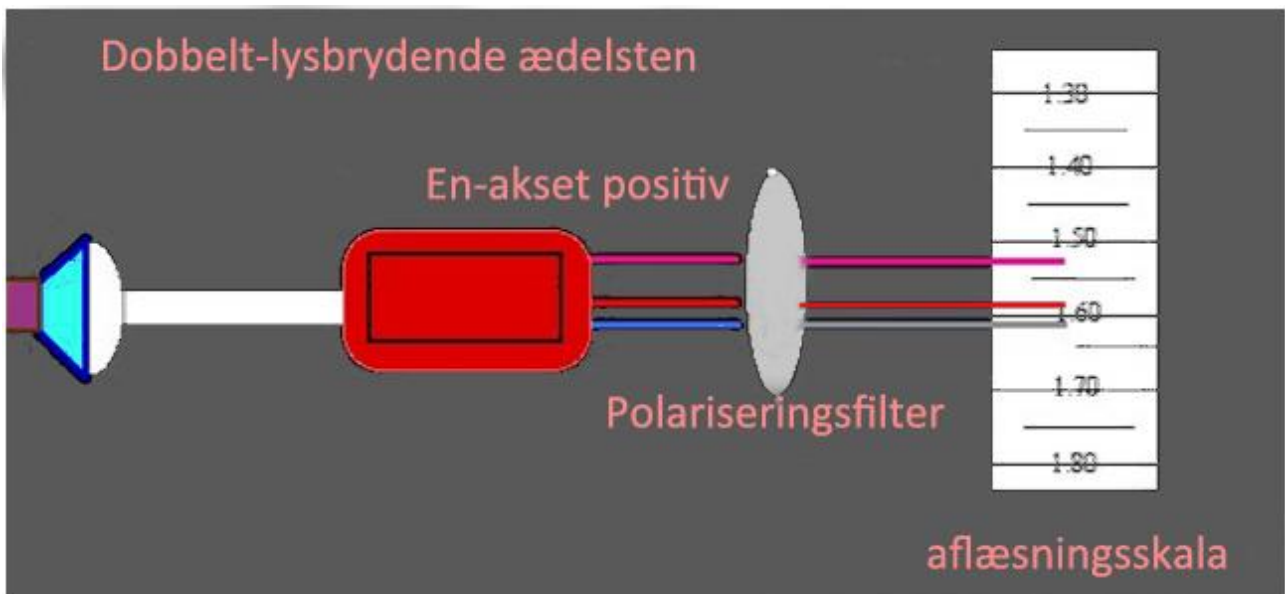
Den procedure, som man følger med en en-akset negativ sten med modsatte resultater, vil afsløre en ædelsten som værende en-akset positiv. I dette tilfælde er de variable tal i den højere ende af skalaen.

I vores første aflæsning, nedenfor, finder vi, at stenen har et stråle-tal på 1,62 (blå) og den anden stråle har 1,53 (pink).



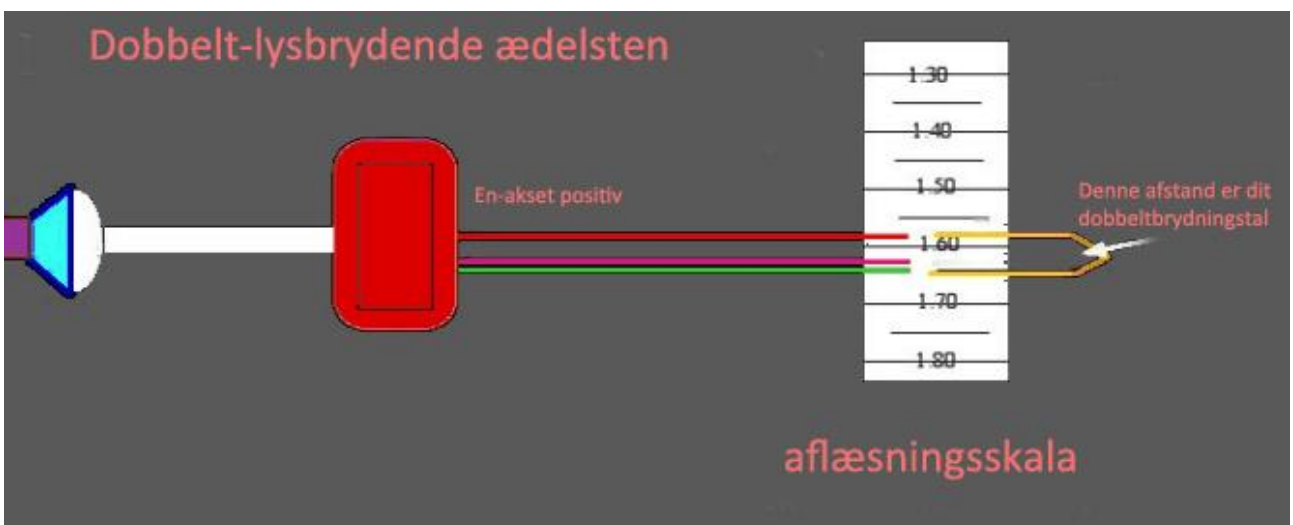
I den næste figur har vi roteret polariseringsfilteret og stenen til brug for den anden aflæsning. Den faste stråle forbliver det samme 1,53 (pink), mens den variable stråle har flyttet sig fra 1,62 (nu markeret med mørkegrå) til 1,58 (rød). Da der kun er én variable stråle, så ved vi, at stenen er en-akset. Fordi den variable

