

## Lektion 5: Egenskaber

I denne lektion ser vi på diamanters specielle egenskaber. Hvad gør en diamant til en diamant? Det er mere end du måske umiddelbart tror.

### Sektion 1. Hårdhed

Alle ved, at diamant er det hårdeste naturlige materiale, der findes i verden. Der er intet naturligt materiale, der bare kommer i nærheden af diamants hårdhed. Grunden til det er, at kulstofatomerne er bundet så hårdt til hinanden i alle retninger i en kompliceret struktur, at intet på nær en anden diamant kan ridse eller slibe diamanten.

Du kan huske fra tidligere lektioner, at det der adskiller diamant fra grafit er, at diamantens kulstofatomer binder til hinanden i 4 retninger i stedet for grafits 2 retninger. Det er den egenskab, at atomerne binder hårdt til hinanden i alle retninger, der gør diamant til verdens hårdeste naturlige materiale.

Det vigtigste at forstå ved denne egenskab er, at diamant er mange gange hårdere end det næst hårdeste materiale på Mohrs skala, corundum (safir og rubin). Faktisk er det næst hårdeste materiale corundum tættere på hårdheden af din fingernegl end hårdheden på diamant.

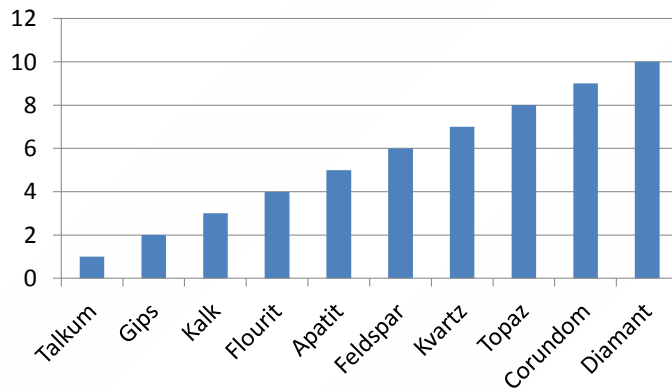
Det er vigtigt for dig at forstå, at hårdhed er meget anderledes end sejhed. Hårdhed er evnen til at modstå ridser. Sejhed er evnen til at modstå brud, knække eller flække. Og diamanter kan ret let flække. Men det vil vi komme ind på senere.

Lad os først kigge på diagrammet nedenfor for at forstå hvor diamant befinder sig på Mohrs skala. Skalaen blev udviklet af Mohr, der placerer materialer på en skala efter dets relative hårdhed. Det vil sige, at hårdheden på skalaen kun er baseret på, at en specifik ædelsten vil ridse alle andre materialer, som ligger på samme niveau eller under på skalaen.

Som eksempel vil feldspar (feldspat) (nr. 7) ridse andre feldspar og alle materialer mellem 1-7. Men skalaen siger intet om, hvor meget feldspar er hårdere eller blødere end andre materialer på skalaen. Kun at den vil ridse andre materialer på samme niveau eller lavere. Det er vigtigt, fordi mens corundum er 9, og diamant er 10, er diamant mange gang hårdere end corundum. Men der findes simpelthen ikke materiale i hårdhed mellem corundum og diamant. Så når du ser et materiales hårdhedsnummer på skalaen, siger det intet om, at materialet er en vis procentdel hårdere eller blødere end et andet materiale på skalaen.

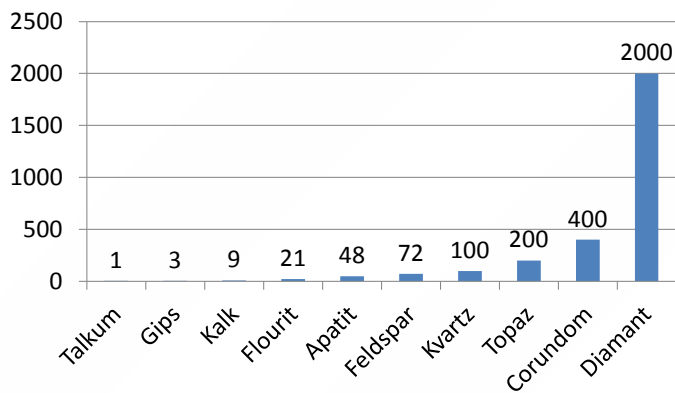
Lad os sammenligne diamant med andre materialer.

