

Rømer og refraktionen.

Erling Poulsen, Rundetårn.

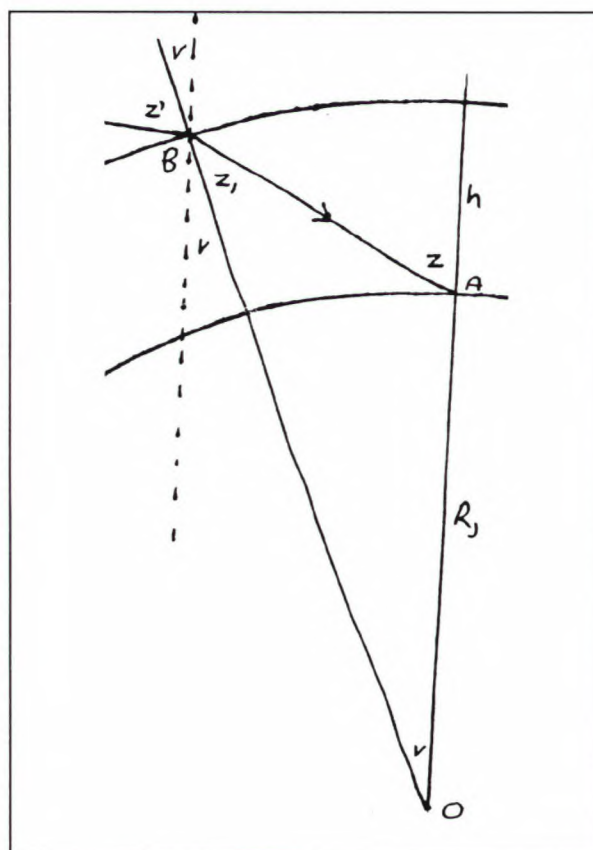
Omkring 1690 konstruerede Ole Rømer sit husinstrument, berømt fra det kendte billede hvor han sidder i St. Kanikestræde og observerer ud af vinduet. Instrumentet placerede han i sin bolig, idet han var utilfreds med observatoriet i Rundetårn, det rystede for meget. I de følgende 10 år observerede han med dette transitinstrument og det blev forbedret. Der viste sig visse fejl ved instrumentet, som krævede en nykonstruktion; udover skævheder var især temperaturudvidelsen af gradbuen et problem. Samtidig holdt hans mange uastronomiske gøremål i byen ham fra at observere så meget som han ønskede. Så i sommeren 1704 opførte han et lille observatorium tæt ved sin svigerfars landsted i Vridsløsemagle, her kunne han, uden idelige forstyrrelser, konstruere et forbedret transitinstrument. Temperaturproblemet løstes ved at forsyne instrumentet med en fuld gradcirkel, den ville udvide sig radiært og derfor ikke kræve temperaturkorrektion af gradmålingerne. Skævhederne formindskedes ved at ophænge instrumentet på selvstændige søjler. Det var ihvertfald meningen i begyndelsen, men da observatoriet blev fundet i 1978 viste det sig at den ene søjle var fælles med et jævndøgnsinstrument. De fejl, der endnu eksisterede i den nu færdigkonstruerede meridiankreds, gør han rede for i sin notesbog "Adversaria" på side 231-234. Han manglede nu kun, for at få nøjagtige observationer, at tage højde for alle meridiankredses største problem, refraktionen.

Refraktionen i jordatmosfæren er det fænomen der opstår når lys rammer atmosfæren og derved afbøjes, således at en stjernes målte position på himlen ikke falder sammen med dens sande sted. Allerede oldtidens astronomer havde kendt fænomenet, og mange forskellige tabeller, der viser afbøjningens størrelse som funktion af stjernens målte højde, var blevet brugt i tidens løb. Ole Rømer var samtidig med den fornyelse af fysikken der fandt sted omkring år 1700. Ifølge den nye måde at tænke på prøvede han at opstille en teori for refraktionen.

Rømers regninger er gennemført med logaritmer. Det - og hans konsekvente udeladelse af at sætte komma i tallene - gør hans noter lidt uoverskuelige. Den model han bruger fremgår af "Adversaria" side 94-103, og er som følger: Den sande zenitvinkel er $z' + v$ Den målte zenitvinkel er z , R_j er Jordens radius og h er højden af atmosfæren. Brydningsloven: $\sin z' = n \cdot \sin z_1$ her er n luftens brydningsforhold. Sinusrelationen brugt i trekant OAB giver: $\sin(180^\circ - z)/(R_j + h) = \sin z_1/R_j$. Hvoraf $\sin z_1 = (R_j/(R_j + h)) \cdot \sin z$ nu findes z_1 og z' fås af brydningsloven.

Vinklen $v = z - z_1$ og den sande zenitvinkel: $= z' + z - z_1$. Refraktionen er den sande zenitvinkel $-z = z' - z_1$.

En teori for atmosfærens aftagende tryk, og dermed faldende refraktion, med højden fandtes ikke endnu. Rømer regnede med at luften og ætheren (det vi nu kalder "det tomme" rum) var skarp. I udregningerne er der to konstanter som man skal kende: luftens absolute brydningsforhold, n og amosfærens relative tykkelse (i forhold til Jordens radius). Han forsøger, med forskellige brydningsforhold og forskellige atmosfæretykkelser, at finde den kombination af størrelserne der bedst svarer til observationerne. Det fører især til et mål for lufthavets tykkelse, som også sammenlignes med en anden måde at måle det samme på, nemlig ved hjælp af trykket (side 101). Det bemærkes også (side 100) at refraktionen er noget større om morgenen, uden at han dog kommer ind på brydningens temperatur- og trykafhængighed.