måling er i den høje ende af skalaen sammenlignet med den faste, så ved vi nu, at stenen er en-akset positiv.



For at finde denne stens dobbeltbrydning skal vi finde forskellen mellem den højeste måling af den variable stråle (1,62) og den faste stråle (1,53): $1.62 - 1.53 = 0.09$. Dobbeltbrydningen af denne sten er +0,09.

I det følgende har vi et eksempel, hvor vi anvender en anden ædelsten, som vi allerede har fundet frem til er en-akset positiv. Inden vi aflæser videre, kan du så finde dobbeltbrydningen ud fra informationerne på skalaen? Husk, at en-akset dobbeltbrydning er forskellen mellem den største forskel mellem tallene, fra de stråler der er længst væk fra hinanden.



For stenen ovenfor er den største forskel i tallene 1,65 og 1,58. Beregningen vil være $1,65 - 1,58 = 0,07$, en dobbeltbrydning på + 0,07.

På et stykke papir skriver du de 6 gemmologi testresultater, som vi netop har lært om denne ædelsten.

Vi venter

Vi venter

Vi venter

Vi venter

Vi venter

Vi venter

Dobbelt lysbrydende (dobbelt refraktivt) to-aksede ædelsten (biaksial)

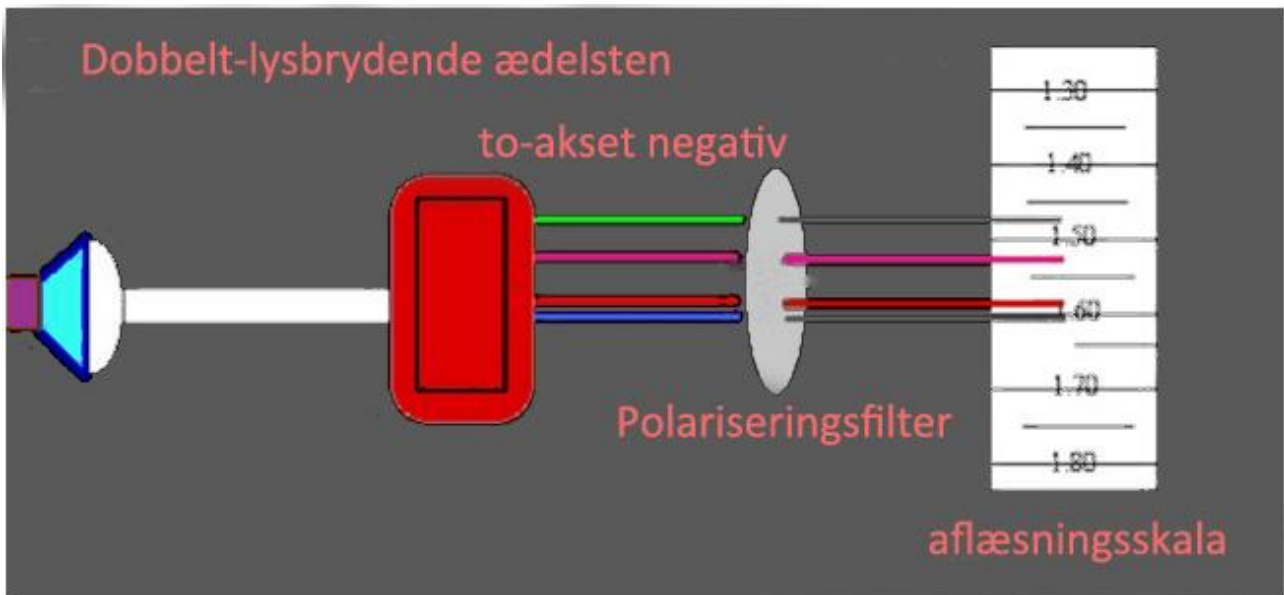
To-aksede, også kaldet biaksial sten deler en lysstråle i tre, med to faste stråler og én variable stråle. Målingerne af begge faste stråler vil variere, når du drejer stenen for at teste den. Dette er, fordi du skal måle det lysbrydende tal direkte over retningen af den faste stråle for at få det maksimale resultat. Jo længere væk du er, desto mere vil målingen flytte sig. Derfor skal du rotere ædelsten, når du aflæser lysbrydningstallene. Til sidst vil du se, at resultaterne for alle målinger af de faste stråler har nået den største afstand fra hinanden. Dobbeltbrydningen af en to-akset sten er forskellen mellem den største vinkel mellem de to faste strålers lysbrydningsindikatorer. Dette er den højeste måling, som du får fra alle RI-tal, og det allermindste af alle tallene.