**Mohrs hårdhedsskala**

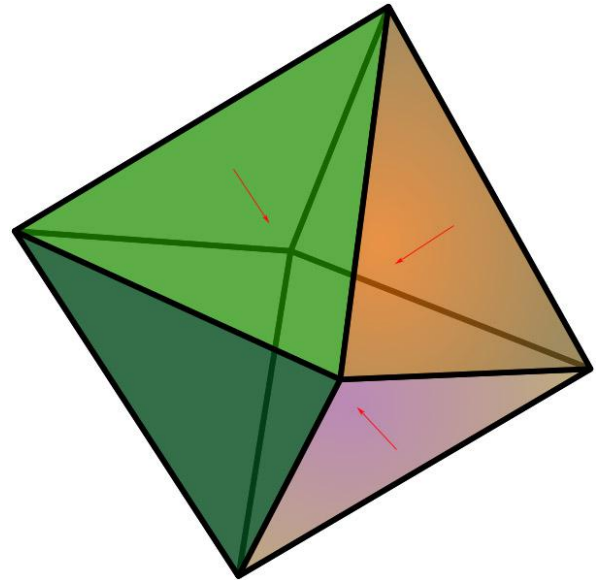


Lad os se på de samme materialers absolutte hårdhed overfor hinanden. Som det fremgår, er diamant fem gange så hårdt som corundum og 2000 gange så hårdt som talkum. Diamant er altså meget hårdere end noget andet naturligt materiale.

**Absolut hårdhedsskala**



Der er en meget vigtig side ved diamanters hårdhed, som er afgørende for dig at vide. Der er en retningsangivende egenskab ved diamanters hårdhed. Diamanter er hårdest vinkelret på diamantens overflade, som angivet på illustrationen. Hårdheden er lavere i andre retninger, hvilket er afgørende viden for diamantsliberen, når han vælger sliberetning på den rå diamantkrystal.

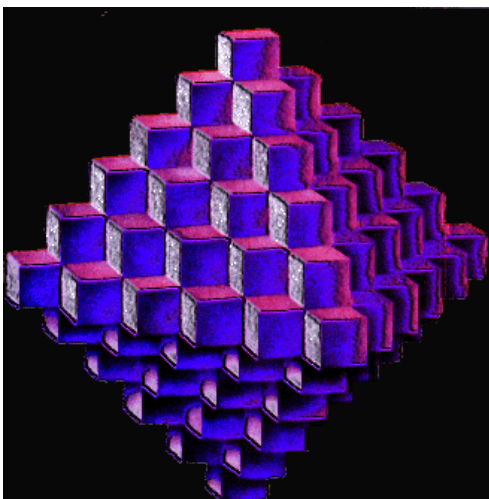
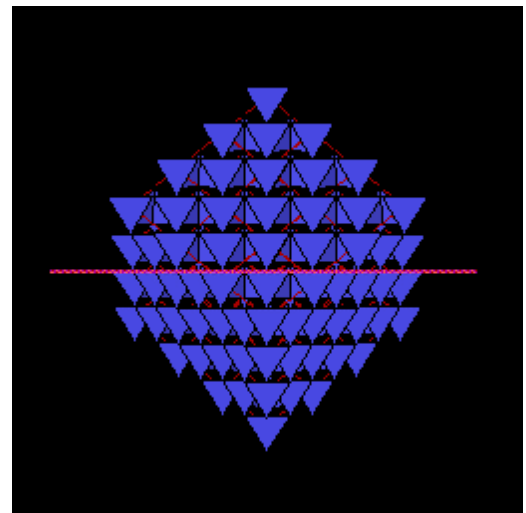


Diamanter er blødere på fladerne på den ottesidede form end den kubiske form, som er den mest enkle og hårdeste form. Tolv-sidede form er endda blødere end den ottesidede form. Ser du logikken?

