



Spektrometer nr 321530 är ett optiskt instrument som kan användas för att bestämma ljusets våglängd och brytningsindex för fasta ämnen och vätskor.

Instrumentet levereras med följande standard-tillbehör:

- 1 prismahållare.
- 1 st. gallerhållare.

Spektrometern består i princip av en solid bas med ett svängbart bord, ett prismabord, en kollimator och ett teleskop.

Skivspelaren

Vridbordet, (2), är verktygets centrala del. Den är monterad med ett kraftigt lager och kan roteras runt en vertikal axel. Den är utrustad med en cirkelskala (7) från 0° till 360° med steg om 0,5°. I mitten av vridbordet sitter en vertikal axel som kan rotera oberoende av bordet. Denna axel sträcker sig ovanför vridbordet och slutar i en bussning, (22), där prismabordet kan fästas. Den vertikala axeln är också utrustad med en uppsättning vernierskalor, (8), som är placerade koncentriskt med den cirkulära skalan. Vridbordet är försett med ett dammskydd, (3), med två fönster för avläsning av de två nonieskalen, vilket möjliggör en avläsningsnoggrannhet på 0,1°.

Prisma bord

Prismabordet (6) består av två metallskivor som hålls samman av tre fjäderbelastade skruvar (24) och som är placerade i en liksidig triangel. På den övre skivan kan antingen en prismahållare (25) eller en rutnätshållare (27) placeras. För att prismet ska kunna placeras rätt har bordet ett graverat kors som löper genom mitten. På den nedre skivan sitter axeln som ska placeras i bussningen (22) på vridbordets vertikala axel. Prismabordet kan låsas i förhållande till de två nonieskalen med hjälp av den långa ställskruven (23) som sitter i bussningen. Den vertikala axeln som håller nonieskalen och vridbordet kan låsas på plats med hjälp av ställskruven (20) som sitter på spektrometerns bas. När prismabordet och nonieskalen är låsta på plats kan de roteras långsamt med hjälp av

av finjusteringskruven (21) på sidan av spektrometerbasen.

Kollimatorer

Kollimatoren, (5), består av två koncentriska metallrör med en justerbar vertikal slits, (19), i ena änden och en samlingslins, (13), i den andra. Kollimatoren är fäst vid ett stöd som är fixerat vid instrumentets bas, 1. Kollimatoren kan lutas runt en horisontell axel, (10), med hjälp av två ställskruvar, (17), som är placerade under kollimatorröret. Avståndet mellan spalten och linsen kan justeras med hjälp av fokuseringsratten, (18), på kollimatorns sida.

Teleskopet

Teleskopet (4), som är fäst vid vridbordets arm, är ett astronomiskt teleskop med retikel (15) och Ramsden-okular (14), placerade i ena änden av två koncentriska rör. I den andra änden sitter en samlingslins. Teleskopet kan lutas runt en horisontell axel med hjälp av två ställskruvar, (9), under teleskopröret. Teleskopet kan låsas fast med en ställskruv som sitter under vridbordsarmen (16). När teleskopet är låst kan det vridas långsamt med finjusteringskruven, (12), som sitter på sidan av teleskoparmen. Teleskopets position kan avläsas på huvudskalan med hjälp av de två vernierskalorna. Teleskopet kan fokuseras med fokuseringsratten (11) på teleskopets högra sida.

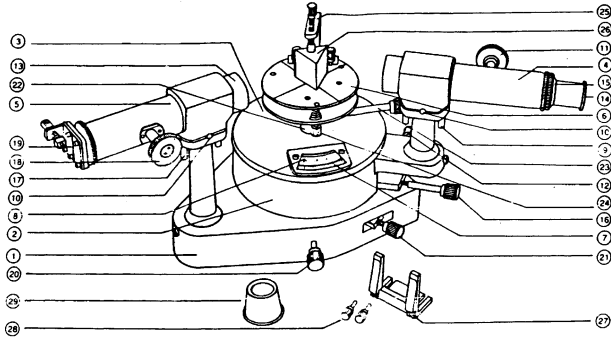
Förbereda spektrometern:

Justera först teleskopets okulardel (14) så att trådkorset syns skarpt. Rikta nu teleskopet mot ett avlägset, vertikalt föremål och fokusera skarpt med fokuseringskruven (11). Vrid på trådkorsdelen (15) så att trådkorset blir vertikalt, dvs. parallellt med det vertikala objektet.