Igen, der er positive og negative undergrupper. Den mellemste måling, som du får, er den variable stråle. Dette tal vil variere mest, men vil fortælle dig, om du har en to-akset positiv eller negativ ædelsten. Hvis de størst varierende stråleresultater er de to mindste, så er stenen to-akset negativ. To-akset positive sten er dem med de to højeste målinger med den største forskel.

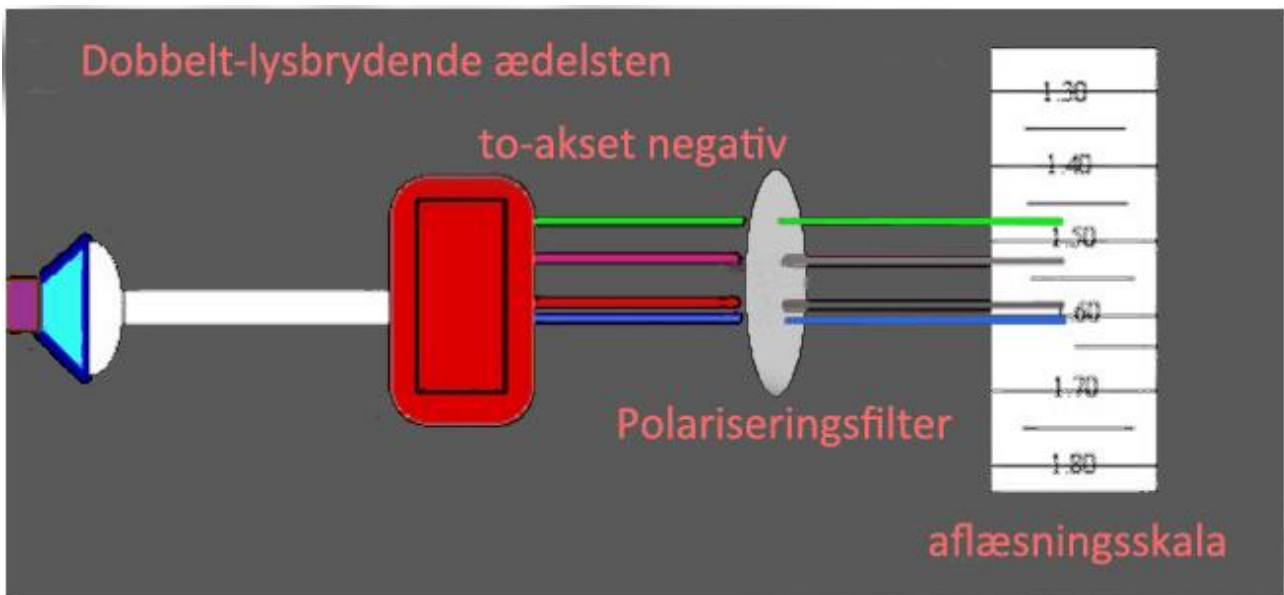
To-akset (biaksial) negativ optisk egenskab

Når man drejer refraktometerets polariseringsfilter og stenen, vil man kunne skelne mellem de to faste stråler og den variable. Når de variable stråler med den største afstand fra den faste stråle er den med den laveste måling, så har du en to-akset negativ sten.