## Sektion 2: Spaltning

Diamanter kan splittes eller spaltes. Diamanter spaltes i retninger parallel til overfladen, og et slag på diamanten, der forårsager spaltning, nærmest slicer et stykke af. Forestil dig at du forsøger at stikke hånden vinkelret igennem 2 stykker lagen. Det vil være umuligt. Men hvis du parallelt stikker hånden imellem de 2 lag, vil du meget let med hånden adskille lagene. Det er noget nær den samme måde diamanter spaltes på. Så forestil dig diamantens opbygning som lagen lag på lag på lag.

Som tidligere nævnt er diamanter hårdest lodret på overfladen. De spaltes derimod lettest ved slag 45 grader på overfladen. Illustration af dette ses til højre.



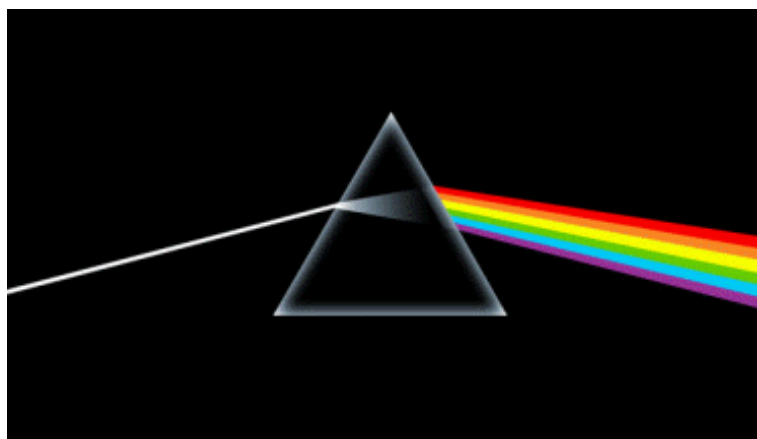
Det er fordi diamantmolekylerne bygger krystallerne op i terninger som illustreres her. Forstår man den opbygning, er det også logisk, at strukturen er meget stærkere ved slag vinkelret på end ved en vinkel på 45 grader.

### Sektion 3: Lyset spredning

Selv om spaltning faktisk slet ikke er en egenskab ved diamanter som hårdhed, så er lysets spredning det i høj grad.

Når lys rammer diamanten bliver lyset opdelt i bølgelængder, ligesom en prisme. Det er fordi at lysets hastighed bremses op, når den rammer diamanten. Lysets forskellige bølgelængder (farver) bremses i forskelligt tempo, og får farverne (bølgelængderne) til at separeres og blive individuelt synlige for øjet. Det er det der får diamanter til at udstråle dispersion eller "fire" (ild), som det også kaldes.

Til højre ses en illustration af en diamants evne til at bryde lyset op i bølgelængder gennem dispersion.



Et af de vigtigste aspekter ved dispersion er dets indflydelse på diamantens skønhed. Vi vil komme mere ind på det i en senere lektion, hvor vi skal studere slibning af diamanter, så hav tålmodighed hvis du allerede har 100 spørgsmål omkring denne egenskab. Men for stille din nysgerrighed foreløbig kan jeg oplyse, at mængden af dispersion er direkte afhængig af størrelsen på diamantens tavle (*table*), samt andre faktorer som f.eks. højden på diamantens krone. Jo større overflade og lavere krone jo mindre dispersion og større brillans – udstråling af hvidt lys.

Nogle kan bedst lide en diamant med masser af "fire" i alle regnbuens farver mens andre bedst kan lide masser af brillans, hvidt lys. Hvem har ret? Begge har ret, da diamanters skønhed afhænger af øjet, der ser, og ofte mode og kultur. Men du har måske allerede hørt diskussionerne i markedet omkring dispersion contra brillans, og nu ved du, at en diamantsliber har meget stor indflydelse på diamantens evne til at sprede dispersion og brillans.