Justera kollimatoren genom att placera spektrometern i ett mörkt rum och vrida teleskopet så att det är i linje med kollimatoren. Öppna kollimatorspalten (19) en aning och belys den med t.ex. en natriumlampa.

Avståndet mellan spalten och kollimatorlinsen varierar med fokuseringskruven, (18), tills spalten är skarp och tydlig i teleskopet och spaltbilden bleknar.

som tillsammans med det vertikala hårcorset och den horisontella tråden utgör bildens mittpunkt. Om spaltbilden roteras i förhållande till trådkorset, roteras spalten på plats. Om det horisontella hårcorset inte befinner sig i mitten av spaltbilden kan teleskopet och kollimatoren nivelleras med hjälp av ställskruvarna (9) och (17). På så sätt kan kollimatorns och teleskopets axlar sammanfalla.



- 1 Spektrometerfot.
- 2 Skivspelare.
- 3 Skydd för skivspelare.
- 4 Teleskop.
- 5 Kollimator.
- 6 Prisma bord.
- 7 Huvudskala.
- 8 Vernier-skala.
- 9 Nivelleringskruvar för teleskop.
- 10 Horisontell axel.
- 11 Fokuseringsratt för teleskop.
- 12 Finjusteringsskruv för teleskop.
- 13 Samlingslins.
- 14 Ramsden Eyepiece.
- 15 Kryssledningenshet.
- 16 Låsskruv för teleskop.
- 17 Nivelleringskruvar för kollimator.
- 18 Fokus knapp för kollimator.
- 19 Kolumn.
- 20 Finjusteringsskruv för vernierskalar.
- 21 Låsskruv för vernierskalar.
- 22 Bussning.
- 23 Låsskruv för prisma bord.
- 24 Nivelleringskruv för prisma bord.
- 25 Prismahållare.
- 26 Prisma (ingår ej).
- 27 Rutnätshållare.
- 28 Skruvar för att fästa gallerhållaren.

Experimentera med prismet

Förbereda prisma bordet:

För att hitta vinklarna i ett prisma förbereder du spektrometern på vanligt sätt. Detta kommer att resultera i ett parallellt strålnippe från kollimatoren.

Prismat ska nu placeras på prismabordet så att dess brytande kant är parallell med spektrometerns rotationsaxel. Detta görs genom att teleskopet roteras så att det bildar en 190° vinkel med kollimatoren. Placera prismat på prismabordet så att dess brytkant är vertikal och rotera sedan prismabordet tills ljuset från kollimatoren reflekteras in i teleskopet enligt fig. 1.

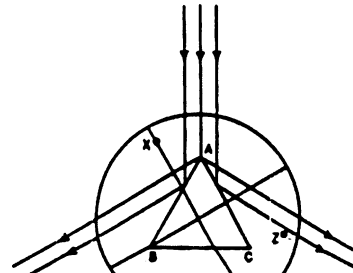


Fig. 1

Om prismabordet inte är korrekt justerat kommer ljuset inte att reflekteras in i teleskopet. Placera i så fall prismat så att en av dess sidor, AC i fig. 1, är vinkelrät mot linjen mellan de två justerskruvarna y och z på prismabordet (fig. 1). Det finns markerade linjer på prismabordet för att underlätta positioneringen. Med teleskopet inställt för att ta emot reflekterat ljus från AC-sidan, justera skruvarna x och z tills spaltbilden befinner sig i teleskopets mitt. Vrid nu prismabordet så att det reflekterade ljuset från sidan AB kommer in i teleskopet. Justera skruven y tills spaltbilden befinner sig i teleskopets mitt. Med denna inställning roteras sidan AC endast i sitt eget plan och därför sker ingen förändring av de strålar som reflekteras från denna sida.