Nedenfor ser vi på en sten igennem et refraktometers polariseringsfilter. På den første måling ser vi, at stenen har to stråle-resultater: 1,53 (pink) og 1,58 (rød).



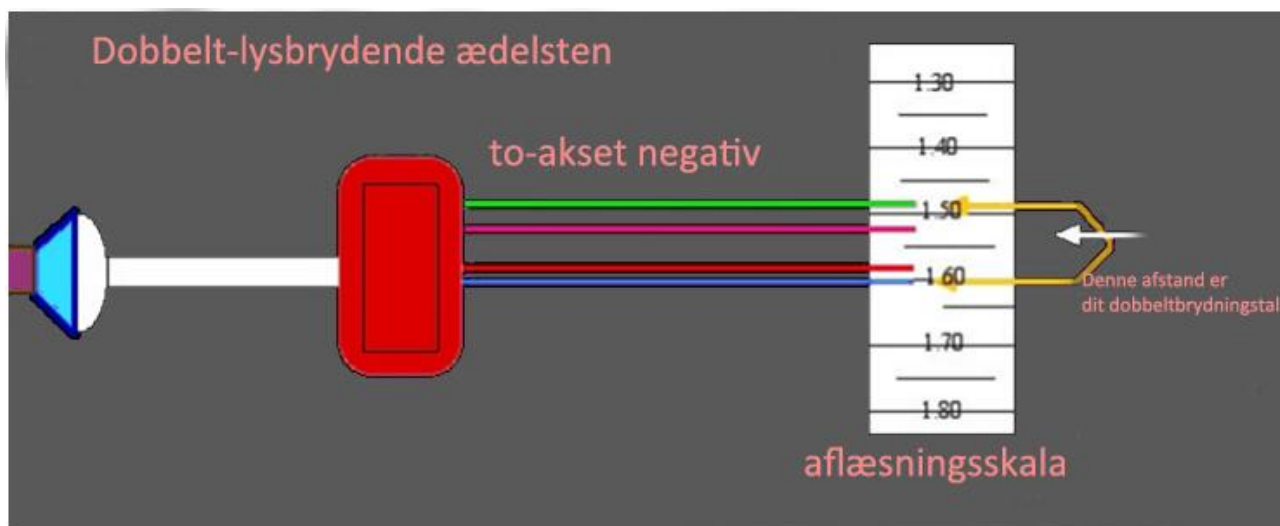
I næste figur har vi drejet polariseringsfilteret og stenen. De to stråler har flyttet sig og viser nu 1,48 (grøn) og 1,61 (blå). Da begge stråler har flyttet sig, ved vi, at vi har en to-akset sten. Da strålerne med den største afstand er de laveste tal, er stenen to-akset negativ.



Lad os kigge på denne konklusion i detaljer.

1. Den første aflæsning viste et variabelt resultat på 1,53 (lavest) og 1,58 (højest).
2. Den anden aflæsning gav et variabelt resultat på 1,48 (lavest) og 1,61 (højest).
3. Forskellen mellem de to laveste målinger er $1,53 - 1,48 = 0,05$.
4. Forskellen mellem de to højeste målinger er $1,61 - 1,58 = 0,03$.

De færdige aflæsninger med den største afstand (0,05) er de laveste, hvilket gør det til en to-akset negativ sten. I næste billede viser de gyldne pile de tal med den største afstand. To-akset dobbeltbrydning er forskellen mellem de højeste og laveste resultater.



De største forskelle i målingen af denne sten er med det laveste på 1,48 og det højeste på 1,61: $1,61 - 1,48 = 0,13$. Denne stens dobbeltbrydning er $-0,13$.

Vi opnår samme slags information fra denne to-aksede sten som den en-aksede:

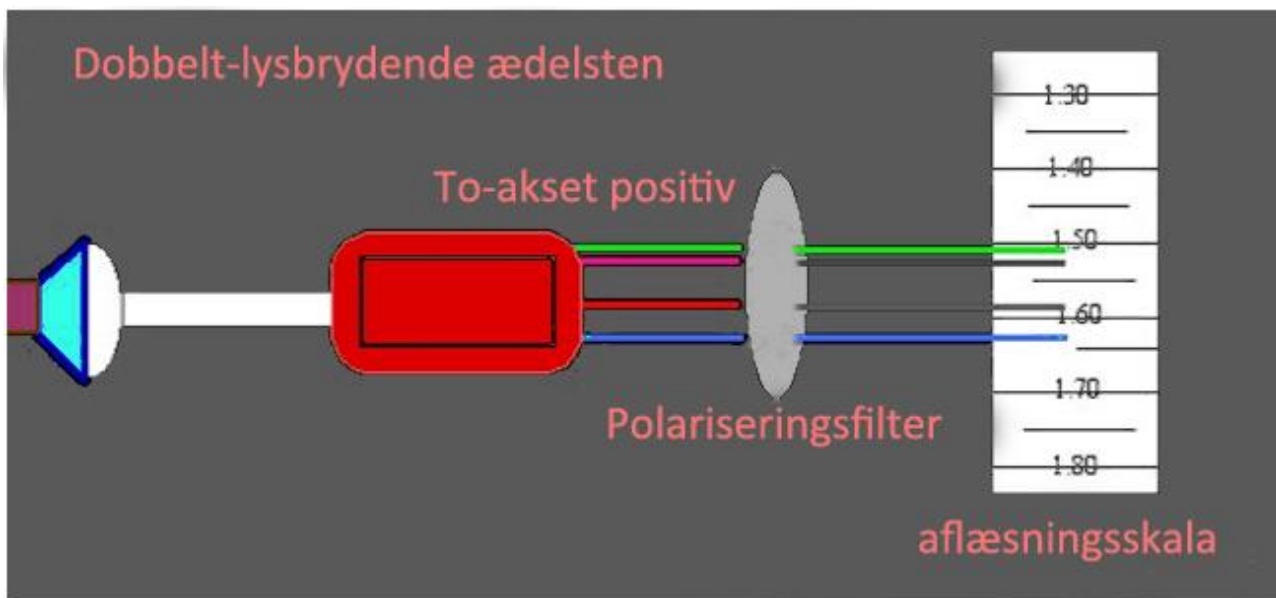
- stenens farve er rød
- den optiske karakter er to-akset (biaksial)
- det optiske kendetegn er negative
- RI er 1,48 til 1,61
- dobbeltbrydning er $-0,13$
- og krystalsystemet — fordi den er to-akset, må stenen tilhøre det orthorhombiske (rombiske), monokline eller trikline krystalsystem.

Igen har vi en stærk indikation af, hvad denne sten kunne eller ikke kunne være.

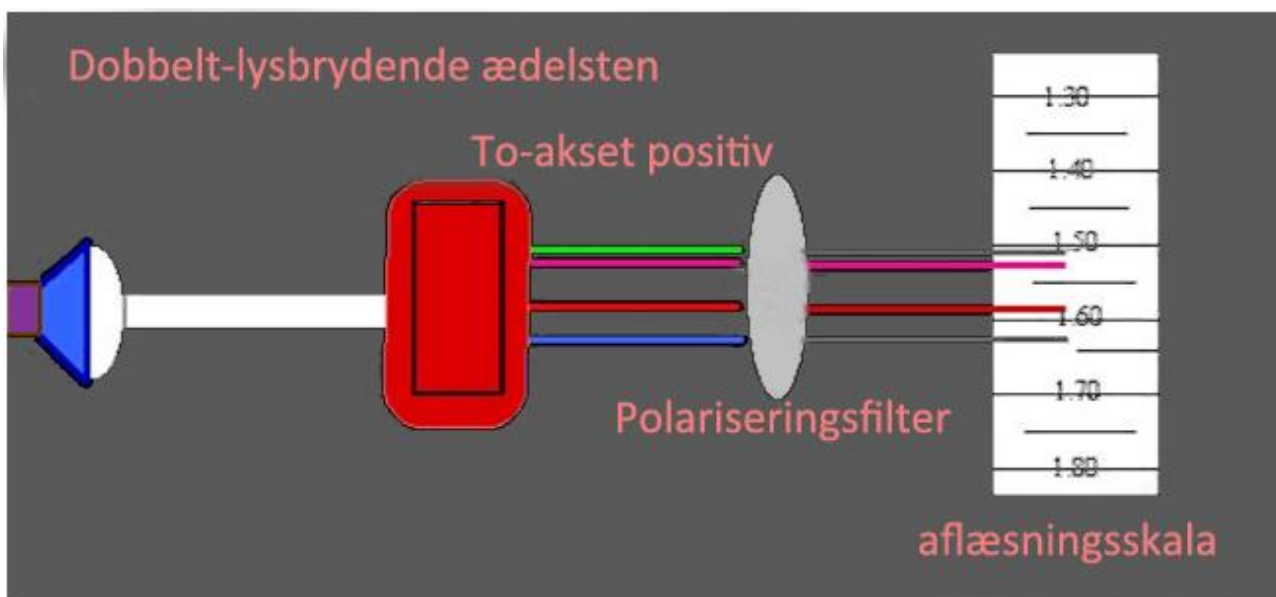
To-akset(biakstial) positiv optisk egenskab