Men meget mere om det senere. På nuværende tidspunkt er det nok, at du forstår at dispersion eller "fire" opstår ved at diamanten bryder lyset op i forskellige farver, og at det kan kontrolleres af diamantsliberen.

### Sektion 4: Densitet "Specific gravity"

Densitet, eller massefylde som det også kaldes, er en fysisk størrelse defineret som massen pr. volumen. For os, der ikke er fysiknørder, kan det vel mere enkelt udtrykkes som et materiales volumen i forhold til dets tæthed.

Densiteten af et stof afhænger af atomernes masse og indbyrdes afstand og vil i reglen aftage, når temperaturen stiger, eller trykket falder.

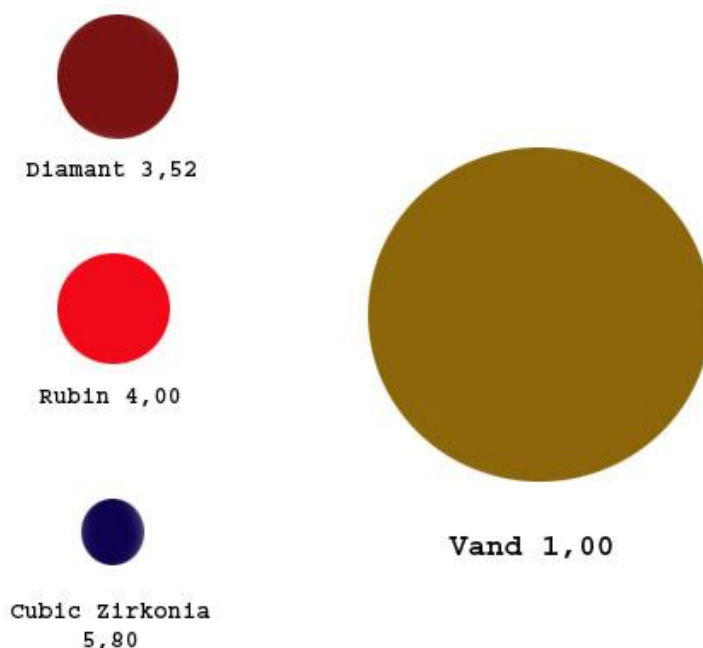
Densiteten for en ideal gas er eksakt og for øvrige er gasser tilnærmelsesvis proportional med trykket og omvendt proportional med den absolutte temperatur. For væsker og især faste stoffer er densitetens afhængighed af temperatur og tryk relativt svag.

Da ædelstene er faste stoffer, kan vi derfor koncentrere os om atomernes masse og indbyrdes afstand, hvad der dog kan være forvirrende nok i forvejen. Men det har noget at gøre med hvor meget materiale, der er presset sammen i et specifikt område. F.eks. fylder et kilo smør mere end et kilo jern.

Princippet er altså at forskelligt materiale i samme rumfang vejer forskelligt. Det gælder også ædelstene.

Densitet af forskelligt materiale måles i et tal sammenlignet med densiteten af vand. Densiteten af vand er 1,00. Hvis et specifikt materiale er tungere end vand, er dets tal større end 1,00. Og på samme måde fylder vand mere end det specifikke materiale ved samme vægt.

Nedenfor ses en illustration af 4 forskellige materialers densitet, vand, rubin, diamant og cubic zirkonia. Illustrationen viser ved samme vægt er der stor forskel på deres volumen.



En diamant har en densitet på 3,52. Det betyder at en diamant er 3,52 gange tungere end vand. Som et resultat af det vil 1 ct. diamant være meget mindre i størrelse end 1 ct. vand. 1 ct. diamant vil være 1,14 gange større end 1 ct. rubin. Og 1 ct. diamant vil være 1,65 gange større end 1 ct. Cubic Zirkonia.