Udregningerne

Udregningerne begynder på side 94 med at der refereres til beregninger i Paris, dernede benyttes et brydningsindeks på 1,000285, samt at højden af atmosfæren er 6/10000 af jordradien. På side 95 får han ud fra målt refraktion, at

brydningsindekset for luft er 1,00027. Dette tal bruges til at udregne refraktionen for en stjerne med målt højde på 1° ved to forskellige atmosfæretykkelser (6 og 18/10000), udfra sammenligning med refraktionsmåling foretaget af Cassini og la'Hire får han, at atmosfæretykkelsen nok er nærmest 6/10000. De to herrers målinger ved 32° får ham til at foretrække et brydningsindeks på 1,00032 og en atmosfæretykkelse på 7/10000, nu følger udregninger på de følgende sider, og på side 97 når han frem til værdier der passer pænt med observerede. Derpå prøves med samme brydning, men med en atmosfære tykkelse på 9/10000, resultatet sammenlignes med en måling foretaget af la'Hire. Der følger nu en lille udregning af atmosfæretykkelsen for forskellige forhold, han bemærker at en tykkelse på $18/10000 \sim 1,5$ mil (11 km) er for meget udfra andre iagttagelser (barometer?). Nu fortsættes med forskellige kombinationer af brydningsindeks og atmosfæretykkelser indtil der på side 100 er et skema for lys der kommer vandret ind (0°) samt 4° og 20° . Af dette konkluderes, at for observationer over 20° højde spiller atmosfærens tykkelse ringe rolle. Nu sammenligner han pariserakademiets atmosfære (6/10000) med hvad han udfra barometermåling og viden om luftens massefylde kan regne sig til, og når den konklusion at målingernes resultat ikke er i modstrid. Derudover nævnes, at ætheren mellem atmosfæren og Månen må være uhyre let (vægt luft: æther=200000:1) og have en minimal refraktion. Han afslutter sine spekulationer med en opskrift på at udregne refraktionen og der nævnes forskellige atmosfæretykkelser og brydningsindeks. En vigtig tilføjelse til udregningerne er, at man ingen nævneværdig fejl begår ved mellem 10° højde og zenit, at se bort fra atmosfærehøjden.

Vi kan sammenligne Rømers udregnede værdier med F. W. Bessells målte middelrefraktionsværdier. Rømers er udregnet med et brydningsindeks på 1,000276 og en atmosfærehøjde på 6/10000, det er de værdier han

ender med at kredse om i udregningerne. Bessel's stammer fra "Norton Star Atlas" og de gælder for 10°C . og 752 mm Hg. "Den almindelige tilnærmelse" fås af: $\text{refraktion} = 60'' \cdot \tan(z)$. Refraktionen er angivet i bueminutter og buesekunder.

Refraktionsskema:

højde $90^\circ - z$	Rømer	Bessel	alm.
0°	31'37"	34'54"	—
1°	27'16"	24'25"	57'17"
5°	10'15"	9'47"	11'26"
10°	5'18"	5'16"	5'40"
40°	1'08"	1'09"	1'12"

Referencer:

- 1) dversaria, ved Thyra Eibe og Kirstine Meyer, Bianco Lunos bogtrykkeri, 1910.



Erling Poulsen er observator på Rundetårn. Han har i mange år beskæftiget sig med astronomi og videnskabshistorie og har lavet udstillinger om dette emne i Rundetårn, på Ole Rømer museet og på Tycho Brahe Planetariet.



NKT's forskerpris 1997

NKT's forskerpris 1997 gik til Klaus Bechgaard for opdagelsen og syntesen af de organiske superledere, der i dag er kendt som *Bechgaard salte*.

Prisen blev overrakt på DFS's årsmøde i Nyborg. Priskomiteen begrundede bl.a. prisen således: ".....Det er blevet påvist, at superledende salte udviser samme fysiske adfærd som højtemperatur-superledere i den forstand, at de udviser en faseovergang mellem magnetisme og superledning. Kun ved hjælp af ekstremt rene monokrystaller har man været i stand til at demonstrere disse fænomener. Klaus Bechgaards materialer og den af ham udviklede elektrolytiske fremstillingsteknik har i den forbindelse vist sig overlegen i forhold til alle andre materialer og metoder.

På det seneste har Bechgaard saltene tiltrukket sig fornyet opmærksomhed, ved at udsætte dem for meget stærke magnetiske påvirkninger har man opserveret adskillige nye og interessante fænomener, som har stærke analogier til kvante Hall effekten.

Klaus Bechgaard er ikke alene blandt de seneste års mest citerede danske forskere. Faktisk er han en af verdens mest citerede forskere overhovedet. Dette afspejler den store betydning, som forskeren Klaus Bechgaard har haft for opbygningen af et helt nyt internationalt forskningsområde. Som menneske er Klaus Bechgaard en meget beskedent person, hvis måde at forske på kan tjene som eksempel for alle medlemmer af det videnskabelige samfund.

Abonnement på KVANT

koster 135 kr for en årgang og vil blive opkrævet pr. giro. Nye abonnenter vil modtage eventuelle tidligere numre af den løbende årgang. Medlemmer af Dansk Fysisk Selskab og Selskabet for Naturlærens Udbredelse vil modtage bladet som et medlemsblad.

Hvis du mener at du har abonnement, men ikke får bladet – har du nok glemt at melde flytning af bladet hos dit lokale postkontor, eller måske har du ikke betalt. Bemærk at flytning af KVANT skal meddeles postvæsenet eksplicit!

Abonnement tegnes ved at skrive til

Lene Körner, Matematisk Institut, Universitetsparken 5, 2100 København Ø, e-mail: koerner@math.ku.dk