Proceduren beskrevet ovenfor afslører en sten som to-akset positiv, når resultaterne viser, at de variable tal med den største afstand ligger i den højere ende af skalaen.

Ved vores første måling, nedenfor, fandt vi ud af, at stenen har et lavt resultat på 1,51 (grøn) og et højt på 1,64 (blå).

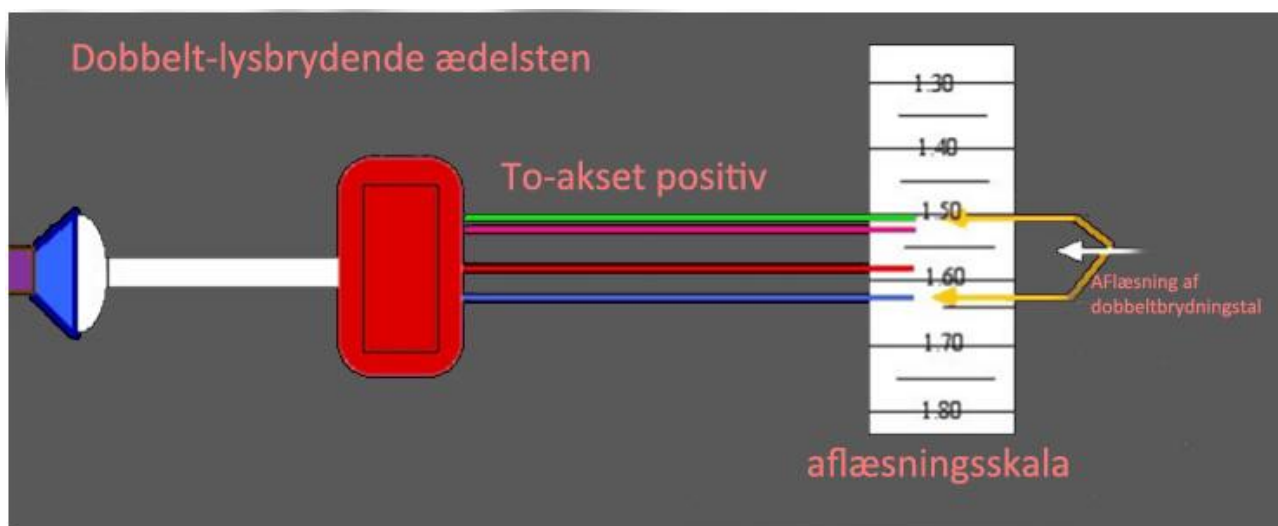


I næste figur har vi drejet polariseringsfilteret og stenen til den næste måling. Vi kan nu se, at den højtliggende stråle har flyttet sig til 1,58 (rød) og den lave til 1,53 (pink). Igen ved vi, at stenen er to-akset, fordi begge stråler har flyttet sig.



1. Den første måling gav et variabelt resultat på 1,51 (lavest) og 1,63 (højest).
2. Den anden måling gav et variabelt resultat på 1,53 (lavest) og 1,58 (højest).
3. Forskellen mellem de to laveste resultater er $1,53 - 1,51 = 0,02$.
4. Forskellen mellem de to højeste resultater er $1,64 - 1,58 = 0,06$.

Man kan se, at resultaterne med den maksimale afstand (0,06) er de højeste, hvilket gør det til en to-akset positiv sten. Nedenfor indikerer de gyldne pile tallene med den største afstand.



Resultaterne med den største afstand er det høje resultat på 1,64 og det lave på 1,51. Beregningen er $1,64 - 1,51 =$

0,13. Denne stens dobbeltbrydning er 0,13.

Som du nok allerede har fået en fornemmelse af så er dette instrument for gemmologer særdeles vigtigt og meget nyttigt i identificering af ædelstene. Studer det grundigt. Du får helt sikkert brug for din viden.