## Sektion 5: Brydningsindekset

For at forstå denne egenskab så lad studere, hvad lysbrydning er, og hvordan det kan måles.

Lysets hastighed eller lysets fart er den fart, hvormed elektromagnetiske svingninger udbreder sig i et medium. I vakuum er lysets fart maksimal, og defineret til at være 299.792.458 meter per sekund eller mere kendt som ca. 300.000 km per sekund. I andre medier er lysets fart mindre. Dette kan måles og er et af de vigtigste egenskaber indenfor gemmologi til at identificere ædelstene.

Når bølgefænomener bevæger sig mellem områder med forskellige udbredeshastigheder for pågældende bølger, ændres bølgernes bevægelsesretninger ved det fænomen, der kaldes for refraction.

Forenklet kan det siges, at når lyset rammer et materiale, som lyset kan rejse igennem, bremses lyset og afbøjes.

Graden af afbøjning afhænger af vinklen mellem den oprindelige bølgeretning og gradienten i udbredeshastigheden, samt af et forholdstal, som kaldes for brydningsindekset for den pågældende gradient (eller grænseflade).

En af de vigtigste egenskaber er lysbrydning, som kan forklares med, hvor meget en diamant vil bremse en lysstråle og skifte dens retning gennem diamanten, og hvordan det kan måles.

Den fart, som lyset rejser med, er altid lavere når lys rejser udenfor vakuum, og hastigheden afhænger af det gennemsigtige materiale lyset passerer. Ratio mellem lysets hastighed i vakuum ca. 300.000 km per sekund og hastigheden gennem det gennemsigtige materiale kaldes brydningsindekset. Internationalt kaldes det *Refractive Index* og forkortes *RI*. Da betegnelsen RI er den udbredte betegnelse indenfor gemmologi, vil vi bruge RI-betegnelsen i fremtiden. Lysets hastighed gennem glas er typisk ca. 200.000 km per sekund, så glas brydningsindeks er  $300.000/200.000 = 1,5$ . Da formålet med denne uddannelse er identifikation af diamanter behøver vi derfor ikke helt nøjagtige tal for identifikation. Men som information kan det oplyse at det nøjagtige RI for glas 1,5116.

RI for luft er 1,0003, så luft bremser kun lys meget lidt, idet lysets hastighed i luft er næsten lig lysets absolutte tophastighed.

For vand er RI 1,334. Glas er tungere end vand, som er tungere end luft. RI for glas er større end vand, som er større end luft. Ser du logikken? Jo større densitet et gennemsigtigt materiale har, jo større er dets RI.

Lad os se på diamanter. Lysets hastighed gennem en diamant er ca. 124.120 km per sekund. Altså bremses lysets hastighed med mere end halvdelen, når det passerer gennem diamant. Ved beregning af en diamants RI findes ratio mellem lysets hastighed i luft 300.000 og diamant 124.120 = 2,417

$$\text{Diamants RI} = 2,417$$

Det er vigtigt for dig, at du har forstået, at RI er den matematiske relation mellem lysets hastighed i luft og lysets hastighed i en diamant eller hvilket som helst andet gennemsigtigt materiale, hvor lyset kan passere.

Nu undrer du dig måske over, hvad der sker med lysets hastighed, når lyset har passeret diamanten. Så speeder det op til 300.000 km per sekund igen. Hvordan det kan accelerere fra 124.120 til 300.000 km per sekund, så snart det har forladt diamanten uden en gradvis acceleration, er der ingen, der har kunnet forklare endnu. Men det er også ligegyldigt. Hvad der er vigtigt er, at vi kan identificere diamanter ved hjælp af denne egenskab.

## **Sektion 6: Varmeleder**

Den næste egenskab er varmeledning. En varmeleder har evnen til at transportere varme fra et materiale til et andet. Diamanter er superb til at lede varme, hvorfor der i mange år har eksisteret varmeledertestere, som kunne adskille diamanter fra imitationer, som f.eks. cubic zirkonia. Diamanter er bedre end selv kobber til at transportere varme, hvilket gør diamanter meget velegnet til brug i computere og andre elektroniske apparater og til køling af varme komponenter.