För att mäta prismats brytningsvinkel kan du använda följande metoder:

- A) Vridning av teleskopet: Ljuset från kollimatoren faller på prismats två reflekterande sidor. Teleskopet ställs in för att ta emot ljus från ena sidan och dess position avläses på skalan. Det roteras sedan för att ta emot det reflekterade ljuset från den andra ytan. Skillnaden mellan de två avläsningarna är två gånger prismats brytningsvinkel, fig. 2;

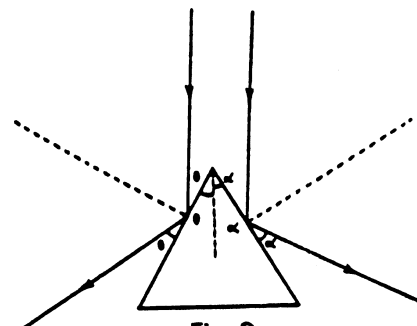


Fig. 2

B) Roter bordet: teleskopet är låst i en riktning så att det inte är parallellt med kollimatoren. Roter prismabordet tills den reflekterade strålen träffar teleskopet. Prismabordets vinkel avläses på skalan. Prismabordet roteras ytterligare tills strålen träffar teleskopet igen. Den nya vinkeln noteras. Skillnaden mellan de två vinklarna kallas θ . Prismats vinkel blir då $180^\circ - \theta$ (fig. 3).

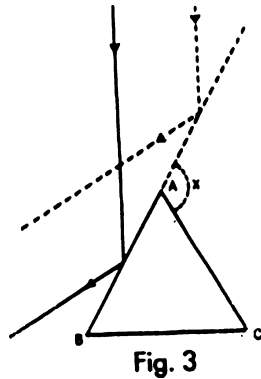


Fig. 3

Experiment:

Ett prismas brytningsindex vid en viss våglängd. Ljus som passerar genom ett prisma kommer att avböjas (refrakteras). Hur stor avböjningen blir beror på brytningsindexet i det material som prismet är tillverkat av och färgen på det ljus som används. Därför bör monokromatiskt ljus användas för experimentet. Ta först reda på storleken på prismats brytningsvinkel enligt beskrivningen ovan. Sedan skickas ljus från en monokromatisk källa, t.ex. natrium, genom kollimatorspalten. Prismet placeras på prismabordet så att ljuset passerar genom dess brytningsvinkel och spaltbilden kan ses med blotta ögat. Om du följer spaltbilden när prismabordet roteras ser du att bilden roterar med, först snabbt, sedan långsammare och till sist stannar den upp innan den långsamt börjar röra sig i motsatt riktning. Den position där spaltbilden är stilla kallas prismats huvudposition. För en given färg beror brytningsvinkeln på infallsvinkeln. När infallsvinkeln ökar kommer brytningsvinkeln först att minska tills den når ett minimum, varefter den ökar. Teleskopet roteras för att ta emot ljus med minsta möjliga avböjning. Prismet befinner sig nu i sitt huvudläge. Prismabordet och vernierskalorna fixeras med hjälp av låsskruvarna och finjusteringskruven används för att hitta det exakta värdet på den minsta brytningsvinkeln. Teleskopets position läses av på skalan. Hitta sedan den andra minsta refraktionsvinkeln och läs av teleskopets position igen på skalan. Medelvärden av dessa två avläsningar beräknas. Ta nu bort prismet från prismabordet och vrid teleskopet så att det får ljus direkt från kollimatoren och läs av teleskopets position. Den vinkel som teleskopet

när skopan roteras är exakt den minsta brytningsvinkeln, θ . När θ är den minsta brytningsvinkeln ges brytningsindex, R, av:

$$R = (\sin((\theta+\alpha)/2))/\sin(\alpha/2)$$

där α är prismats brytningsvinkel.

OBS: Om ljuskällan inte är monokromatisk kommer du att se en serie olikfärgade bilder av spalten. Storleken på den minsta brytningsvinkeln beror på ljusets färg. Detta visar att brytningsindex beror på ljusets färg.

Experiment:

Bestämning av brytningsindex för en vätska. Vätskan placeras i ett ihåligt prisma med tunna väggar och experimentet utförs som om det vore ett fast prisma.

