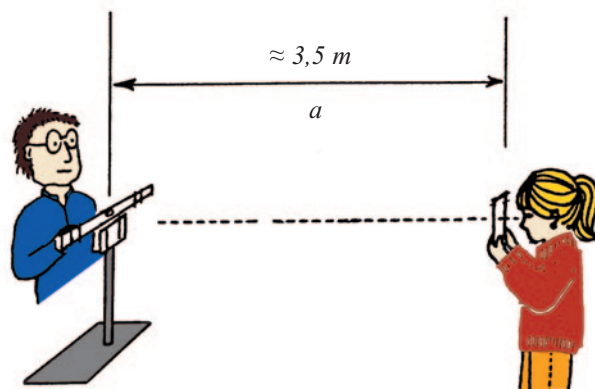


Apparat til bestemmelse af lysets bølgelængde

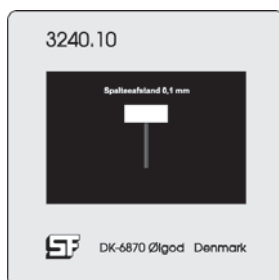
14.12.10

Aa 3240.00



Princip

Apparatet opstilles, så det kan betjenes bagfra, med omkring 3,5 meters afstand hen til dobbeltspalten. Evt. kan man montere dobbeltspalten i en blændeholder (2950.80), så afstanden kan måles nøjagtigt.



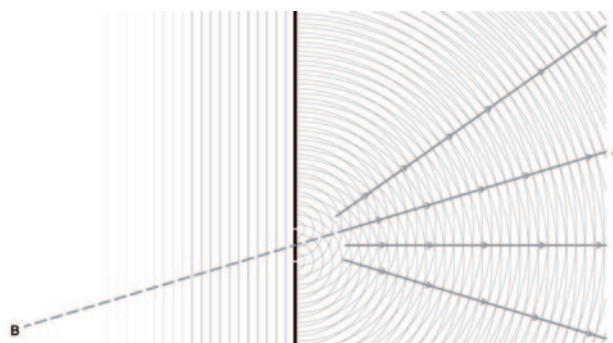
Rammen med dobbeltspalten skal vendes med den rektangulære rude opad, så man samtidig kan se målestokken gennem ruden, og pinolpæren gennem dobbeltspalten.

Lige inden lyset fra pæren rammer dobbeltspalten, udbreder det sig stort set som en plan bølge.

Bag dobbeltspalten udbredes det som to ringbølger, der interfererer med hinanden.

I punkter, hvor der er en afstandsforskel til de to spalteåbninger på 0, 1, 2, 3 ... hele bølgelængder, vil de to ringbølge svinge i takt og forstærke hinanden – dette kaldes konstruktiv interferens.

I punkter, hvor der er en afstandsforskel til de to spalteåbninger på $\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$... bølgelængder, vil en bølgetop fra den ene ringbølge møde en dal fra den anden, så resultatet bliver nul – dette kaldes destruktiv interferens.



På figuren er det vist, hvordan punkter med konstruktiv interferens ligger på rette linjer. Der udbredes med andre ord lysstråler i disse retninger. Mellem lysstrålerne ligger områder med destruktiv interferens, dvs. mørke. Overgangen mellem lys og mørke vil dog være glidende.

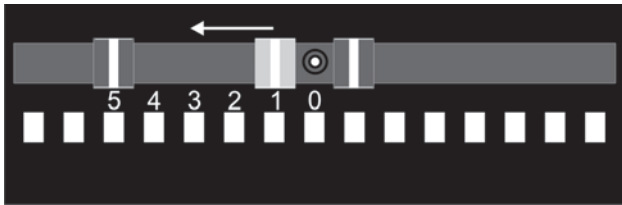
Hvis man nu kigger igennem dobbeltspalten hen mod pæren, vil lysstrålen mærket A optræde som en lysplet, som ser ud til at komme fra en retning (mærket B), der peger lidt ved siden af pæren. Der vil være mange sådanne lyspletter til begge sider for pæren.

Ved hjælp af apparatet bestemmes den gennemsnitlige afstand mellem disse lyspletter.

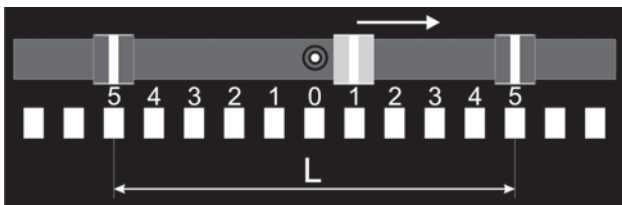
Fremgangsmåde

Lokalet skal være mørklagt. Pæren tilsluttes 12 V. Et farvefilter (f.eks. det røde) monteres foran pæren. Med et målebånd måles afstanden a ; som noteres.

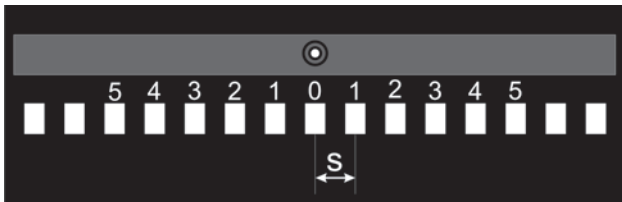
Der skal to personer til at udføre forsøget: Den ene kigger gennem dobbeltspalten og dirigerer den anden, som betjener apparatet.