I lang tid kunne en varmeledertester bruges til at identificere diamanter fra imitationer, men den tid er forbi siden syntetiske moissanitter kom på markedet. De er nemlig ligeså gode til at lede varme som diamanter, og så ligner de for den uuddannede diamantgraderer nemlig hinanden. Men det bliver ikke noget problem for dig, da en trænet gemmolog eller diamantgraderer i en 10 x lup sagtens kan se forskel.

Mange ædelstene føles varme at røre ved, da de ikke er gode varmeledere. Diamanter vil føles kolde da de hurtigt leder varmen væk fra huden når du rører ved dem.

Nogle af de "gamle" gemmologer påstår, at de kan identificere en diamant fra en imitation alene ved at røre den. Jeg ved nu ikke, om jeg tror på den historie. Men under alle omstændigheder er det ikke en metode, der kan anbefales.

Men hvis du hører, at man kan adskille diamanter fra imitationer på grund af varmen, ved du nu, hvad det handler om.

## **Sektion 7: Elektrisk ledende**

Diamanter er generelt ikke gode til at lede elektricitet. De fleste er at betragte som halvledere, som betyder at elektricitet kun kan passere hvis strømstyrken er meget høj. Nogle diamanter er faktisk elektrisk isolerende.

Der er dog en type diamanter der er elektrisk ledende. Det er type IIb, som du lærte om i lektion 4, og vedrører de naturlige blå diamanter. Hvad der er vigtigt for dig at forstå er, at disse diamanter kan identificeres ved at teste for elektrisk ledende. Det farvende element er bor, der gør disse diamanter blå, og bor er elektrisk ledende.

Det er den mest praktiske relevans vedrørende elektrisk ledende egenskaber, du skal vide, da det er en gemmologisk metode til at adskille naturlig blå farvede diamanter fra bestrålede blå diamanter, der har fået den blå farve gennem "irradiation"