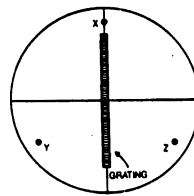


Fig. 4

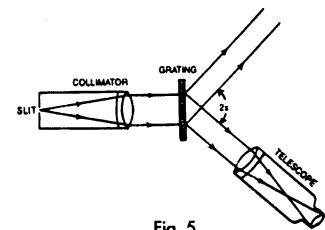


Fig. 5

Experiment:

Bestämning av våglängden på ljuset från en natriumlampa med hjälp av ett optiskt galler. När spektrometern är klar vrider du teleskopet så att kollimatorspalten sammanfaller med trådkorset. Läs nu av vinkeln och vrid teleskopet 90° så att det är vinkelrätt mot kollimatoren och lås det på plats. Placera nu siktet i sikthållaren på prismabordet så att det är vinkelrätt mot de två ställskruvarna y och z (fig. 4) och så att ljuset från kollimatoren träffar siktets baksida. Vrid prismabordet tills det reflekterade ljuset från gallret syns i teleskopet. Finjustera sedan så att spaltkanten sammanfaller med trådkorset. Justera justerskruvarna x och y så att spaltbilden är symmetrisk runt trådkorsets horisontella tråd. Läs av prismabordets position från skalan, vrid det 45° så att rutnätet är vinkelrätt mot ljuset från kollimatoren och rutnätet är vänt mot ljuset, lås prismabordet och vrid teleskopet åt vänster tills 1:a ordningens spektrum är synligt. Om spaltbilden inte är symmetrisk i förhållande till trådkorsets horisontella tråd, justera med justerskruven z. Vrid teleskopet åt höger tills 1:a ordningens spektrum syns. Justera z tills spaltbilden är symmetrisk runt trådkorsets horisontella tråd. Vrid nu teleskopet åt vänster för att få en bild av 1:a ordningen i mitten av trådkorset. De två vernierskalorna avläses. Vrid teleskopet åt höger för att få en bild av 1:a ordningen i mitten av trådkorset igen. De två vernierskalorna avläses igen. Skillnaden mellan

mellan de två uppsättningarna av avläsningar är den dubbla avböjningsvinkeln, 2θ (Figur 5).

Experiment:

Bestämning av dispersion och dispersionsindex. I ett prisma uppstår spridning eftersom brytningsindex n varierar med våglängden λ . Denna egenskap kallas dispersion. Eftersom n är förhållandet mellan ljusets hastighet i vakuum (c) och hastigheten (c') i det ämne som prismet är tillverkat av, kan n också definieras som den våglängdsberoende förändringen av ljusets hastighet (c'). Ljuset från en heliumlampa innehåller sju ljusa linjer med olika färg (och våglängd). Om man först bestämmer prismats brytningsvinkel och sedan avböjningsvinklarna i prismats huvudläge, t.ex. för färgerna rött och grönt, kan man beräkna brytningsindex på samma sätt som tidigare.

Prismadispersionen, D , för dessa linjer ges av:

$$D = (R_g - R_r)/(R - 1)$$

Där R_g och R_r är brytningsindex för grönt (486,1 nm) och rött (656,3 nm) och R är brytningsindex för den gula natriumlinjen (589,3 nm). Det ungefärliga värdet för R ges av

$$R = (R_g + R_r)/2.$$

Tabellen nedan visar brytningsindex (R_g, R_r) för kronglas och tätt flintglas vid våglängderna $\lambda_r = 656,3$ nm (rött) och $\lambda_v = 404,7$ nm (violett).

Tabellen ger också värden för $dR/d\lambda$, $dc'/d\lambda$ och λ . Inom spektrometri avser dispersionen $dR/d\lambda$, medan den i teoretiskt arbete avser $dc'/d\lambda$.

	R_r (656,3 nm)	R_v (404,7 nm)	$dR=R_v - R_r$	$dR/d\lambda$ (nm^{-1})	$dc'/d\lambda$ ($ms^{-1} \cdot nm^{-1}$)	λ (nm)
Kronglas	1.5164	1.5334	0.0170	$-67 \cdot 10^{-6}$	$78 \cdot 10^4$	0.0017
Träflintglas	1.6936	1.7427	0.0491	$-195 \cdot 10^{-6}$	$69 \cdot 10^4$	0.0033

Av tabellen framgår att man för spektrometerprismor bör välja tätt flintglas och inte kronglas, medan man för glasögonlinser bör välja kronglas.