Start med at have de to forskydelige ryttere så tæt på hinanden som muligt. Hjælperen skubber langsomt en af rytterne udad. Sig stop, når stregen på rytteren står lige over midten af lysplet nummer 5 fra midten. Gentag til den anden side.



Afstanden L mellem de to ryttere kan nu bestemmes, og den gennemsnitlige afstand mellem lyspletterne s kan beregnes (del med 10).



Afstanden mellem apparatet og dobbeltspalten kaldes a og afstanden mellem de to spalter i dobbeltspalten kaldes d . For den medfølgende dobbeltspalte er $d = 0,1$ mm.

Bølgelængden λ for det røde lys kan nu beregnes med formlen (se afsnittet "Teori"):

$$\lambda = \frac{s \cdot d}{a}$$

Udvidelse

Gentag forsøget med det blå farvefilter (byt roller). For at finde s så nøjagtigt som muligt, kan man eventuelt lade L spænde over mere end 10 gange s .

Som ekstra tilbehør kan man også anskaffe sig et gult og et grønt farvefilter (varenummer 3085.10 og 3085.20).



Advarsel: Brug **aldrig** metoden med at kigge gennem dobbeltspalten til at bestemme bølgelængden for lys fra en **laser**. Det kan give varige øjenskader.

Regneeksempel

I en opstilling er afstanden a målt til 3 m = 3000 mm. Afstanden s er fundet til 2,0 cm = 20 mm.

Bølgelængden beregnes da således:

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{s \cdot d}{a} = \frac{20 \text{ mm} \cdot 0,1 \text{ mm}}{3000 \text{ mm}} \\ &= 6,67 \cdot 10^{-4} \text{ mm} = 6,67 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 667 \text{ nm}\end{aligned}$$

Da bølgelængder i området 620–750 nanometer opfattes som rødt lys, passer resultatet fint.

Teori

På figuren er der markeret et punkt A, hvor der er konstruktiv interferens. Det ses, at der er netop 1 bølgelængde længere fra A til den nederste spalte end til den øverste.

Der er også konstruktiv interferens i punkter, som ligger på midterlinjen – her er afstandsforskellen altid 0.

Prøv selv at finde et punkt med konstruktiv interferens, hvor forskellen mellem de to afstande er 2 bølgelængde.

Den "ekstra" bølgelængde fra den nederste spalte på vej til A udgør den ene katete i en retvinklet trekant, hvor hypotenusen netop er spalteafstanden d .

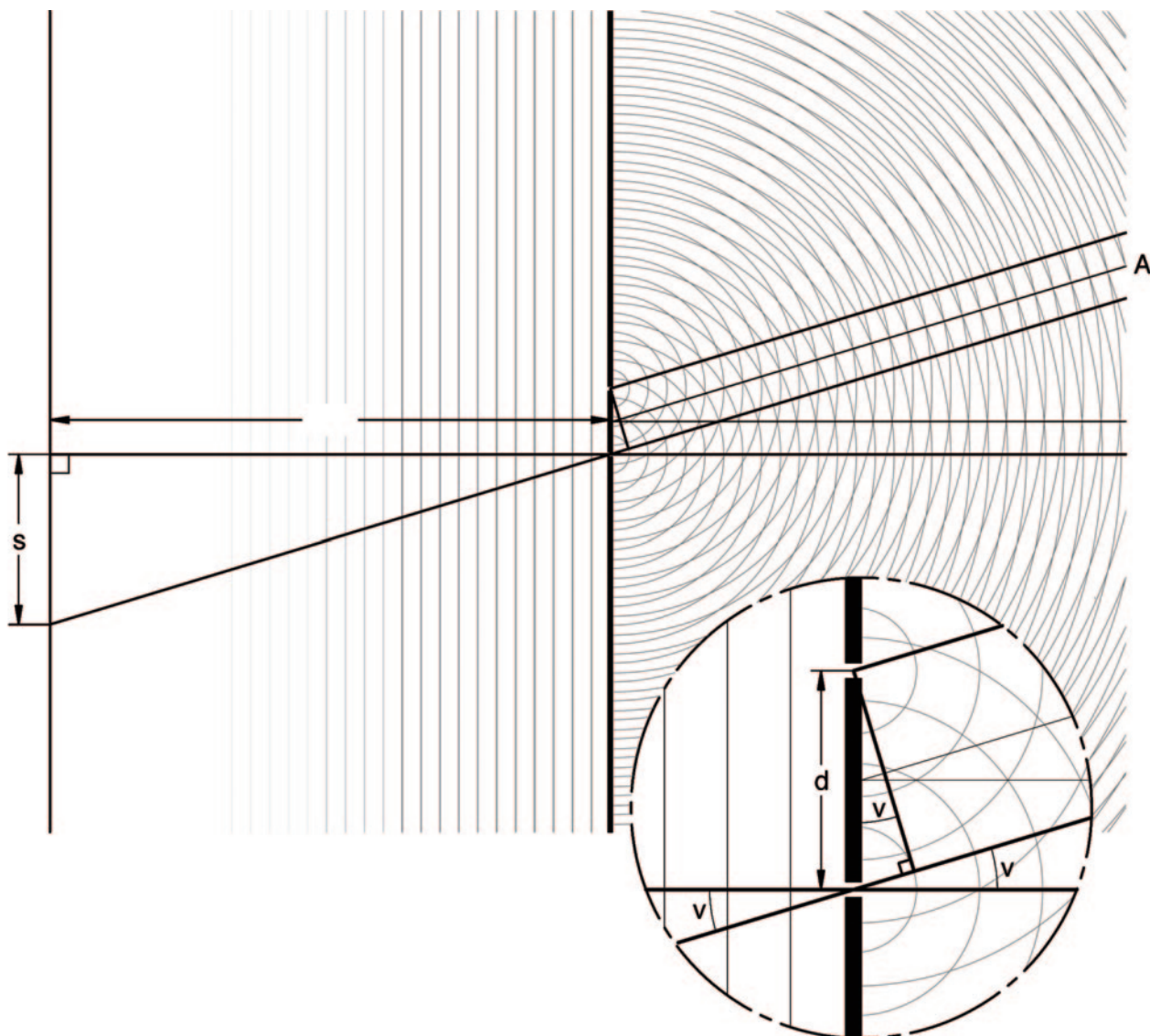
Lysstrålen i retning mod A er afbøjet en vinkel ν . Som det fremgår af figuren, optræder ν også som en af vinklerne i den lille trekant på figuren.