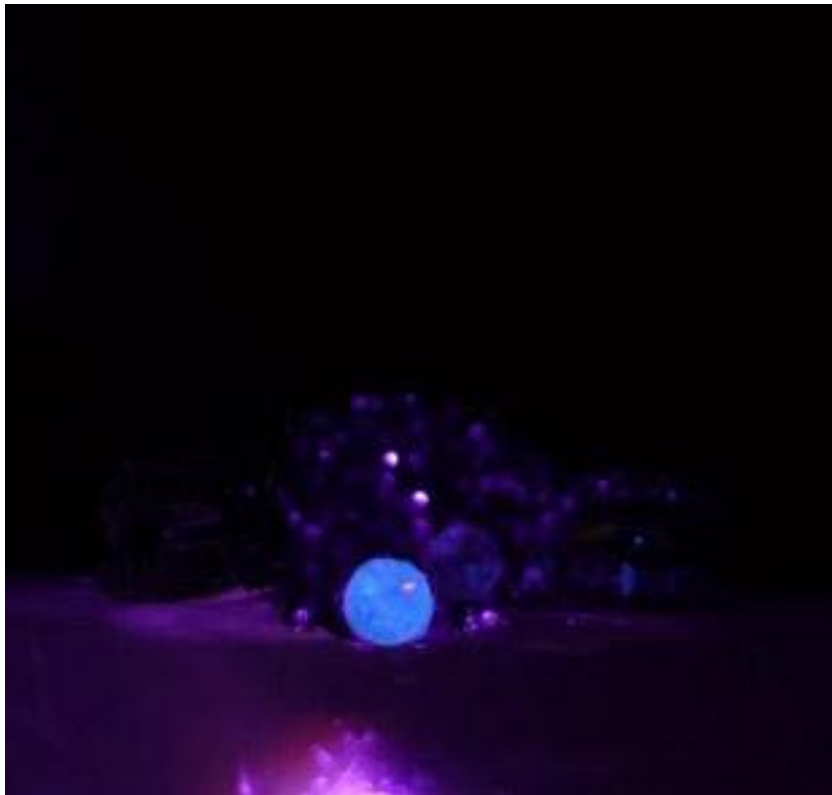
## Sektion 8: Fluorescens

Fluorescens, er en proces, hvorved elektroner i et stof absorberer energi i form af lys og genudsender en del af denne energi som lys af en længere bølgelængde. Betegnelsen fluorescens benyttes også i nogle tilfælde, hvor energien tilføres på anden måde end i form af lys, jf. luminescens. Mange mineraler, herunder diamanter fluorescerer med synligt lys af forskellige farver ved bestråling med mere kortbølget, ultraviolet lys. Fluorescensfarver omsætter en del af solens ultraviolette lys til synligt lys og kommer derved til at virke selvlysende.

Det er altså, mere forenklet beskrevet, en diamants reaktion på kortbølget ultraviolet stråling, specielt sollys.

Egenskaben er vigtigt at kunne forstå og identificere, da fluorescens kan have stor indvirkning på diamantens skønhed og dermed dens værdi.

Prøv at se på billedet nedenfor. Det er et billede af en diamantring med flere diamanter taget i langbølget ultraviolet stråling lys. De fleste af diamanterne er tågede og næsten utydelige, da lysstyrken i fluorescerende lys er svag og tåget for øjet.



Men se også hvorledes en af diamanterne lyser op som månen på en skyfri himmel midt om natten. Det er en diaman, der er kraftig fluorescerende.

Normalt betragtes fluorescens som en dårlig ting, da det har en tendens til at enten udskille dårlige farver i en ellers farveløs diaman eller skjule naturlige dårlige farver i en diaman, der derved synes bedre end den er.

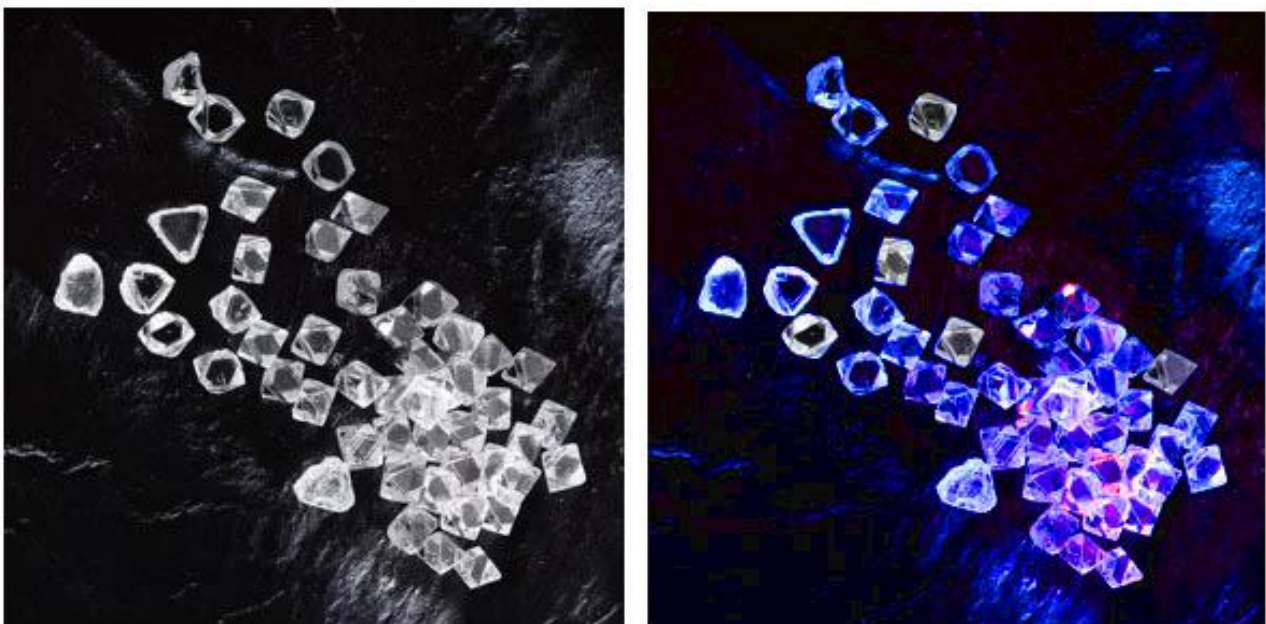


Typisk vil en diamant med kraftig fluorescens ofte virke mælkeagtig i sollys, hvorimod den vil virke mere brillant og nogle gange meget mere brillant, end den virkelig er, i kunstig belysning.

Men for udseendets skyld vil diamanter under en Top Wesselton farve, der kun har så lidt fluorescens, at den ikke virker mælkeagtig i sollys, ofte virke flottere i alt anden belysning end en tilsvarende uden fluorescens.

Lad os se på nogle eksempler:

Se på den bunke diamanter på billedet nedenunder til venstre. Diamanterne er fotograferet i almindeligt dagslys. På billedet nedenfor til højre er de samme diamanter fotograferet med kortbølget UV lys, og det ses tydeligt, at mange af diamanterne udstråler et blåligt og lilla lys i forskellige intensiteter, mens nogle slet ingen reaktion har på UV-lyset.



En stor del af de diamanter som findes på markedet indeholder fluorescens. Og som det fremgår på billedet kan nogle udsende en intens reaktion.

Så lad os se på hvilken indflydelse fluorescens har på diamantens skønhed.

1. For det første kan en stærk blå farve skjule diamantens naturlige farve. Med andre ord kan en diamant med K eller L farve på farveskalaen, som vi vil studere senere, få den naturlige gullige farve til at forsvinde med det resultat, at diamanten vil virke mere farveløs end den ville være uden fluorescens.
2. For det andet, hvis diamanten fra naturen i forvejen er farveløs eller næsten farveløs, vil fluorescens give diamanter en anelse blålig tone i forskelligt slags lys. Det er herfra utrykket "blåhvid diamant" opstod, og som i 1940erne blev betragtet som den fineste farve, simpelthen fordi der var så mange af dem. Farven var slet ikke blåhvid, de var farveløse men med en stærk eller intens fluorescens.

Se på billederne til venstre.



**Ingen**

Det viser 5 ens diamanter men med forskellig reaktion ved UV belysning.

Det er de 5 grader der bruges når du klassificerer diamanterers fluorescens.

Den øverste diamant viser ingen blålig reaktion, og er derfor ikke fluorescerende.



**Svag**

Nummer 2 anes en svag blålig farve og klassificeres som svag fluorescerende.



**Medium**

På nummer 3 begynder man let at kunne se den fluorescerende blålige farve og den klassificeres som medium



**Stærk**

Nummer 4 viser en stærk fluorescerende glød og klassificeres som stærk fluorescerende.



**Intens**

Nummer 5 er meget intens i sin glød og klassificeres som intens fluorescerende

Det svære for dig her som diamantgraderer eller gemmolog er at vurdere, hvor meget indflydelse det har på værdien af diamanten ved de forskellige grader af fluorescens.

Svaret er at det ved ingen. For der er ingen skemaer, bøger eller lignende der fortæller dig det. Fluorescens indflydelse på diamantens værdi afhænger af mange faktorer, der må vurderes fra diamant til diamant. Hvor det er let at beregne fradrag for indeslutninger, farve, slibning og lign, må du selv vurdere fluorescens fradrag ved beregning af værdien. Når du har klassificeret fluorescensen så vurder skønheden på diamanten i alle slags belysninger og se, hvad det gør ved diamantens skønhed. Og ud fra din erfaring med diamanter kan du derefter foretage det nødvendige fradrag.

Jo mere erfaren diamantgraderer du er, og jo mere du lærer om priserne på markedet, og jo flere diamanter du får mellem hænderne, jo lettere bliver det.