I den lille trekant gælder derfor, at $\lambda = d \cdot \sin(\nu)$

Dette resultat kan generaliseres: Der ville også være konstruktiv interferens, hvis afstandsforskellen var 2 eller 0 bølgelængde – eller 3 – eller et vilkårligt andet **helt** antal. Dette svarer til, at kateten i trekanten ikke længere er λ , men λ ganget med et helt tal n .

Det vil sige, at betingelsen for konstruktiv interferens i retningen ν generelt kan skrives som:

$$n \cdot \lambda = d \cdot \sin(\nu)$$



Lysstrålen i retning mod A vil opfattes, som om den stammer fra et punkt henne på apparatet. Afstanden til apparatet kaldes som nævnt a , og afstanden fra midterpletten til den første afbøjede lysplet, kaldes s . Vi har derfor en stor retvinklet trekant med kateterne a og s , som også har v som en spids vinkel.

Det ses umiddelbart, at $\tan(v) = \frac{s}{a}$

Dette udtryk kan principielt benyttes til at finde v , som dernæst kan indsættes i formlen ovenfor. Men da v i dette eksperiment er meget lille, kan vi benytte en **tilnærmelse**.

Som nævnt i regneeksemplet, er s af størrelsesordenen et par centimeter. Men lad os gå til det "værest tænkelige tilfælde" – den største værdi på apparatets målestok. Den er 14 cm. Med en afstand a på 3 meter, finder vi $v = 2,7^\circ$.

Nu er det nemt at beregne $\tan(2,7^\circ) = 0,047159$ og $\sin(2,7^\circ) = 0,047106$.

Disse to tal afviger kun 0,1 %. (Det svarer til at skulle aflæse målestokken med en nøjagtighed på ca. 0,1 mm!)

Prøv selv efter med en vinkel på f.eks. $0,5^\circ$ – den procentvise forskel bliver mindre, jo mindre vinkel, der indsættes.

Vi kan altså med god tilnærmelse erstatte $\sin(v)$ med $\tan(v)$ i formlen. Og da s var afstanden til den første afbøjede lysprik, er $n = 1$. Alt i alt får vi:

$$\lambda \approx d \cdot \frac{s}{a}$$

– hvilket netop er det udtryk, som blev benyttet i afsnittet "Fremgangsmåde". Selv om der er tale om en tilnærmet formel, er nøjagtigheden væsentligt bedre end aflæsningsnøjagtigheden på s og a .

Reklamationsret

Der er to års reklamationsret, regnet fra fakturadato.

Reklamationsretten dækker materiale- og produktionsfejl.

Reklamationsretten dækker ikke udstyr, der er blevet mishandlet, dårligt vedligeholdt eller fejlmonteret, ligesom udstyr, der ikke er repareret på vort værksted, ikke dækkes af garantien.

Returnering af defekt udstyr som garantireparation sker for kundens regning og risiko og kan kun foretages efter aftale med Frederiksen. Med mindre andet er aftalt med Frederiksen, skal fragtbeløbet forudbetales. Udstyret skal emballeres forsvarligt. Enhver skade på udstyret, der skyldes forsendelsen, dækkes ikke af garantien. Frederiksen betaler for returnering af udstyret efter garantireparationer.

© A/S Søren Frederiksen, Ølgod

Denne brugsvejledning må kopieres til intern brug på den adresse hvortil det tilhørende apparat er købt. Vejledningen kan også hentes på vores hjemmeside